

EVALUACION DE LA MACROFAUNA DEL SUELO ASOCIADA AL CULTIVO DE FIQUE *Furcraea gigantea* L. EN EL MUNICIPIO DE EL TAMBO, NARIÑO.¹

Evaluation of soil associated macrofauna crop fique *Furcraea gigantea* l. in the municipality of El Tambo, Nariño .¹

Fernando Javier Ascuntar A.² Jesús Enrique Burgos G.² Hernán Burbano O.³

RESUMEN

Se cuantificó la biodiversidad, abundancia y biomasa de la macrofauna en dos usos del suelo utilizando la metodología propuesta por el programa T.S.B.F. Se realizaron diez muestreos, cada ocho días, espaciados diez metros, en cada sistema de uso de suelo se extrajo un monolito de 0,25 cm * 0,25 cm y 30 cm de profundidad el cual se dividió en cuatro estratos, en el se procedió a la extracción de los organismos en forma manual y a simple vista.

La mayor biodiversidad la presentó la pradera ($H' = 1,67$), la abundancia de especies fue mayor en el sistema fique con 20368 individuos, contrario a la biomasa que fue más alta en el sistema pradera con 648,9 g.p.f. (gramos peso fresco) m^{-2} .

Se identificaron 23 familias correspondientes a 9 órdenes taxonómicos, siendo la familia Staphylinidae (Coleoptera) la más abundante en fique con 589 individuos $0,062 m^{-2}$ y Formicidae (Hymenoptera) en pradera con 253 individuos $0,062 m^{-2}$, mientras que a nivel de biomasa los mayores aportes lo hicieron las comunidades de lombrices (Haplotaxida) y coleópteros con 60,92 g.p.f. m^{-2} y 10,36 g.p.f. m^{-2} respectivamente.

En los dos sistemas evaluados la mayor abundancia se presentó en los 10 primeros cm de suelo, con 952 organismos $0,062 m^{-2}$, en este estrato se presentó la mayor biomasa con 43,76 g.p.f. $0,062 m^{-2}$.

Este estudio permitió reconocer el papel de la macrofauna del suelo como grupo sensible al impacto de diferentes usos del suelo, además se proyecta como una herramienta útil para evaluar otros sistemas de uso.

Palabras claves: macrofauna del suelo, biodiversidad, abundancia, biomasa, uso del suelo.

¹ Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo. 2009

² Estudiante, Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, E-mail: fernandoas_1986@hotmail.com, jeburgos551@gmail.com.

³ Ingeniero Agrónomo. M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. hernanburbano@gmail.com

ABSTRACT

The amounts of the biodiversity, abundance and biomass of the macrofauna in different land uses using the methodology proposed by the program Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF). The organisms' extraction was performed of manual way and just looking. Ten surveys were conducted, each eight days, spaced ten meters. In each land use system was extracted a monolith of 0,25 cm * 0,25 cm and 30 cm depth, which was divided into four strata. Then were proceeded to manual and just looking extraction individuals.

The most biodiverse meadow introduced ($H' = 1.67$), species abundance was higher in the fique system with 20368 individuals, contrary to biomass that was higher in the meadow system with 648,9 g.p.f. (grams wet weight) m^{-2} .

Were identified 23 families living in 9 taxonomic orders, since the family Staphylinidae (Coleoptera) the most abundant with 589 individuals fique 0,062 m^{-2} and Formicidae (Hymenoptera) in meadow with 253 individuals 0,062 m^{-2} , while biomass at the greatest contributions did the communities of worms (Haplotaxida) and beetles with g.p.f. 60.92 m^{-2} and 10.36 g.p.f. m^{-2} respectively.

In the two evaluated systems was presented the greatest abundance in the top 10 cm of soil, with 952 bodies 0,062 m^{-2} in this profile had higher biomass with 43.76 g.p.f. 0,062 m^{-2} .

This study allowed to recognize the role of soil macrofauna as a sensitive to the impact of different land uses, it is also seen as a useful tool to evaluate other systems uses.

Key words: Soil macrofauna, biodiversity, abundance, biomass, land use.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del fique es uno de los principales medios de sustento para las familias campesinas de las zonas marginadas de clima frío moderado de Colombia. Los principales departamentos productores de fique, en Colombia, se ubican en la región andina; se calcula en 72 los municipios productores de fique. Nariño (7292 has), Cauca (6592 has), y Santander (3798 has), presentan la mayor área cultivada. Los empleos generados en Colombia, durante 2002 – 2008 por la actividad fiquera se estiman a partir de las evaluaciones agropecuarias del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), en 12.637 empleos directos por año (MADR, *et al.*, 2008).

El suelo es el hábitat natural tanto de microorganismos como animales invertebrados, que presentan una gran variedad de tamaños y metabolismos, los cuales son responsables de innumerables funciones, constituyendo lo que se denomina “biota del suelo” (Swift *et al.*, 1979). La biota del suelo, principalmente la macrofauna, desarrolla un papel importante en procesos edáficos como: ciclaje de nutrientes, descomposición de la materia orgánica y,

mejora de los atributos físicos como agregación, porosidad, infiltración de agua y el funcionamiento biológico del suelo (Sanginga, *et al.*, 1992).

La macrofauna del suelo es muy sensible a alteraciones en diferentes grados de intensidad en función de los cambios de hábitat, disponibilidad de alimento, creación de microclimas y competencia intra e interespecífica (Assad, 1997), lo que a su vez, tales cambios en las comunidades pueden tener implicaciones en el propio funcionamiento del suelo (Decaens 2004).

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

La cuantificación de la macrofauna presente en un suelo cultivado, comparado con la cuantificación de la macrofauna en un ecosistema natural, nos permite conocer el grado de degradación de éste, ya que generalmente sistemas de monocultivo, al suministrar un único sustrato de alimento, propician el desarrollo de determinados grupos faunísticos en detrimento de otros (Assad, 1997).

Según el MADR (2004) la mayor parte de la actividad figuera en el país se desarrolla en sitios donde la tierra no es muy buena, presenta serios indicios de erosión y pérdida de fertilidad. Es tal vez por esto que los campesinos tienen la arraigada creencia de que esta es una planta que deteriora los suelos.

Por lo anterior, este estudio tuvo como objetivos: evaluar la abundancia, la biomasa, y la distribución vertical de la macrofauna presente en un suelo asociado al cultivo de fique y determinar la diversidad de organismos comparados con una pradera natural, en la zona figuera del municipio de El Tambo, Nariño.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el corregimiento de Tanguana, municipio de El Tambo, departamento de Nariño, ubicado a 2200 m.s.n.m., con temperatura promedio de 22 °C y precipitación pluvial de 1199 mm año⁻¹.

Para la evaluación de la macrofauna del suelo se seleccionaron lotes contiguos, con diferentes sistemas de uso del suelo: cultivo de fique *Furcraea gigantea* L. en sistema de monocultivo, sembrado a 1.5 x 2 m y pradera natural con predominio de kikuyo *Pennisetum clandestinum* Hochst.; Establecidos hace más de 15 años y con manejo agronómico sin el uso de agroquímicos.

Para la caracterización de los suelos se realizaron dos análisis químicos de suelo en donde se encontraron características químicas similares en los dos sistemas de uso. (Cuadro 1)

Cuadro 1. Resultado análisis químico de suelos.

PARAMETROS QUIMICOS			
PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	SISTEMA DE CULTIVO	
		FIQUE	PRADERA
pH , potenciómetro Suelo: Agua (1:1)		4,9	5,1
Materia Orgánica	%	11,6	9,69
Fósforo Disponible	mgKg ⁻¹	2,76	3,26
Capacidad intercambio	cmol(+)Kg ⁻¹	30,6	26,2
Calcio de cambio		3,28	6,01
Magnesio de cambio		0,738	1,11
Potasio de cambio		1,39	2,32
Aluminio de cambio		0,89	0,11
Hierro	mgKg ⁻¹	98,4	152
Manganeso		2,7	8,7
Cobre		0,45	1,08
Zinc		0,16	0,85
Boro		0,061	0,157
Nitrógeno Total	%	0,46	0,39
Carbono Orgánico		6,73	5,72
Azufre disponible	mgKg ⁻¹	2,65	6,81
PARAMETROS FISICOS			
Textura		Franco	Franco
Densidad aparente	MgKg ⁻¹	0,86	0,81

La pradera corresponde a un sistema semejante a un ecosistema natural donde la influencia de factores antropicos es mínima por tal razón se constituye en el testigo para la evaluación de macrofauna de este trabajo de investigación.

Para el muestreo, se utilizó la metodología del TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) descrito por Anderson e Ingram (1993). Entre los meses de enero a marzo de 2009, se realizaron 10 muestreos, con intervalos de 8 días. Para el efecto se trazo un transecto de 100 metros a lo largo de la pradera y en fique a un metro de distancia desde la base de las plantas, definiendo los puntos de muestreo en cada lote, separados entre sí por 10 metros.

En cada muestreo se extrajo un monolito de 25 cm x 25 cm x 30 cm de volumen de suelo, para cada uno de los sitios seleccionados. Este posteriormente se dividió en submuestras: Mantillo, 0 – 10 cm, 10 – 20 cm y 20 – 30 cm de profundidad, las cuales se colocaron en bolsas plásticas y fueron llevadas a las instalaciones de los laboratorios de suelos de la Universidad de Nariño. Para la extracción de los organismos, 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.

Los datos obtenidos, sirvieron para determinar la abundancia (No. Individuos.m⁻²) y la biomasa (peso fresco gramos.m⁻²) (Anderson e Ingram, 1993). La distribución vertical (No. Individuos/estrato) se calculo por separado (Anderson e Ingram, 1993) y la diversidad con el índice de Shannon – Wiener, de acuerdo a la siguiente expresión.

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{N_i}{N} \ln \left(\frac{N_i}{N} \right)$$

Donde: H' = diversidad,

N = número de individuos en la muestra,

N_i = número de individuos de la especie i en la muestra (Franco *et al.*, 1989). Y presenta una escala de 0 a 5 en donde 5 representa mayor diversidad.

Se utilizó el índice cuantitativo de Morisita-Horn, en el que se comparan la abundancia relativa entre los taxa de dos comunidades (Clements y Newman, 2002)

$$MH = \frac{2 \sum (a n_i * b n_i)}{(d a + d b) a N * b N}$$

Donde $a n_i$ = número de individuos de la especie i en el sitio o muestra a ,

$b n_i$ = número de individuos de la especie i en el sitio o muestra b ,

$a N$ = número total de individuos en el sitio a ,

$b N$ = número total de individuos en el sitio b .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Abundancia:

En total se recolectaron 31200 individuos de los cuales 20368 (65.28 %) se encontraron en el sistema fique y 10832 (34.72 %) en pradera sin presentar estadísticamente diferencias significativas

La abundancia total de la macrofauna decrece conforme aumenta la profundidad, presentándose los mayores valores de los 0 a 10 cm y los más bajos entre los 20 a 30 cm de profundidad, tanto en el sistema fique como en la pradera..

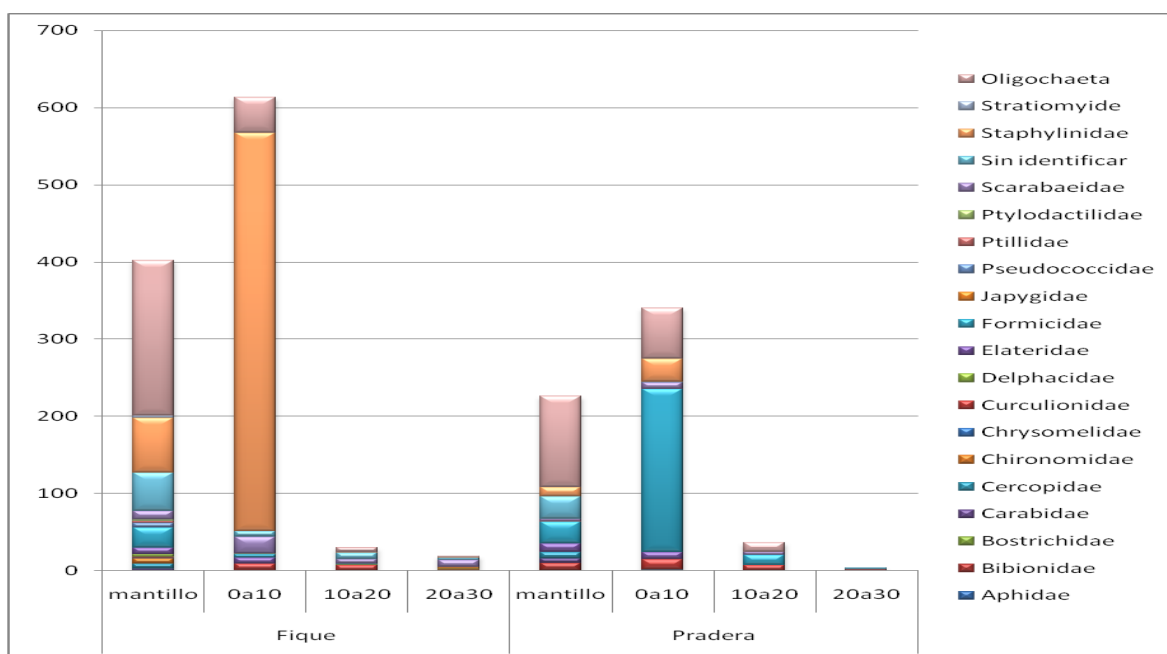
Contrario a la abundancia, la biomasa total fue mayor en pradera con 648.9 g.p.f. (gramos peso fresco) m⁻² (55.62 %) que en fique 517.8 g.p.f. m⁻² (44.78 %).

Verticalmente la biomasa fue mayor en pradera de 0 a 10 cm (6.95 g.p.f.m⁻²), seguida de fique (6.83 g.p.f.m⁻²) y pradera de 10 a 20 cm de profundidad (6.57 g.p.f.m⁻²).

Al respecto Lavelle *et al* (1994), afirman que generalmente la mayor actividad biológica tiene lugar en los primeros 20 cm de profundidad del suelo.

La distribución vertical para cada uno de los sistemas de uso de suelo evaluados, como se observa en la figura 1, nos muestra que en el cultivo de fique y la pradera, el mayor número de organismos se localiza en el segundo estrato evaluado, es decir en los 10 primeros cm de suelo, con una abundancia de 613 y 340 organismos 0, 062 m⁻² por estrato en fique y la pradera respectivamente. Resultados similares encontraron Coral (1998), al reportar el mayor número de artrópodos en los primeros 10 cm de suelo y al disminuir la presencia al profundizar en el perfil del suelo (10 -20 y 20 – 30 cm). García y Chamorro (1998), al estudiar la fauna del suelo encontraron las mayores biomásas y densidades de organismos en los 10 cm de profundidad y las menores en la segunda profundidad. Los resultados que reportan Mc Credie, Parker y Abbott (1992), son similares a los encontrados en esta investigación, cuando al evaluar la distribución vertical de artrópodos en una pradera hallaron el 95 % de estos en el estrato de 0-10 cm de profundidad y Kaushal y Bisht (1994), encontraron que la mayor media abundancia y biomasa total de macroartrópodos ocurrió a una profundidad de 0-10 cm en comparación con la registrada a 10-20 cm.

Figura 1. Distribución vertical de la macrofauna asociada a dos sistemas de uso de suelo en el municipio de El Tambo, Nariño.



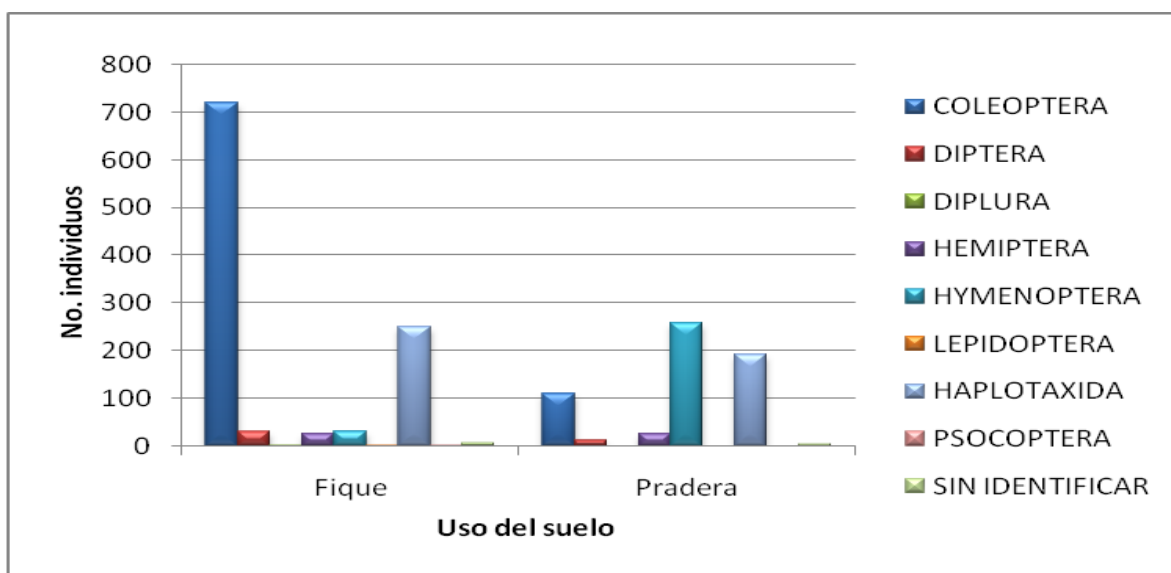
En el cultivo de fique los Staphylinidos presentan un mayor porcentaje de aporte a la distribución vertical 84,18 % con relación a las otras familias, en la pradera se observa que el mayor aporte lo hace la familia formicidae con un 62,06 % con respecto a las demás familias.

Según García et, al (2001) la humedad de la hojarasca afecta directamente la comunidad de estafilínidos, presentándose mayor abundancia cuando las condiciones de humedad aumentan, situación que se logra con la cobertura que provee el cultivo de fique a la superficie del suelo.

La mayor abundancia de hormigas en la pradera se debe a que estos organismos son insectos sociales que forman colonias, (Wolff, 2006) lo cual incrementa considerablemente el número de individuos.

La macrofauna se identificó en 9 órdenes taxonómicos, donde Haplotaxida (lombrices de tierra), Hymenoptera (hormigas) y Coleoptera (cucarrones), se destacan por su amplia dominancia en los dos usos del suelo. (Figura 2)

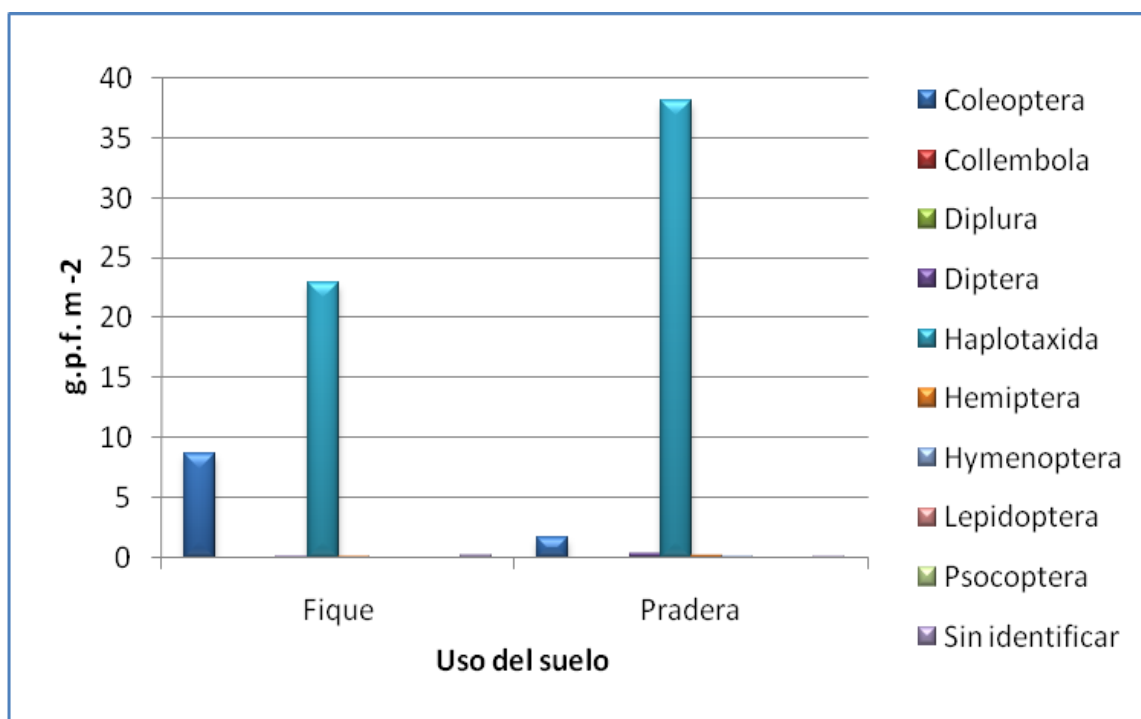
Figura 2. Abundancia por sistema de uso del suelo.



Biomasa:

El mayor aporte de biomasa en los dos sistemas de uso de suelo se presenta en los primeros diez centímetros del área de muestreo, donde los oligoquetos con 21,03 g.p.f. m⁻² en el cultivo de fique y 15,32 g.p.f. m⁻² en pradera, presentan biomasa superior a las demás familias y órdenes evaluados.

Figura 3. Biomasa de la macrofauna por sistema de uso de suelo, discriminada por órdenes taxonómicos

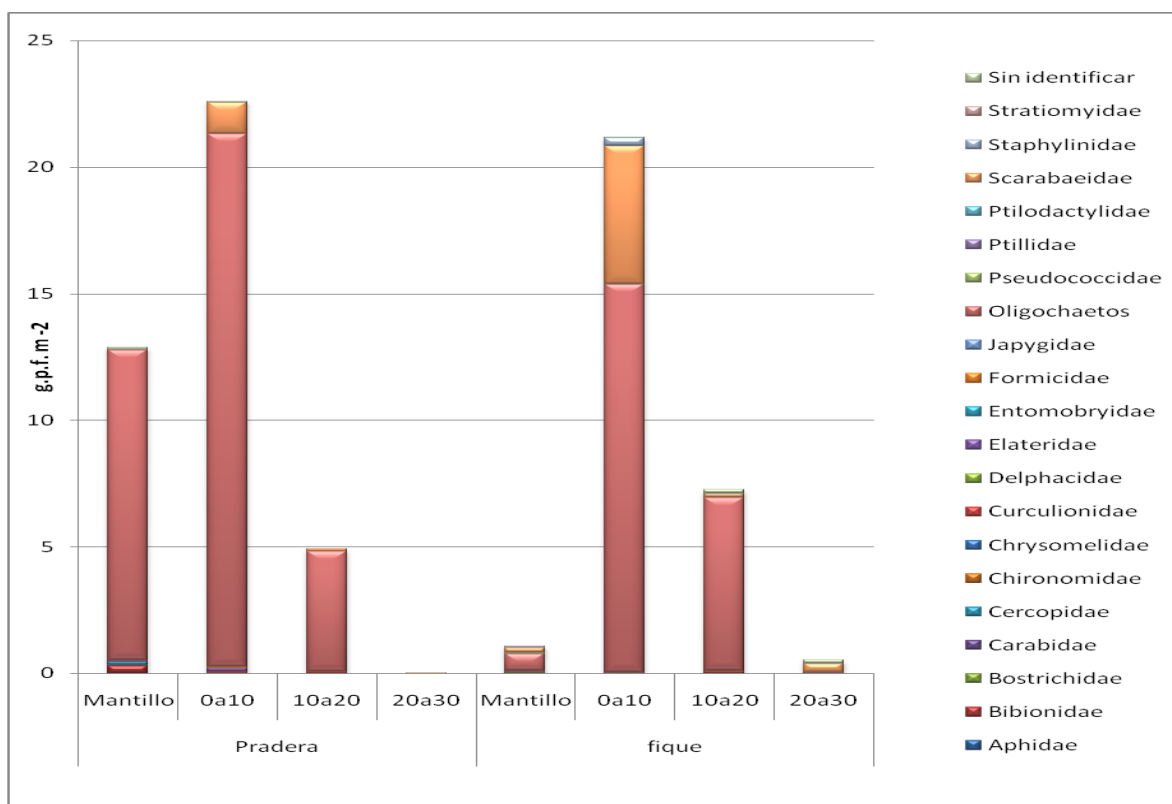


En la figura 3, podemos observar que el mayor aporte en biomasa lo presenta el orden Haplotaxida con 22,86 g.p.f. m⁻² en el cultivo de figue y 38,05 g.p.f. m⁻² en pradera, seguido por el orden coleóptera 8,62 g.p.f. m⁻², en figue y 1,73 g.p.f. m⁻² en pradera. En los dos sistemas de uso del suelo se presentó mayor biomasa en los 10 primeros cm de profundidad con 43.76 g.p.f. 0, 062 m⁻². (Figura 4)

La contribución de las lombrices a la biomasa puede atribuirse posiblemente a la profusión de raíces de figue y renuevo de raíces del pasto. Resultados similares obtuvieron Henrot Brussard (1997), cuando el peso de lombrices en pastos fue mayor que en cultivos; los pastos en general, favorecen la presencia de las lombrices, siendo mecanismo de estimulación de las lombrices probablemente la alta biomasa de raíz.

Feijoo y Knapp (1998), al comparar la biomasa de la macrofauna en 10 tipos de uso de la tierra, encontraron un mayor aporte de biomasa de lombrices y coleópteros para kikuyo y para cultivo tradicional de café y de yuca asociado con frijol y maíz. Estudios realizados por Coral (1998), al evaluar el impacto de las prácticas agrícolas en la cuenca alta del Lago Guamuez en donde el mayor aporte a la biomasa lo hacen las lombrices en la pradera de kikuyo y en el cultivo de cebolla, resultados que concuerdan con los obtenidos en esta investigación.

Figura 4. Biomasa de macrofauna en dos sistemas de uso del suelo en el municipio de El Tambo, Nariño.



Diversidad y Riqueza:

Se identificó 23 familias, en el que se incluye un morfotipo de lombrices. Las familias que se destacan por su abundancia son Staphylinidae, Curculionidae, Scarabaeidae, Formicidae, Elateridae y el morfotipo de lombrices.

En el cuadro 1. Se muestran los valores de diversidad y similitud, donde se observa que las dos zonas de muestreo comparten el 40% de familias identificadas, siendo la pradera la más diversa ($H' = 1,67$), a pesar de tener el valor más bajo de organismos, esto quizá se debe a que la dominancia de familias es baja en comparación con la zona de Fique, en la cual se presenta una alta riqueza de familias registradas, pero con dominancia de algunas como Staphylinidae y la correspondiente al grupo de las lombrices. Estos resultados no concuerdan con los reportados por Patiño López (1995), cuando evaluó la riqueza en diferentes ecosistemas del Valle del Cauca y halló el mayor índice de diversidad (riqueza) para todos los artrópodos en el bosque, en contraste con el cultivo de tomate con manejo convencional (químicos) que presentó los menores porcentajes; 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.

En cuanto a la similitud en la composición de familias, entre las dos zonas comparten el 40% de familias. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores de similitud (Morisita-Horn) y diversidad de fauna observada en dos usos del suelo en el municipio de El Tambo.

Zonas / Índice de Diversidad	Fique	Pradera
Fique	1	0,4
Pradera	*	1
Shannon – Wiener (H')	1,53	1,67
N° Familias	23	15
N° Organismos	1.094	616

De manera general, la mayor diversidad se encuentra en el mantillo, donde se reporta una alta riqueza de familias encontradas. Existe una similitud del 70% en cuanto a la composición de especies entre los estratos comprendidos entre el mantillo y los 10 a 20 cm (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores de similitud (Morisita-Horn) y diversidad de fauna observada en el suelo del municipio de El Tambo, discriminada por estratos.

Zonas / Índice de Diversidad	Mantillo	0-10	10-20	20-30
Mantillo	1	0.452	0.709	0.267
0-10	*	1	0.325	0.1777
10-20	*	*	1	0.606
20-30	*	*	*	1
Shannon – Wiener (H')	1.83	1.29	1.78	1.98
N° Familias	22	13	9	10
N° Organismos	654	961	69	26

En el cultivo de fique, el mantillo registra una alta riqueza de familias registradas, mientras que los valores de diversidad entre los estratos no muestran una diferencia clara entre ellos. De otra parte los estratos de 10-20 y 20-30cm comparten el 67% de los organismos. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Valores de similitud (Morisita-Horn) y diversidad de fauna observada en el cultivo de fique, discriminada por estratos verticales.

Zonas / Índice de Diversidad	Mantillo	0-10	10-20	20-30
Mantillo	1	0.373	0.606	0.278
0-10	*	1	0.121	0.128
10-20	*	*	1	0.671
20-30	*	*	*	1
Shannon – Wiener (H')	1.79	0.75	1.76	1.83
N° Familias	21	11	8	9
N° Organismos	420	621	31	22

En la pradera, la mayor diversidad se encuentra en la parte del mantillo, donde se reporta la presencia de un alto número de familias; mientras que los estratos de 0-10 y 10-20cm comparten el 80% de organismos identificados (Cuadro 5).

Cuadro 5. Valores de similitud (Morisita-Horn) y diversidad de fauna observada en la pradera, discriminada por estratos verticales

Zonas / Índice de Diversidad	Mantillo	0-10	10-20	20-30
Mantillo	1	0.485	0.711	0.193
0-10	*	1	0.803	0.436
10-20	*	*	1	0.589
20-30	*	*	*	1
Shannon – Wiener (H')	1.72	1.21	1.39	1.04
N° Familias	12	9	5	3
N° Organismos	234	340	38	4

En general, la diversidad disminuye en sistemas antropicos con incremento de abundancia y biomasa en pastos y cultivos para especies capaces de mantenerse en las nuevas condiciones o para especies exóticas que dominan cuando pesticidas, labranza y otras practicas son usadas a menudo, Fragoso *et al.*, (1997), resultado que no se evidencia en el

presente estudio, ya se que se considera la pradera como el sistema menos perturbado y en el se obtuvo el menor número de especies.

CONCLUSIONES

Para las condiciones en que se desarrolló esta investigación, la macrofauna edáfica no se vio afectada por el diferente grado de perturbación impuesto por los sistemas de uso del suelo evaluados y no afectaron la composición taxonómica de esta.

Por estratos, la mayor abundancia y biomasa se halló de los 0 cm a los 10 cm de profundidad, en ambos sistemas de uso, disminuyendo, a medida que se aumenta la profundidad de muestreo. En cuanto a riqueza y diversidad, el mantillo presentó los valores más altos.

La abundancia, biomasa y riqueza de especies de la macrofauna del suelo bajo cultivo de fique y de pradera natural presentaron valores similares.

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que colaboraron en la realización de este trabajo de investigación, en especial a Alberto Unigarro I.A.,M.Sc por su asesoría en el desarrollo del trabajo, a la bióloga Martha Romo por su colaboración en la identificación de los organismos, y al Señor Luis Arteaga por su apoyo en campo.

BIBLIOGRAFIA

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

ASSAD, M. 1997. Fauna do solo. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. (Ed.). Biología dos solos dos cerrados. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, p.363-443

CLEMENTS, W.H. y NEWMAN. M.C.. 2002. Community ecotoxicology. John Wiley and Sons, Chichester, Reino Unido. 336 p.

CORAL, D. 1998. Impacto de las prácticas agrícolas sobre la macrofauna del suelo en la cuenca alta del Lago Guamuez, Pasto, Colombia. Tesis M. Sc. Universidad Nacional de Colombia. 101 p.

DECAËNS, T. 2004. Impacto del uso de la tierra en la macrofauna del suelo de los Llanos Orientales de Colombia.

FEIJOO, A y KNAPP, E. 1998. El papel de los macro invertebrados como indicadores de fertilidad y perturbación de suelos de laderas. Suelos Ecuatoriales (Colombia) 28: p. 254 – 259.

FRAGOSO. C., BROWN, G.G., PATRON, J.C., BLANCHART, E., LAVELLE, P., PASHANASI, B. SENAPATI, B and KUMAR, T. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of the earthworms. In: *Applied soil ecology*, 6: 17 – 35.

FRANCO. L. J., DE LA CRUZ. G.A., CRUZ. A.G., ROCHA. A.R., NAVARRETE. N.S., FLORES. G.M., KATO. E.M., COLÓN. S.C., ABARCA. L.A. y BEDIA. C.S. 1989. *Manual de ecología*. Trillas, México. 266 p.

GARCIA, A. 1998. La degradación de suelos, un obstáculo para el desarrollo sostenible. En : *Manejo de suelos e impacto ambiental. Memorias. IX Congreso colombiano de la ciencia del suelo*. Paipa, Colombia, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. pp. 95 – 105.

GARCIA. R, ARMBRECHT. I, Y ULLOA P. 2001. Staphylinidae (Coleoptera): composición y mirmecofilia en bosques secos relictuales de Colombia. *Folia Entomol. Mexico*. 40(1): p.1-10

HENROT, J and BRUSSAARD, L. 1997. Abundance, and cast quality of earthworms in an acid ultisol under alley-cropping in the humid tropics. In : *Applied Soil Ecology* 6 : 169 – 179 .

KAUSHAL, B. and BISHT, S. 1994. Population dynamics of the earthworms *Amyntas alexandri* (Annelida : Megascolecidae) in a kumaun Himalayan pasture soil. In : *Biology and Fertility of Soils* : 17 :9 - 13.

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

Mc. CREDIE. J., PARKER, C.. and ABBOTT, I. 1992. Population Dynamics of the earthworm *Aporrectodea trapezoids* (Annelida: Lumbricidae) in a western Australian pasture soil. In: *Biology and Fertility of Soils*, 12: 285 – 289.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. 2008, Cadena Agroindustrial del Fide. Bogotá, Colombia. p. 2 - 8.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. 2004, Resolución 00336 (agosto 30), Reglamento Técnico # 001 RTC. Bogotá, Colombia.

NELSON, J. M. 1962. The extraction of lumbricidae from soil with special reference to the hand sorting method. In: *Progress in soil zoology*. London, Butterworths. P 294 – 299.

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

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

PATIÑO, L. 1995. Estudios sobre la diversidad de la artropofauna (insectos y acaros) del suelo en diferentes ecosistemas en el valle del cauca. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 115 p.

SANGINGA, N.; MULONGOY, K.; SWIFT, M. 1992. Contribution of soil organisms to the sustainability and productivity cropping systems in the tropics. *Agriculture Ecosystems and Environment*, v 41, p.135-152.

SWIFT, M.J.; HEAL,O.W.; ANDERSON, J.M. 1979. *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Oxford: Blackwell, 372p.

WOLFF, M, 2006,. *Insectos de Colombia, guia basica de Familias*. Universidad de Antioquia. Medellin, Colombia. 460 p.