

**EVALUACION DE LA MACROFAUNA EN UN SUELO CON COBERTURA DE
MOTILÓN SILVESTRE (*Freziera sp.*) Y PRADERA, EN EL MUNICIPIO DE
PASTO, NARIÑO.¹**

*Evaluation of the macrofauna in a soil associated to wild Motilon (*Freziera sp.*) and a
pasture, in the Pasto-Nariño área¹*

Aida Mery Belalcazar F.² Andrea Milena Calpa J.² Héctor Ordóñez J.³

RESUMEN

El estudio se realizó en la cuenca alta del río Pasto localizada geográficamente entre las coordenadas 1° 0.3' y 1° 16' latitud norte y entre 77° 8' y 77° 22' de longitud oeste de Greenwich y en ella se encuentran las veredas El Carmen y La Huecada pertenecientes al corregimiento de Buesaquillo, al sur oriente de municipio de Pasto, donde el objetivo fue evaluar la abundancia, diversidad, biomasa, y distribución vertical de la macrofauna presente en un suelo con cobertura de motilón silvestre (*freziera sp.*) y una pradera natural. El muestreo se hizo siguiendo la metodología del Tropical Soil Biology and Fertility Programe (TSBF) (Anderson e Ingram 1993). Los resultados indicaron que el suelo con cobertura de Motilón silvestre presenta mayor diversidad (9280 individuos/m²) y biomasa (743,472 g.p.f.m⁻²), a diferencia de la pradera la cual tuvo los niveles más bajos de diversidad (2184 individuos/m²) y biomasa (105,664 g.p.f.m⁻²). En las dos coberturas del suelo evaluadas la mayor abundancia y biomasa se presentaron en los primeros 10 cm de profundidad del suelo. Se identificaron 23 familias siendo la más representativa Formicidae (hormigas) en el Motilón silvestre y 10 familias en la pradera siendo el más representativo pos. Ocnerodrilidae (lombrices de tierra), la diversidad varía de 1,245 para la pradera y 2,246 para el suelo con cobertura de Motilón silvestre según el índice de Shannon.

1 Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo. 2010

2 Estudiante, Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, E-mail: aidita.20@hotmail.com. amilec1487@gmail.com.

3 Ingeniero Agroforestal. M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. hectoramiro@hotmail.com

PALABRAS CLAVES: macrofauna del suelo, motilón silvestre, pradera, abundancia, diversidad, distribución vertical.

ABSTRACT

This study was carry out in the high catchment area of the *Rio Pasto* located between 1° 0.3' and 1° 16' north latitude and 77° 8' and 77° 22' west longitude of Greenwich and in there was located two small villages called *El Carmen* and *La Huecada* belonging to Buesaquillo's, located in the south east of the municipality of Pasto, where the objective was to evaluate the abundance, diversity, biomass and the macrofauna's vertical distribution present in a soil associated with motilon silvestre (*freziera sp.*) and a meadow. The survey was developed following the methodology of Soil Biology and Fertility Programe (TSBF) (Anderson e Ingram 1993). Results showed that a covered Motilon Silvestre soil present a major biodiversity (9280 individuals/m²) and biomass (743,472 g.p.f.m⁻²), in diference to a meadow, in which was determinate the lower levels of biodiversity (2184 individuals/m²) and biomass (105,664 g.p.f.m⁻²). In the two evaluated systems the higher abundance and biomass was presented in the first ten centimeters of soil depth. 23 Families was identificated, the most representative in the motilon Silvestre was Formicidae, 10 families was identificated in the meadow, the most representative was Ocneroдрilidae, diversity vary from 1,245 for meadow and 2,246 for the Motilon Silvestre covered soil according with Shannon's index.

KEY WORDS: Soil Macrofauna, motilon silvestre, meadow, abundace, diversity, vertical distribution.

INTRODUCCION

Actualmente la producción agropecuaria y silvícola se ha enfocado en promover la utilización de insumos biológicos y de buenas prácticas culturales, con el fin de hacer más sostenibles los recursos naturales y mantener la biodiversidad. Una estrategia válida para este tipo de agricultura es la utilización de organismos (habitantes naturales del suelo) benéficos para la planta, por lo que se hace necesario conocerlos con el fin de utilizarlos de manera racional, razón por la cual se justifico realizar la presente investigación donde se

incluye un ecosistema natural y un sistema productivo. Se analizó el efecto de una especie silvestre (*Freziera sp*) y un agroecosistema (pastura natural) con respecto a la recolonización de la macrofauna que conlleven a determinar no solo su importancia en los sistemas actuales sino también el impacto beneficio para las generaciones futuras.

De este modo, los estudios acerca de la fauna del suelo y su comportamiento ecológico son importantes, tanto para la evaluación de la calidad del suelo, como para el conocimiento de la dinámica de los sistemas de producción (Paoletti y Bressan, 1966).

El suelo como parte del sistema natural y social cumple funciones que son de naturaleza biológica, alimentaria, depuradora, y de soporte mecánico; alberga gran número de especies animales y vegetales responsables de la actividad biológica esencial para la formación, funcionamiento y fertilidad que es, además, fuente de numerosos elementos esenciales para la vida de las plantas y animales. (Gupta, et al., 1996).

Las potencialidades de las especies leñosas nativas a nivel nacional y regional constituyen una gran alternativa de reforestación y restauración. Especies como el motilón silvestre (*Freziera sp.*), son muy importantes por la protección que brindan al suelo contra la erosión y el papel que juegan a la hora de amortiguar las fluctuaciones climáticas. Además, es centro de conservación de la fauna e interviene en los procesos de formación y fertilización de los suelos pues existen agentes biológicos cuya acción contribuyen a acelerar la velocidad de este proceso en los bosques. (García, et. al., 1995).

En los bosques, la diversidad y la abundancia de las comunidades de macro-invertebrados pueden ser usadas como indicador de la calidad del suelo (Stork et. al., 1992), toda vez que las lombrices de tierra y la fauna del suelo, en general, influyen en la dinámica de sus procesos químicos.

Los invertebrados terrestres juegan un papel importante en la productividad de los ecosistemas, no solo como plagas o vectores patógenos, sino también como benefactores por su capacidad de alterar el ambiente superficial y edáfico en el cual se desarrollan las

plantas (Lavelle et al. 1994). Los invertebrados – plagas reciben mucha atención y representan enormes gastos por parte agricultores e investigadores, mientras que los invertebrados benéficos reciben relativamente poca atención. Generalmente se da por hecho su acción y en pocas ocasiones se hace algún cambio en el manejo del ecosistema para beneficiarlos, sin embargo es probable que la degradación física y química del suelo, como la pérdida de su estructura (por efecto de la erosión, sedimentación, disgregación o compactación) y fertilidad (materia orgánica y nutrientes), están íntimamente relacionados con la disminución de las poblaciones o la pérdida cuantitativa y o cualitativa de invertebrados claves de la macrofauna regulando el ciclo de la materia orgánica y la producción de estructuras físicas biogénicas (Lavelle 2000, Pankhurst et al. 1994, 1997)

Por lo anterior, este estudio tuvo como objetivos: evaluar la abundancia, diversidad, la biomasa, y la distribución vertical de la macrofauna presente en un suelo asociado a motilon silvestre (*freziera sp.*) y una pradera, en el municipio de Pasto, departamento de Nariño.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la cuenca alta del río Pasto localizada geográficamente entre las coordenadas 1° 0.3' y 1° 16' latitud norte y entre 77° 8' y 77° 22' de longitud oeste de Greenwich y en ella se encuentran las veredas El Carmen y la Huecada pertenecientes al corregimiento de Buesaquillo, al sur oriente de municipio de Pasto, a una altura de 2800 a 3010 msnm respectivamente y en zonas de ladera con pendientes entre el 30 y el 70%. Según CORPONARIÑO (1999), El corregimiento de Buesaquillo, dista 6 km aproximadamente de la ciudad de Pasto, la temperatura oscila entre 3 y 9 °C, la precipitación promedio anual de 1000 mm. Con base en los estudios realizados por el IGAC, los suelos objeto de estudio están clasificados taxonómicamente a nivel de sub-grupo como Dystric Haplustand.

Se realizó un recorrido de campo por el área objeto de estudio, con el fin de determinar los sitios donde se tomó la información primaria, teniendo en cuenta que el ecosistema boscoso está conformado principalmente por el género *Freziera sp.*, especialmente por la especie

Freziera canescens, por ser la especie más abundante y de mayor importancia para los habitantes de la región. El otro lugar de muestreo fue un sistema productivo (pradera) constituido por pastos naturales como Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), trébol (*Trifolium sp.*) y diente de león (*Taraxacum officinale*) en donde se realiza un pastoreo de ganado vacuno sin ninguna práctica de manejo; esta actividad agropecuaria es característica en el trópico de altura.

Para la realización del muestreo se utilizó la metodología del Programa Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) (Anderson e Ingram 1993), la cual fue modificada en el número de muestras, es decir, en lugar de utilizar diez (10) muestras por uso de suelo como lo recomienda dicha metodología, únicamente se tomó seis (6), dadas las condiciones de homogeneidad de usos de suelo, tipo de suelo, vegetación presente, condiciones ambientales y manejo de los agricultores en la zona (Bonilla, Burbano y Castro, 2007). La toma de muestras se realizó con intervalos de 1 mes.

Identificados los sitios de muestreo se sacaron monolitos de dimensiones 25 x 25 x 30 centímetros de profundidad, que corresponden a un área de 0.0625 m². Una vez aislado el monolito, se separó la hojarasca, y las capas de 0 – 10 cm, 10 – 20 cm, 20 – 30 cm en bolsas plásticas debidamente rotuladas e identificadas. El material (suelo) se llevó a las instalaciones de los laboratorios de especializados de la Universidad de Nariño – Torobajo, donde se realizó la extracción de la macrofauna del suelo, se utilizó la metodología de extracción visual - manual descrita por Nelson (1962); los artrópodos se conservaron en alcohol al 70 % y los oligoquetos en formol al 5 %. Con ayuda de un estereoscopio, se procedió a separar los individuos por grupos taxonómicos hasta nivel de familia, basados en claves taxonómicas, se contabilizaron y se determinó su masa mediante una balanza de precisión.

A partir de los datos obtenidos, se estimó para cada tratamiento (cobertura del suelo):

Densidad de la macrofauna, expresada en número de individuos por metro cuadrado (individuos/m²), donde se hizo el respectivo conteo de los diferentes organismos

pertenecientes a cada una de las familias encontradas en las áreas debidamente marcadas en el muestreo, en los dos sistemas de uso del suelo (Bosque secundario de Motilón Silvestre (*Freziera sp.*) y pradera).

Biomasa de la macrofauna, expresada en gramos por metro cuadrado (g/m^2). Una vez contados y clasificados los diferentes organismos por su orden y familia se determinó su peso utilizando una balanza de precisión, tarea que se realizó en cada muestreo para las dos coberturas del suelo (Motilón Silvestre (*Freziera sp.*) y pradera).

Se analizó la riqueza relacionada al número de familias en cada zona, la diversidad a través de los índices de Shannon y Simpson y la similaridad entre zonas y estratos con el índice de Jaccard, con los programas Past versión 2.02 Bio Dap (1998)

Para la caracterización de los suelos se realizó un análisis químico, correspondientes a los dos sistemas de uso del suelo estudiados. (Anexo 1)

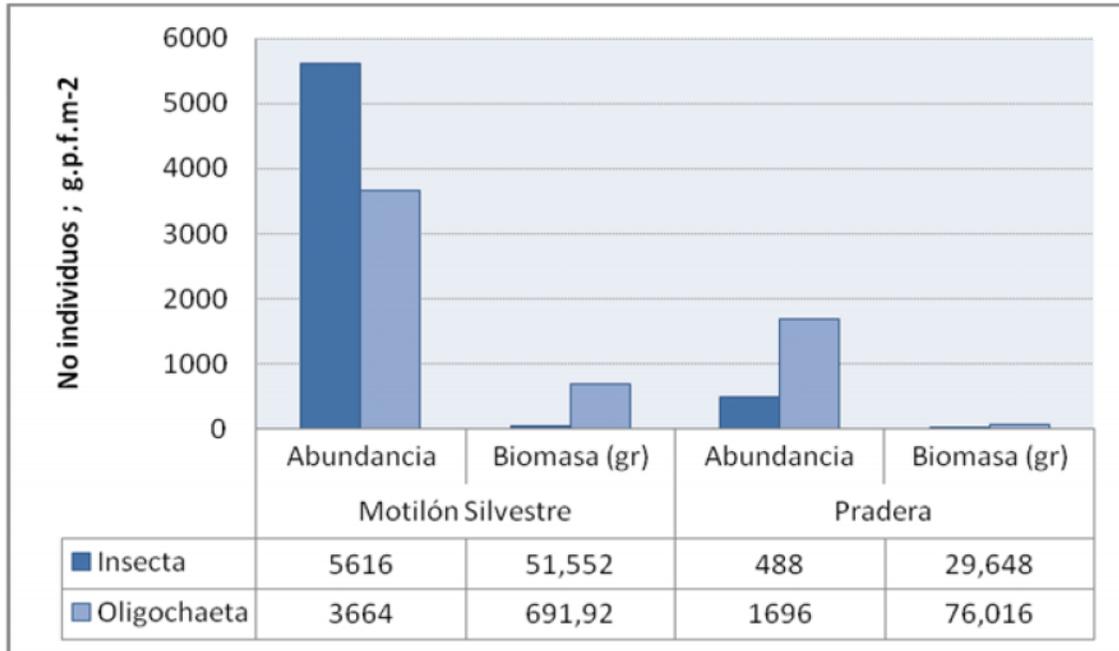
Para el análisis de la biomasa y la abundancia comprendida en cada tratamiento correspondiente a los dos sistemas de uso de suelo (bosque asociado a Motilón silvestre (*Freziera sp.*) y pradera), se realizó una prueba Tukey, para determinar si existen o no diferencias estadísticamente significativas en cada uno de ellos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ABUNDANCIA:

El promedio de organismos encontrados fue de 11424 individuos/ m^2 distribuidos en 2 clases (Insecta y Oligochaeta), destacándose la zona de Motilón silvestre con mayor abundancia y biomasa. Los resultados coinciden con los trabajos realizados en bosques con cobertura de *Nothofagus pumilio* (Covarrubias 1989; Covarrubias et al. 1992) donde se ha comprobado que el tipo de vegetación influye sobre la abundancia de macrofauna. (Figura 1)

Figura 1. Abundancia y Biomasa distribuida por clases.



Los órdenes más abundantes en Motilón silvestre fueron Haplotáxida (lombrices de tierra) con 3664 individuos/m² (32,07%), Hymenóptera (hormigas) con 2224 individuos/m² (19,47%) y Coleóptera (cucarrones) con 1984 individuos/m² (17,37%). Estos órdenes suman el 68.91% de la abundancia total encontrada en las dos coberturas del suelo evaluadas. (Cuadro 1)

La pradera contó con una abundancia de 2144 individuos/m² (18,77%) sobresaliendo el orden Haplotáxida (lombrices de tierra) con 1696 individuos/m² (14,85%), Coleóptera (cucarrones) con 384 individuos/m² (3,36%) y Hemíptera (chinches) con 32 individuos/m² (0,28%), estos resultados reflejan la afirmación de Villalobos et al (2000) en la cual ratifica que las poblaciones están desapareciendo debido a la perturbación ejercida sobre el medio por las actividades humanas. (Cuadro 1)

La prueba de comparación de medias de Tukey para el índice de abundancia entre las dos coberturas del suelo, muestra que hay diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confiabilidad del 95%

Cuadro 1. Abundancia (individuos/m²) y Biomasa (g.p.f.m⁻²) de macroorganismos en dos coberturas de suelo

COBERTURA DEL SUELO								
ORDEN	MOTILON SILVESTRE				PRADERA			
	ABUNDANCIA	%	BIOMASA	%	ABUNDANCIA	%	BIOMASA	%
Blattodea	48	0,42	0,096	0,0008	16	0,14	0,08	0
Coleoptera	1984	17,37	48,56	0,4251	384	3,36	27,28	0,24
Collembola	16	0,14	0,016	0,0001	0	0,00	0	0
Diplura	832	7,28	1,264	0,0111	0	0,00	0	0
Diptera	96	0,84	0,128	0,0011	0	0,00	0	0
Haplotaxida	3664	32,07	691,92	6,0567	1696	14,85	76,016	0,67
Hemiptera	368	3,22	0,48	0,0042	32	0,28	0,352	0
Hymenoptera	2224	19,47	0,48	0,0042	16	0,14	1,936	0,02
Psocoptera	16	0,14	<0,001	<0,001	0	0,00	0	0
Sin Identificar	32	0,28	0,528	0,0046	0	0,00	0	0
TOTAL	9280	81,23	743,472	6,50	2144	18,77	105,664	0,92

BIOMASA

El suelo con cobertura de Motilón silvestre obtuvo el mayor valor con 743,472 g.p.f.m⁻² y en la pradera se encontró 105,664 g.p.f.m⁻² (Tabla 1), este resultado se explica ya que la presencia de los árboles naturalmente o por su establecimiento en sistemas de producción, es una de las principales estrategias para mantener la diversidad y por ende su biomasa debido a que proveen un hábitad adecuado para numerosas especies, en sus diferentes estratos (Rodríguez, 2005). Según Bonilla *et al.*, (2007), afirman que la biomasa de artrópodos se favorece cuando la labranza realizada por agricultores ya sea por herramientas o maquinaria pesada y el continuo sobrepastoreo no se realizan, donde no se perturba el hábitad de los diferentes organismos del suelo que se desarrollan en este medio.

La prueba de comparación de medias de Tukey para el índice de biomasa en las dos coberturas del suelo evidencia que hay diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confiabilidad del 95%.

DISTRIBUCION VERTICAL

La distribución vertical para cada una de las coberturas de suelo muestran que el mayor número de organismos para el suelo con cobertura de Motilón silvestre se encuentra en el estrato de 0-10 cm con una abundancia de 4800 individuos/ m². (Cuadro 2)

Cuadro 2. Distribución vertical de la macrofauna en el suelo con cobertura de Motilón silvestre.

Familia	Motilón silvestre			
	Mantillo	0-10cm	10-20cm	20-30cm
Blattidae	48	0	0	0
Campodeidae	80	0	0	0
Cantharidae	16	0	0	0
Carabidae	16	0	0	16
Cicadellidae	48	0	0	0
Curculionidae	272	240	192	192
Delphacidae	0	16	0	0
Diptera sp.1	80	0	0	0
Enicocephalidae	0	0	32	32
Entomobryidae	16	0	0	0
Formicidae	160	2048	0	0
Hemiptera sp.1	192	32	0	0
Hymenoptera sp.1	0	16	0	0
Japygidae	416	272	48	16
Melolonthidae	96	192	64	0
pos. Glossoscolecidae	736	1008	416	272
pos. Ocnodrilidae	32	464	240	0
Pseudococcidae	16	0	0	0
Psocoptera sp.1	0	16	0	0
Ptilidae	16	0	0	0
Scarabaeidae	0	16	0	0
Staphylinidae	224	96	32	32
Tephritidae	16	0	0	0
Sin identificar	192	384	144	80
Total	2672	4800	1168	640

En la pradera se localiza en el mantillo con una abundancia de 1296 individuos/ m². (Cuadro 3)

Cuadro 3. Distribución vertical de la macrofauna en el suelo con cobertura de pradera.

Familia	Pradera			
	Mantillo	0-10cm	10-20cm	20-30cm
Blattidae	16	0	0	0
Cercopidae	16	0	0	0
Curculionidae	32	0	0	0
Elateridae	32	16	0	0
Hemiptera sp.1	16	0	0	0
Hymenoptera sp.1	16	0	0	0
Melolonthidae	96	0	0	0
pos. Glossoscolecidae	96	224	64	96
pos. Ocnodrilidae	784	16	0	0
Staphylinidae	48	0	0	0
Sin identificar	144	128	144	160
Total	1296	384	208	256

Esto se explica porque la mayor parte del alimento orgánico proviene de la capa vegetal (y de otros animales) que recubren el suelo y por lo tanto, la diversidad y la biomasa de los macro-invertebrados va a ser mayor en los estratos menos profundos (Navia, 2003). Al igual que ocurre en la mayoría de los ecosistemas, la diversidad faunística disminuye a medida que se profundiza en el perfil del suelo (Arévalo, 1997; Camero 2002; Rodríguez, 2004)

En el Motilón silvestre la familia Formicidae (hormigas) presenta un mayor número de macro-invertebrados que aportan a la distribución vertical con relación a otras familias. (Figura 2)

En la pradera el mayor aporte lo hace la familia pos. Ocnodrilidae (lombrices de tierra) con respecto a las demás familias. (Figura 3)

Figura 2. Aporte de la macrofauna a la distribución vertical en un suelo con cobertura de Motilón silvestre.

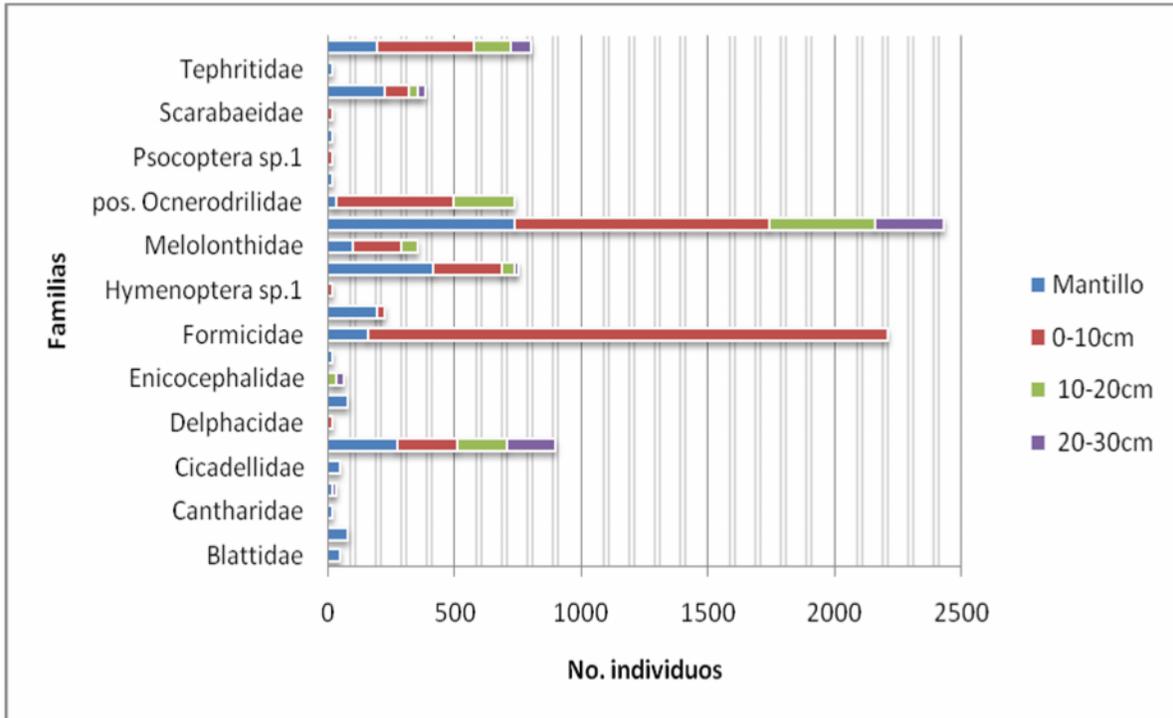
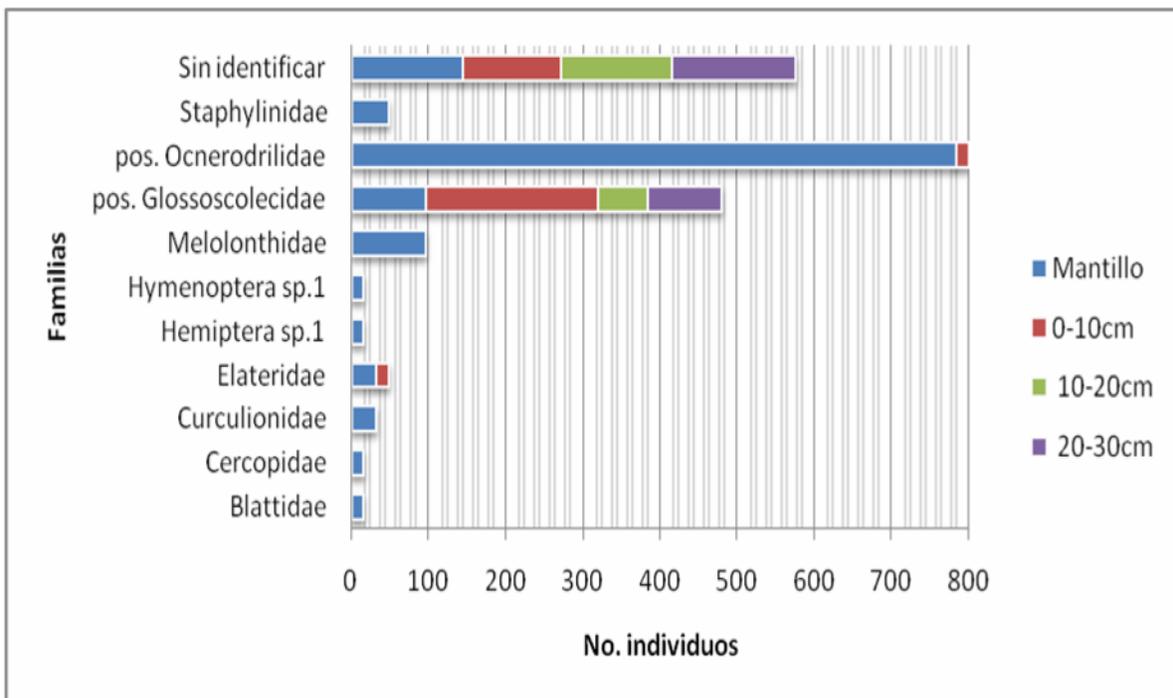


Figura 3. Aporte de la macrofauna a la distribución vertical en un suelo con cobertura de Pradera.



DIVERSIDAD Y RIQUEZA

Se identifico 23 familias en el suelo con cobertura de Motilón silvestre presentando la mayor diversidad, esto debido a que presentan una alta riqueza (número de familias) y abundancia. Por el contrario en la pradera natural se encontraron 10 familias. Con respecto a la similitud, el índice de Jaccard indica que comparten el 51% del total de familias identificadas, siendo el suelo con cobertura de Motilón silvestre el más diverso ($H'=2.05$) estos resultados concuerdan con los reportados por Patiño (1995), cuando evaluó en diferentes ecosistemas del Valle del Cauca y halló el mayor índice de diversidad (riqueza) para todos los artrópodos en el bosque, de igual forma con los resultados de Patiño (1988), quien afirma que en los monocultivos se disminuye considerablemente la fauna de artrópodos del suelo tanto en diversidad como en abundancia relativa. (Cuadro 4)

En la zona de Pradera y Motilón silvestre los dos primeros estratos presentan los mayores valores de riqueza (número de familias) y abundancia, donde las familias del grupo de las lombrices (pos. Glossoscolecidae y pos. Ocnerodrilidae) son las que predominan. En la zona de Motilón además se destacan Curculionidae, Japygidae y Melolonthidae, mientras que en la zona de pradera fue Melolonthidae, es importante resaltar además en esta zona que en los dos estratos más profundos solo se presentó la familia pos. Glossoscolecidae

Cuadro 4. Valores de similitud de Jaccard y diversidad de fauna observada en dos coberturas de suelo en el corregimiento de Buesaquillo.

	Motilón	Pradera
Motilón	1	0,51
Pradera	*	1
Shannon	2.05	1.36
Simpson	1.80	0.35
N° Familias	23	10
N° Organismos	9280	2144

En el suelo con cobertura de Motilón silvestre, el mantillo registra la mayor diversidad, una alta riqueza de número de especies, pero es en el estrato 0-10 cm donde se encuentra el

mayor numero de individuos/ m². Cabe anotar que el 46% de las familias identificadas están distribuidas entre los 0 y 20 cm de profundidad. (Cuadro 5)

Cuadro 5. Valores de similitud de Jaccard y diversidad de fauna observada en un suelo con cobertura de Motilon silvestre en el corregimiento de Buesaquillo discriminada por estratos.

MOTILON	Mantillo	0-10cm	10-20 cm	20-30cm
Mantillo	1	0.36	0.31	0.26
0-10cm	*	1	0.46	0.28
10-20 cm	*	*	1	0.62
20-30cm	*	*	*	1
Número de especies	18	12	7	6
Número de individuos	2480	4416	1024	560
Shannon	2,246	1,597	1,553	1,248
Simpson	0,1513	0,2874	0,2632	0,3616

En la pradera, el mantillo registra la mayor diversidad, una alta riqueza de número de especies, al igual que el mayor numero de individuos/ m². La composición de especies entre los estratos de 10-20 y 20-30 cm comparten el 100% de las especies, sin embargo si se observa la cantidad de familias que hay en estos estratos es muy bajo, así que es importante mencionar que el 33% de los organismos se encuentran distribuidos en los tres últimos estratos. (Cuadro 6)

Cuadro 6. Valores de similitud de Jaccard y diversidad de fauna observada en una pradera natural en el corregimiento de Buesaquillo discriminada por estratos.

PRADERA	Mantillo	0-10cm	10-20 cm	20-30cm
Mantillo	1	0.30	0.10	0.10
0-10cm	*	1	0.33	0.33
10-20 cm	*	*	1	1
20-30cm	*	*	*	1
Número de especies	10	3	1	1
Número de individuos	1152	256	64	96
Shannon	1,245	0,4634	0	0
Simpson	0,4811	0,7734	1	1

Anexo 1. Resultado análisis de suelos.

PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	COBERTURA DEL SUELO	
		PRADERA	MOTILON SILVESTRE
PARAMETROS QUIMICOS			
pH, Potenciómetro Suelo:Agua (1:1)		4,8	4,9
Materia Orgánica	%	26,6	21,6
Fósforo disponible	mg/Kg	1,66	0,629
Capacidad Intercambio	cmolcarga/Kg	70,6	52,9
Calcio de Cambio		0,943	3,81
Magnesio de Cambio		0,339	1,05
Potasio de Cambio		0,42	0,339
Aluminio de Cambio		2,12	1,37
Hierro		378	205
Manganeso		11,9	15,8
Cobre	mg/Kg	0,413	0,829
Zinc		20,7	24,4
Boro		0,185	0,047
Nitrógeno Total		%	0,739
Carbono Orgánico	%	15,4	12,5
Azufre disponible	mg/Kg	0,419	0,705
PARAMETROS FISICOS			
F:Franco, Ar:Arcilloso,A:Arenoso, L:limoso	Grado Textural	F	F
Densidad Aparente	g/cc	0,67	0,68

CONCLUSIONES

La macrofauna del suelo en cuanto a abundancia, riqueza, biomasa, diversidad y distribución vertical depende en gran parte de la cobertura del suelo y de la profundidad del muestreo.

El bosque, por ser el menos perturbado y gracias a la cobertura que este proporciona a los individuos y organismos habitantes del suelo obtuvo los mayores promedios de abundancia, riqueza, biomasa y diversidad.

Los promedios más altos para distribución vertical en cuanto a abundancia, riqueza, biomasa y diversidad se registraron entre los estratos Mantillo y 0-10 cm que es donde está la mayor parte del alimento requerido por los organismos del suelo.

Los resultados obtenidos en la presente investigación indican que el orden Haplotáxida (lombrices de tierra) es un componente importante de la macrofauna edáfica dentro de los dos usos del suelo, al presentar los mayores promedios de abundancia en ambos sistemas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Nariño; a nuestros familiares y amigos; al Doctor Tulio Cesar Lagos; a los docentes: Héctor Ordoñez, Hernán Burbano, Efrén Insuasty Santacruz; a la bióloga Martha Romo que contribuyó de manera significativa en la realización de este trabajo de investigación.

BIBLIOGRAFIA

ANDERSON, J. and INGRAM, J. 1993 Tropical soil biology and fertility programme. A handbook of methods. Wallingford: second edition. CAB International, TSBF.

ARÉVALO C. 1997. Caracterización estratigráfica de insectos en la Amazonía colombiana. Trabajo de Grado. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

ASCUNTAR, F. BURGOS, J. Evaluación de la macrofauna del suelo asociada al cultivo de fique *Furcraea gigantea* L en el municipio del Tambo, Nariño, 2009, Trabajo de grado (I.A) Universidad de Nariño, 14

BONILLA, C; BURBANO, H; CASTRO, J. Abundancia y biomasa de organismos edáficos en tres usos del terreno en el altiplano de Pasto, Colombia. 2007. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Valle, Colombia.

CAMERO-R. E. 2002. Fauna del suelo en bosques y cafetales de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Acta Biológica Colombiana. 7(2): 17-28.

CORPONARIÑO, Actualización del plan de ordenamiento de la cuenca alta del río Pasto. Castañeda Álvaro. 1999, 117 p.

COVARRUBIAS, R. 1989. Datos sobre fauna de microartrópodos, en un ciclo anual en diferentes sustratos de un bosque de *Nothofagus pumilio*. Acta Entomológica Chilena. 15: 131 - 142.

COVARRUBIAS, R., C. Covarrubias & I. Mellado. 1992. Microartrópodos en suelos de bosques de *Nothofagus pumilio* en parques nacionales de Chile. Acta Entomológica Chilena. 17: 195 - 210.

GARCIA, M.; CHAMORRO, C., Contribución al conocimiento de la dinámica temporal de la edafofauna en un bosque altoandino de la región de Monserrate, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, 1995. Pag. 619 – 630.

GUPTA; MALIK. Citados por UNIGARRO, Alberto. Evaluación de la calidad de un suelo Dystric Cryandept mediante la determinación de algunas propiedades biológicas, químicas y físicas, en el Santuario de Flora y Fauna Galeras, Nariño, Palmira, 2005, 148 p. Trabajo de grado (M. Sc.). Universidad Nacional de Colombia.

LAVELLE, P. DANGERFIELD, C. FRAGOSO, V. ESCHENBRENNER, D. LOPEZ, B. PASHANASI & BRUSSAARD. 1994. The relationship between soil macrofauna and tropical soilfertility. In. Woomer, P.L. and M.J. Swilf, The biological management of tropical soil fertility. TSBF. A Wiley-Sacey Publication. P 137 – 169.

LAVELLE, P., Diversity of soil fauna and ecosystem function. Biology International, 33: 3 – 16. 1996.

PAOLETTI, M. and BRESSAN, M. 1996. Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance. *Critical Review in Plant Sciences*, v.15, p.21-62.

MADROÑERO, D. LOPEZ, D. Evaluación de la macrofauna del suelo en tres sistemas productivos en la vereda Estacio Roso, municipio de Samaniego, departamento de Nariño. 2009, Trabajo de grado (I.AF) Universidad de Nariño, p. 20

NAVIA, J. 2003. Impacto de los diferentes sistemas de uso de la tierra sobre la biota del suelo en el departamento del Cauca. Palmira, Valle del Cauca. Colombia. Proyecto para Doctorado en Ciencias Agrarias: Énfasis en suelos. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, escuela de Postgrados. Palmira. pp 6-12.

PATIÑO. H. 1988. *Ecología y Sociedad*. Tercer mundo Editores, Bogotá, 192 p.

PATIÑO, L. 1995. Estudios sobre la diversidad de la artropofauna (insectos y ácaros) del suelo en diferentes ecosistemas en el valle del cauca. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 11

RODRÍGUEZ C, 2005. Caracterización físico-química del suelo en tres coberturas vegetales y su relación con la macrofauna del suelo en la vereda La Josefina municipio de Pasto, Nariño, 2005. Trabajo de grado (Ingeniera Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal.

STORK, N.E.; EGGLETON, P. 1992. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. En: *Amer. Jour. Altern. Agricul.* 7:38-47.

RODRÍGUEZ I. 2004. Insectos asociados al suelo en un transecto geográfico del Bosque Municipal de Mariquita (Tolima). Tesis de Grado. Departamento de Biología. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

VILLALOBOS, F.J., R. ORTIZ-PULIDO, C. MOHERNÁNDEZ, H. 2000. Patrones de la macrofauna edáfica en un cultivo de Zea maíz durante la fase postcosecha en la Mancha Veracruz, México, Facultad de ciencias agropecuarias, Universidad Autónoma del estado de Morelos *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 80: 167-183.

UNIGARRO, Alberto, Evaluación de la calidad de un suelo Dystric Cryandept mediante la determinación de algunas propiedades biológicas, químicas y físicas, en el Santuario de Flora y Fauna Galeras, Nariño. Palmira, Valle del Cauca, 2005, p. 4. Trabajo de grado (M. Sc.) Universidad Nacional de Colombia. 148 p.

http://www.siar.cl/docs/protocolos/Det_textura_suelo.pdf (Consulta: Julio de 2010)