

MACROFAUNA EN SUELOS DE BOSQUE Y PAJONAL DE LA RESERVA NATURAL PUEBLO VIEJO, NARIÑO, COLOMBIA

Por

Patricia Cerón¹, Silvia Montenegro² & Elkin Noguera²

Resumen

Cerón P., S. Montenegro & E. Noguera: Macrofauna en suelos de Bosque y Pajonal de la reserva natural Pueblo Viejo, Nariño, Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. **32**(125): 447-453, 2008. ISSN 0370-3908.

Se compara la densidad y biomasa de la macrofauna de suelos con cobertura en bosque en ladera (Bosque 1), bosque en vertiente del cauce de quebrada (Bosque 2) y Pajonal, a similar altitud (3300-3350 m). La densidad es más alta en Bosque 2, seguida de Bosque 1 y Pajonal, con un promedio de 1.301, 581 y 293 ind.*m², respectivamente; se expresan diferencias estadísticas significativas entre Bosque 2 y Pajonal en el caso de densidad de Gasteropoda y Diplopoda. La biomasa es más alta en Pajonal (51%) donde Oligochaeta aporta el 68% del peso.

Palabras clave: edafofauna, páramo, Bosque Altoandino, Nariño.

Abstract

The density and biomass of the edaphofauna are compared between ladder woodlands (Forest 1), woodlands in the drainage area of a water source (Forest 2) and grassland, which are located at the same rank of heights (3.300-3.350 meters). The density is higher in Forest 2 than in Forest1 and the lowest is in Grassland soil, with medias of 1301, 581 and 293 ind/m². In the case of density of Gasteropoda and Diplopoda, there are significant statistical differences among Forest 2 and Grassland. The biomass is higher in grassland soil (51%) where Oligochaeta are a 68% of the total weight.

Key words: macrofauna, páramo, Highland Andes Forest, Nariño.

1 Docente Universidad de Nariño, Calle 23 N. 4 este 11 manzana K, casa 2, Campiña de oriente, Pasto, Nariño; Correo electrónico: patriciacl@hotmail.com.

2 Estudiantes de Biología, Universidad de Nariño. Correos electrónicos: elkalexno@yahoo.com, silvimomu@gmail.com, A.A. 1174

Introducción

Los suelos de alta montaña albergan una fauna que, al parecer, contiene particularidades en función de que se halle en páramo o bosque alto andino, e incluso dentro de cada uno de estos ecosistemas se presentan variaciones dependiendo de las condiciones e interrelaciones edáficas, climáticas, geográficas y antrópicas.

Al comparar la edafofauna entre páramo y bosque altoandino de los Andes colombianos se encuentran algunas diferencias. El número total de individuos y de grupos taxonómicos suele ser más alto en el bosque en relación con el páramo. No obstante, se hace necesario observar con detalle el nivel de comparación, pues se ha encontrado que la abundancia de Oribatei (Acari), es mayor en el páramo (68%) que en el bosque (32%), mientras que en el caso de Enchytraeidae son similares (Rangel-Ch. y Sturm, 1994). El páramo presenta un índice de riqueza en los principales taxa edáficos de 0,72, más alto que bosque alto andino con 0,49 (Chamorro y Zuluaga, 1998). Tratándose de coleópteros, el índice de diversidad es mayor en bosque altoandino (0,229) que en páramo (0,193), mientras que el índice de riqueza es más alto en páramo (0,333) que en bosque (0,271), (Camero y Chamorro, 1997).

En lo concerniente a la variación interna en los ecosistemas de alta montaña, los estudios evidencian que las características del suelo, como por ejemplo el contenido de materia orgánica y la estructura, conllevan una heterogeneidad vertical de la densidad tanto de un mismo como de diferentes grupos taxonómicos. Cambios en las condiciones climáticas causan alteraciones en la fauna, tal es el caso de las quemaduras y la cantidad de precipitación que hace diferir la densidad, biomasa y diversidad de la población. En cuanto a la geografía, se ha encontrado que la altitud incide en la abundancia de los organismos; en el caso de la lombriz de tierra en el páramo, la población disminuye a medida que aumenta la altitud sobre el nivel del mar (Chamorro, 1989, García y Chamorro, 1995, Unigarro *et al.*, 2005). Las perturbaciones en las condiciones naturales debidas a la actividad antrópica, como el uso y manejo del suelo para actividades agropecuarias, provoca cambios en la biomasa, densidad, diversidad y riqueza de morfotipos (Casasbuenas y Estupiñán, 2007; Chamorro 1989; Coral y Bonilla, 2002; Morales y Sarmiento, 2002; Unigarro *et al.*, 2005).

Estudios comparativos entre la macrofauna de páramo y bosque altoandino de áreas silvestres no son frecuentes. Las investigaciones previas permiten prever que existen particularidades en la edafofauna, lo que hasta ahora se ha podido explicitar a partir de la abundancia de algu-

nos individuos y grupos taxonómicos, así como de los índices de diversidad y riqueza. En este contexto, se realizó un estudio exploratorio con el fin de comparar la densidad y biomasa de la macrofauna del pajonal y bosque altoandino en ladera y vertiente del cauce de agua, situados a altitud similar, en la reserva natural Pueblo Viejo.

Metodología

La Reserva Natural Pueblo Viejo se localiza en el suroeste de Colombia, en el Departamento de Nariño, municipio de Mallama, en la vereda Pueblo Viejo. Las coordenadas geográficas extremas son 1°3'33,7'' y 1°1'39,8'' Norte y 77°48'3,3'' y 77°46'17,2'' Oeste. Tiene una extensión de 5,8 km², que se distribuye entre los 2.950 y 3.800 msnm, (Navas, *et al.* 2008).

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2007) en la estación El Paraíso, municipio de Túquerres, registra una precipitación total anual de 961 mm, con un régimen de lluvias bimodal, siendo junio - septiembre los meses más secos y octubre-diciembre los más lluviosos; la temperatura promedio es 10,9°C, presentando el valor mínimo (9,3°C) en el mes de agosto y el máximo (12,3°C) en abril. De acuerdo con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004), los suelos se clasifican como Andosoles, hacen parte de la consoación Acrudoxic Melanudands que ocupa la posición de coladas de lava en alturas comprendidas entre los 3000 y 3700 msnm. Los suelos se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas de espesor variable que recubren rocas volcánicas andesitas producto de erupciones volcánicas.

Pajonal hace parte del páramo con vegetación herbácea formadora de macollas, dominada por la familia Poaceae, especialmente del género *Calamagrostis* asociada a otros géneros como *Rhynchospora* y *Castilleja*. Comprende algunas especies como *Hypericum junipericum* Kunth, *Hypericum laricifolium* Juss, *Lachemilla mutisi* Roth, *Hypoacheris sessiliflora* Kunth, *Cortaderia nitida* (Kung) Pilg., *Monnina aestuans* (LF) DC., *Bidens andicola* H.B.K., *Rhynchospora macrochaeta* L. y, *Pernettya postrata* (Cav). D.C. El bosque contiene arbustos y arbolitos, entre los que se encuentran *Gynoxis sanctii-antonii* Cuatr., *Lepichinia vulcanicola* Word, *Zanthoxylum quinduensi* (Tul), *Baccharis buddlejoides* H.B.K., *Hesperomeles* sp, *Oreopanax bogotensis* Cuat., *Euphorbia laurifolia* Lam., *Morella parvifolia* Benth.

Las muestras de suelo y macrofauna se tomaron en el mes de agosto. Se establecieron tres sitios: Bosque 1, Bosque 2 y Pajonal, ubicados entre los 3300 y 3350 m de altitud; de cada sitio se tomaron tres réplicas separadas

por, al menos, cinco metros, para un total de nueve muestras. Bosque 1 está ubicado en ladera y Bosque 2 en la vertiente del cauce de la cuenca alta de la quebrada Honda, que se encontraba sin agua en el momento. Para caracterizar la macrofauna se extrajeron tres monolitos de 25 cm. x 25 cm. x 30 cm. de volumen de suelo, para cada uno de los sitios seleccionados (Bosque 1, Bosque 2 y Pajonal). A cada monolito se le trazó una zanja a su alrededor, y posteriormente se tomaron submuestras: hojarasca, 0-10 cm., 10-20 cm. y 20-30 cm. de profundidad, que fueron colocados en bolsas etiquetadas. Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Entomología de la Universidad de Nariño donde se procedió a extraer manualmente los organismos. Éstos se seleccionaron, se preservaron en alcohol al 70%, se identificaron hasta orden y se midieron su densidad y su biomasa. Las muestras de suelo se tomaron alrededor de los monolitos a una profundidad de 0-20 cm. Los datos se trataron con pruebas no paramétricas en el programa Statistica, el análisis de varianza se realizó con el estadístico Kruskal-Wallis mediante la significación exacta por tratarse de muestras pequeñas, después se estimó una comparación múltiple. También se procesó una correlación de Pearson con todas las variables y un Análisis de Componentes Principales (ACP) en el programa SAS a partir de las siguientes variables: arena, densidad aparente, densidad real, pH, C, CIC, Al, P, Ca, Mg, K, Mn, Cu, Zn, Fe, biomasa de macrofauna, densidad de artrópodos, de gasterópodos y de oligoquetos.

Resultados

Tomando como referencia los niveles generales de interpretación de análisis de suelos para cultivos, aportados por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, s.f.), se puede anotar que en Pajonal el suelo es muy fuertemente ácido (4,8), presenta muy alta CIC (46 Cmol*Kg), alta proporción de carbono orgánico (12%), nitrógeno total (0,68%) y aluminio (2 Cmol*Kg), nivel ideal de potasio (0,38 Cmol*Kg); medio de hierro (35 Mg*kg); contenido bajo de fósforo (12 Mg*kg), calcio (2,7 Cmol*Kg) y magnesio (0,33 Cmol*Kg), déficit de manganeso (1,17 Mg*kg), cobre (0,33 Mg*kg), zinc (0,47 Mg*kg) y boro (0,13 Mg*kg). La textura es Arenosa franca con una proporción de arena del 75%, porosidad de 69%, densidad real y aparente de 2,2, y 0,7 Mg*m³, respectivamente.

Bosque 1 muestra un suelo fuertemente ácido (5,3), con alta proporción de CIC (29 Cmol*Kg), contenido ideal de C (7%), Al (0,9 Cmol*Kg) y K (0,37 Cmol*Kg); nivel medio de N (0,48%), Ca (3,9 Cmol*Kg), Fe (30,7 Mg*kg); bajo en P (11 Mg*kg) y Mg (0,6 Cmol*Kg), déficit de Mn (4,4 Mg*kg),

Cu (0,19 Mg*kg), Zn (0,38 Mg*kg) y B (0,08 Mg*kg). La textura es arenosa franca, con promedio de arena del 73%, porosidad del 66%, densidad real y aparente de 2,4 y 0,8 Mg*m³, respectivamente. Bosque 2 se caracteriza porque el suelo es fuertemente ácido (5,2), con nivel ideal de P (34 Mg*kg), Al (0,3 Cmol*Kg) y CIC (11 Cmol*Kg), proporción media de C (3%) y N (0,25%); contenido bajo de Ca (2,07 Cmol*Kg), Mg (0,27 Cmol*Kg) y K (0,09 Cmol*Kg); deficiente en Fe (19,3 Mg*kg); Mn (1,8 Mg*kg), Cu (0,2 Mg*kg), Zn (0,2 Mg*kg) y B (0,1 Mg*kg); textura arenosa, con promedio de arena de 89%, porosidad de 55%, densidad real 2,5 y aparente de 1,1 Mg*m³.

La macrofauna encontrada pertenece a tres phylla: Annelida, Arthropoda y Mollusca. Annelida está constituida por la clase Oligochaeta, Mollusca por la clase Gastropoda y Arthropoda está conformado por Chilopoda, Diplopoda, Arachnida, Malacostraca e Insecta. Respecto a la clase Insecta, en los tres sitios sobresalen los coleópteros, tanto en biomasa (93%) como en densidad (83%); entre las familias se encontraron Curculionidae, Elateridae, Silphidae, Staphylinidae, Scarabaeidae y Tenebrionidae.

La densidad total de la edafofauna presenta un promedio de 2176 ind.*m². Es más alta en Bosque 2, seguida de Bosque 1 y más baja en Pajonal, tendencia contraria a los valores de C, N, CIC y Al, mayores en Pajonal, intermedios en Bosque 1 y menores en Bosque 2, con diferencia estadística significativa entre Pajonal y Bosque 2. Gráfica 1. La densidad de artrópodos sigue la misma tendencia que el total de la macrofauna, con mayor promedio en Bosque 2, continúa en Bosque 1 y termina en Pajonal, aunque sólo se presenta diferencia estadística significativa en diplópodos entre Bosque 2 y Pajonal. La densidad de oligoquetos fue mayor en Pajonal, seguida de Bosque 2 y disminuye en Bosque 1; es de mencionarse que entre Pajonal y Bosque 1 se presentan diferencias estadísticas significativas entre Cu y Mn, el primero con mayor contenido en Pajonal y el segundo con menor contenido en dicho sitio. Los moluscos se encontraron principalmente en Bosque 2 y no se registraron en Pajonal, con diferencias significativas entre estos dos sitios. Tabla 1.

La biomasa presenta un promedio total de 35,4 (g.p.f.*m²), y está siendo aportada principalmente por coleópteros (39%) y oligoquetos (38%). De hecho, la biomasa total se correlaciona con la biomasa de coleópteros (r: 0,88 p: 0,002) y la biomasa (r: 0,90 p: 0,001) y densidad de oligoquetos (r: 0,73 p: 0,026). Teniendo en cuenta los sitios, es más alta en Pajonal (51%), donde los valores de C, N, CIC, Al son más elevados y la densidad aparente es más baja, con diferencias estadísticas significativas de Bosque 2. Gráfica 2. En Pajonal, la lombriz de tierra aporta

Tabla 1. Densidad de macrofauna (individuos*m²)

| Clase | Orden | Bosque 1 | | Bosque 2 | | Pajonal | | K-W |
|----------------------------------|----------------|------------------|----|-------------------|-----|------------------|----|-------|
| | | No. | % | No. | % | No. | % | |
| Gastropoda | Pulmonada | 27ab | 5 | 491 ^a | 38 | 0b | 0 | 0,011 |
| Oligochaeta | | 5 ^a | 1 | 64 ^a | 5 | 123 ^a | 42 | 0,111 |
| Arachnida | Araneae | 16 ^a | 3 | 11 ^a | 1 | 5 ^a | 2 | 0,357 |
| Chilopoda | Geophilomorpha | 91 ^a | 16 | 85 ^a | 7 | 0 ^a | 0 | 0,046 |
| Diplopoda | Polydesmida | 101ab | 17 | 363 ^a | 28 | 0b | 0 | 0,007 |
| Malacostraca | Isopoda | 5 ^a | 1 | 0 ^a | 0 | 0 ^a | 0 | 1,000 |
| Insecta | Coleoptera | 240 ^a | 41 | 213 ^a | 16 | 112 ^a | 38 | 0,311 |
| | Dermaptera | 11 ^a | 2 | 0a | 0 | 0 ^a | 0 | 1,000 |
| | Diptera | 5 ^a | 1 | 37 ^a | 3 | 11 ^a | 4 | 0,679 |
| | Hemiptera | 0 ^a | 0 | 5 ^a | 0,4 | 16 ^a | 5 | 1,000 |
| | Lepidoptera | 21 ^a | 4 | 5 ^a | 0,4 | 0 ^a | 0 | 0,464 |
| Formas inmaduras sin identificar | | 59 ^a | 10 | 27 ^a | 2 | 27 ^a | 9 | 0,725 |
| Promedio total de densidad | | 581 ^a | 27 | 1301 ^a | 60 | 293 ^a | 13 | 0,039 |

K-W: Kruskal-Wallis, significación exacta. En letras iguales no hay diferencia significativa en la comparación entre sitios ($\alpha \leq 0.05$)

el 68% de la biomasa. Específicamente, los mayores valores de biomasa para Bosque 1 se registraron en coleópteros (57%), formas inmaduras (17%) y oligoquetos (8%); para Bosque 2 en coleópteros (34%), diplópodos (24%) y gasterópodos (20%), mientras que en Pajonal, fue en lombriz de tierra (68%) y coleópteros (31%). No se presentaron diferencias estadísticas significativas. Tabla 2.

Considerando la distribución vertical de la edafofauna, cuantificando también las formas inmaduras que no se lograron identificar, se encontró que en los bosques, los anélidos estaban a 0-10 cm., a diferencia del Pajonal, donde el 87% se localizó entre 20 y 30 cm. En los tres sitios, los

artrópodos, se encontraron principalmente en hojarasca, seguido de los primeros 10 cm., aunque en Pajonal, un 20% profundiza a 10-20 cm. Los moluscos se albergan en la hojarasca de los bosques y un 20% llegó a los primeros 10 cm. en Bosque 1. Hay tendencia a que en los bosques la edafofauna habite especialmente la hojarasca y los primeros 10 cm. mientras que en Pajonal llegan a mayor profundidad. Tabla 3.

El análisis de componentes principales muestra que los dos primeros factores explican el 76% de la variabilidad. En el primer factor, con el 50%, las variables que más contribuyen en forma positiva son: CIC (0,98), C (0,97), Al (0,95)

Tabla 2. Biomasa de macrofauna (g.p.f.*m²)

| Clase | Orden | Bosque 1 | | Bosque 2 | | Pajonal | | K-W |
|---------------------------|----------------|-------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|-------|
| | | No. | % | No. | % | No. | % | |
| Gastropoda | Pulmonada | 0,02 ^a | 0,3 | 1,62 ^a | 20 | 0,0 ^a | 0,0 | 0.100 |
| Oligochaeta | | 0,74 ^a | 8,0 | 0,51 ^a | 6,2 | 12,2 ^a | 68 | 0,336 |
| Arachnida | Araneae | 0,03 ^a | 0,4 | 0,08 ^a | 0,9 | 0,01 ^a | 0,0 | 0,379 |
| Chilopoda | Geophilomorpha | 0,55 ^a | 5,9 | 0,63 ^a | 7,7 | 0,0 ^a | 0,0 | 0,061 |
| Diplopoda | Polydesmida | 0,46 ^a | 5,0 | 2,01 ^a | 24 | 0,0 ^a | 0,0 | 0,025 |
| Malacostraca | Isopoda | 0,05 ^a | 0,6 | 0,00 ^a | 0,0 | 0,0 ^a | 0,0 | 1,000 |
| Insecta | Coleoptera | 5,35 ^a | 57 | 2,80 ^a | 34 | 5,58 ^a | 31 | 0,511 |
| | Dermaptera | 0,07 ^a | 0,7 | 0,00 ^a | 0,0 | 0,0 ^a | 0,0 | 1,000 |
| | Diptera | 0,10 ^a | 1,1 | 0,39 ^a | 4,8 | 0,02 ^a | 0,1 | 1,000 |
| | Hemiptera | 0,00 ^a | 0,0 | 0,01 ^a | 0,1 | 0,05 ^a | 0,3 | 1,000 |
| | Lepidoptera | 0,36 ^a | 3,8 | 0,01 ^a | 0,1 | 0,0 ^a | 0,0 | 0,250 |
| Formas inmaduras | | 1,56 ^a | 17 | 0,16 ^a | 1,9 | 0,04 ^a | 0,2 | 0,064 |
| Promedio total de biomasa | | 9,3 ^a | 26 | 8,2 ^a | 23 | 17,9 ^a | 51 | 0,829 |

K-W: Kruskal-Wallis, significación exacta. En letras iguales no hay diferencia significativa en la comparación entre sitios ($\alpha \leq 0.05$)

Tabla 3. Promedio de macrofauna por profundidad.

| Phylum | Annelida | | | Arthropoda | | | Mollusca | | Formas inmaduras | | | Total |
|-----------|----------|-------|------|------------|------|---------|----------|------|------------------|---------|---------|----------|
| | B1 | B2 | P | B1 | B2 | P | B1 | B2 | B1 | B2 | P | |
| Hojarasca | 0 | 0 | 0 | 309 | 432 | 91 | 21 | 485 | | | 0 | 1397 |
| % | | | | (55) | (60) | (55) | (80) | (99) | 37 (64) | 21 (80) | | (62) |
| 0-10 Cm. | 5 | 64 | 5 | 197 | 235 | | 5 | 5 | | | 0 | |
| % | (100) | (100) | (4) | (35) | (32) | 32 (19) | (20) | (1) | 11 (18) | 5 (20) | | 565 (25) |
| 10-20 cm. | 0 | 0 | 11 | 32 | 43 | | 0 | 0 | 5 | 0 | | |
| % | | | (9) | (6) | (6) | 37 (23) | | | (9) | | 16 (60) | 144 (6) |
| 20-30 cm. | 0 | 0 | 107 | 21 | 16 | 5 | 0 | 0 | 5 | 0 | | |
| % | | | (87) | (4) | (2) | (3) | | | (9) | | 11 (40) | 165 (7) |

B1: Bosque 1, B2: Bosque 2, P: Pajonal.

y Fe (0,84) y en forma negativa son densidad aparente (-0,94), densidad real (-0,85), P (-8,45) y densidad de artrópodos (-0,77), valores asociados a las propiedades de Pajonal, en oposición a Bosque 2. El segundo factor que explica el 26% de la variabilidad, se relaciona con las propiedades de Bosque 1, manganeso (0,95), magnesio (0,85), calcio (0,83) y valores negativos en densidad de oligoquetos (-0,83).

La correlación de Pearson evidencia, por una parte, la asociación entre la biomasa de la macrofauna con Pajonal. De hecho, como ya se mencionó, la biomasa total se correlaciona con densidad y biomasa de oligoquetos, siendo que en Pajonal se registró el mayor número y peso de lombriz de tierra. A la vez, la biomasa de este anélido se correlaciona positivamente con CIC ($r: -0,70$ $p: 0,036$) y Al ($r: 0,83$ $p: 0,006$) y, negativamente con pH ($r: -0,75$ $p: 0,019$) y densidad real ($r: -0,79$ $p: 0,012$) propiedades cercanas a Pajonal. Por otra parte, la relación entre la densidad total

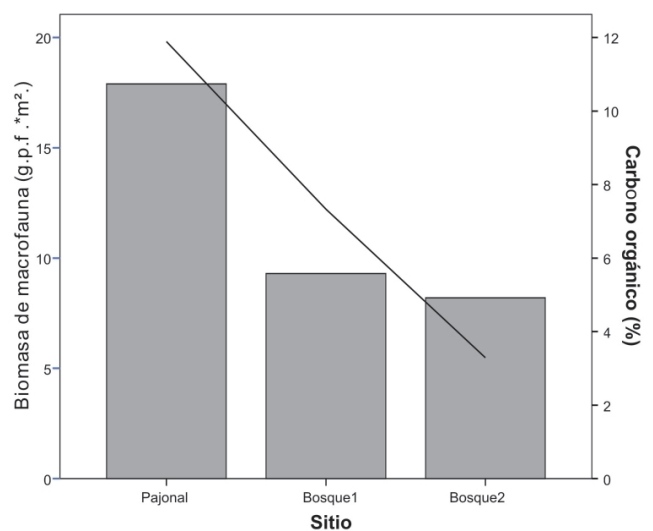


Figura 2. Biomasa de macrofauna en relación con carbono orgánico del suelo.

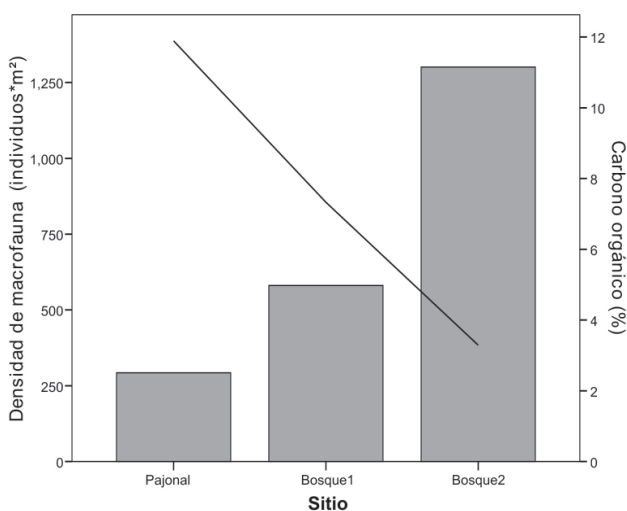


Figura 1. Densidad de macrofauna en relación con carbono orgánico del suelo.

de la edafofauna con los bosques, especialmente con Bosque 2, de manera que se correlaciona con densidad de gasterópodos ($r: 0,90$ $p: 0,001$) y de artrópodos ($r: 0,88$ $p: 0,002$), más abundantes en Bosque 2 seguido de Bosque 1.

Discusión

La macrofauna de Pajonal está constituida por insectos, oligoquetos y algunos arácnidos, lo que concuerda con estudios en páramos en los que se ha encontrado que Oligochaeta (Enchitreidae, Lumbricidae), Insecta (Colembolla, Coleoptera, Díptera) y Arachnida (Acarina) aparecen entre los taxa dominantes (Chamorro, 1989), aunque en el páramo también suelen aparecer miriápodos en la composición, como lo registran Casasbuenas y Estupiñán (2007) y Unigarro *et al.* (2005) en páramos de Colombia y, Morales y Sarmiento (2002) en zona de páramo no perturbado de los Andes de Venezuela, donde Chilopoda repre-

sentaba el 12% de los macroinvertebrados. Bosque 1 contiene un predominio de artrópodos (84%), similar a lo encontrado en el bosque alto andino de Colombia, donde se halló que el mayor porcentaje de individuos lo conforman ácaros e insectos, mientras que los no artrópodos tuvieron menor abundancia (**García y Chamorro**, 1995). En el caso de Bosque 2, aparece un 38% de caracoles, con diferencia estadística significativa de Pajonal, posiblemente influenciado por las condiciones de humedad, al estar ubicado en la vertiente de la fuente de agua. Es de anotarse que tanto en pajonal como en los bosques de Pueblo Viejo, comparados con otros lugares, difiere la abundancia de órdenes y familias dentro de las clases taxonómicas, lo cual también puede deberse a diferencias en las metodologías en la valoración de los organismos.

En lo concerniente con la densidad, se registró un mayor número de individuos en Bosque 2, que decrece en Bosque 1 y termina en Pajonal aunque sólo se expresan diferencias estadísticamente significativas en diplópodos y gasterópodos entre Bosque 2 y Pajonal. La tendencia a un mayor número, tanto en individuos como en grupos, en bosque con respecto al páramo, fue planteada por **Rangel-Ch. y Sturm** (1994), quienes proponen que dicha diferencia se debe a las condiciones climáticas, que son más extremas en el páramo, y a la ausencia en éste de una capa de hojarasca. También habría que tenerse en cuenta las propiedades edáficas particulares, lo que se evidencia con la tendencia inversa entre los valores de C, N, CIC y Al y la densidad de macrofauna, lo que puede indicar que en Bosque 2 hay más presencia de macrofauna por la mayor descomposición de la materia orgánica. Bosque 2 tiende a mayores promedios en densidad total, de diplópodos y de gasterópodos frente a Bosque 1, aunque no se registran diferencias estadísticas significativas. Probablemente se debe a la ubicación en la vertiente del cauce de agua del primero y en ladera del segundo. En consecuencia, se sugiere que la topografía puede ser otra variable importante en la estimación de macrofauna de los ecosistemas de alta montaña. De hecho, **Feijoo et al.** (1999) encontraron valores diferentes en biomasa y densidad de lombriz de tierra si la muestra es tomada en la zona baja, media o alta de la colina.

En biomasa, es de resaltarse la asociación con el Pajonal, donde a la vez, se incrementan los valores de C, N, CIC y disminuye la densidad aparente, lo que puede indicar mayor acumulación de materia orgánica. En dicho sitio, la lombriz de tierra aparece con más densidad y aporta buena parte de la proporción de biomasa. Este organismo suele abundar y tener bastante peso en suelos con vegetación herbácea que incluso puede ser similar o superar a la cobertura en bosque. **Coral y Bonilla** (2002) encontraron mayor densidad de

lombriz de tierra en un pastizal (4560 ind*m²) que aportó más biomasa (67,1 g.p.f.*m²) que en selva secundaria (1024 ind*m²) con biomasa de (18,2 g.p.f.*m²); por su parte, **Feijoo et al.** (1999) cuantificaron mayor densidad de lombriz de tierra en Kikuyo (22963 ind*m²), en relación con la selva de más de 40 años (9440 ind*m²), aunque la biomasa fue más alta en la selva que en el pastizal.

Para terminar, se sugiere que la macrofauna de los páramos y los bosques altoandinos, a similar altitud, presenta diferencias. En Pueblo Viejo, una mayor densidad de la macrofauna se asocia con la cobertura en bosques, especialmente con el bosque ubicado en la vertiente de la quebrada, aunque sólo se presentan diferencias estadísticas significativas en densidad de gasterópodos y diplópodos entre Bosque 2 y Pajonal. Mientras que la biomasa se relaciona con Pajonal, en buena parte debido a la lombriz de tierra.

Agradecimientos

A la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad de Nariño por el apoyo financiero al proyecto “Caracterización físico-biótica y antrópica de la Reserva Natural Pueblo Viejo”; a Benhur Cerón y Luis Navas, compañeros de investigación, a Mauricio Rodríguez y Diego Martínez por su apoyo con la identificación taxonómica.

Bibliografía

- Camero E., Chamorro C.** 1997. Bioedafología del orden Coleoptera en tres regiones naturales de Colombia. *Suelos Ecuatoriales* 27: 228-230.
- Casasbuenas L., Estupiñán L.** 2007. Efecto del cultivo de papa sobre la fauna edáfica en el páramo de guerrero. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 10(2): 31-42.
- Chamorro C., Zuluaga, D.** 1998. Comunidades bioedáficas de tres regiones naturales de Colombia. *Suelos Ecuatoriales* 28: 269-272.
- Chamorro, C.** 1989. Efecto del uso del suelo sobre la composición edafofaunística de los páramos que circundan la ciudad de Bogotá. *Suelos Ecuatoriales*, 19(1): 48-62.
- Coral, D., Bonilla, C.** 2002. Impacto de las prácticas agrícolas sobre la macrofauna del suelo en la cuenca alta del Lago Guamués, Pasto, Colombia. *Suelos Ecuatoriales* 32: 157-160.
- Feijoo, A., Ochoa, W., Amezcuita, E., Knapp, E.** 1999. Relación entre el ambiente físico del suelo y la fluctuación de lombrices de tierra en áreas de laderas andinas, Colombia. *Suelos Ecuatoriales* 29(1): 76-82.
- García M., Chamorro C.** 1995. Contribución al Conocimiento de la Dinámica Temporal de la Edafofauna en un Bosque Altoandino de la región de Monserrate. En: Mora-Osejo y Sturm (editores). *Estudios Ecológicos del Páramo y del Bos-*

- que Altoandino, Cordillera Oriental de Colombia. Tomo 2. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá, 619-630.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), s.f. Fertilización en diversos cultivos: quinta aproximación, manual de asistencia técnica No. 25. ICA. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales 2007. Sistema de información, estación El Paraíso, municipio de Túquerres. Enero 1987-diciembre 2006.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi 2004. Estudio general de suelos y zonificación de tierras, departamento de Nariño. IGAC. Bogotá.
- Morales J, Sarmiento L.** 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.
- Navas, L., Cerón, B., Ceron, P.** 2008. Caracterización físico-biótica y antrópica de la Reserva Natural Pueblo Viejo, Municipio de Mallama, departamento de Nariño. *Tendencias* **9**(1): 7-46.
- Rangel-Ch. O, Sturm H.** 1994. Consideraciones sobre la vegetación, la productividad primaria neta y la artropofauna asociada en regiones paramunas de la Cordillera Oriental. En: Mora Osejo y Sturm (Editores). Estudios ecológicos del páramo y del Bosque Altoandino, Cordillera Oriental de Colombia, Tomo 1. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá, 47-70.
- Unigarro, A., Burbano, H., Sánchez, M.** 2005. Evaluación de la calidad de suelos *Dystric Cryandept* en el Santuario de Flora y Fauna Galeras, Nariño. *Acta agronómica* **54**(4): 7-12.

Recibido: septiembre 12 de 2008.

Aceptado para su publicación: diciembre 9 de 2008.