

**EVALUACIÓN DE LA MACROFAUNA EN DIFERENTES USOS DEL SUELO EN
EL CENTRO EXPERIMENTAL BOTANA, MUNICIPIO DE PASTO,
DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**EVALUATION OF THE MACROFAUNA IN DIFFERENT USES OF THE SOIL IN
THE EXPERIMENTAL CENTER BOTANA, MUNICIPALITY OF PASTO,
DEPARTMENT OF NARIÑO**

Yaneth Castro S.¹

Gustavo Aníbal Duque C.²

Jorge Alberto Vélez L.³

RESUMEN

Este estudio se realizó en el Centro experimental Botana, municipio de Pasto, departamento de Nariño, donde el objetivo fue evaluar la macrofauna en 4 sistemas de uso del suelo: bosque secundario alto andino, árboles dispersos con *Alnus acuminata*, pradera con *Lolium perenne*, cultivo en callejones con *Alnus acuminata* y *Medicago sativa* L. El muestreo se hizo siguiendo la metodología del Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF). Se tomaron cuatro monolitos por uso, cada uno se subdividió en cuatro estratos. La macrofauna se recolectó a través del embudo de Berlese y se complementó con una revisión manual, posteriormente se contabilizó y se identificaron los organismos hasta nivel de orden. Se realizó un análisis de varianza y se utilizó pruebas de comparación de medias de Tukey para abundancia, riqueza, diversidad y biomasa. Los resultados indicaron que el sistema bosque presentó los mayores valores promedio de abundancia (819), riqueza (7.00),

¹ Estudiante de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. E-mail: yanitacastro@yahoo.es

² Estudiante de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. E-mail: gustanibal@hotmail.com

³ I.AF., M. Sc. Profesor hora cátedra. Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Nariño. E-mail: jvelezlozano@gmail.com

diversidad (1.32) y biomasa (23.86). Con respecto a la distribución vertical de los macroorganismos en los diferentes usos, en la capa de 0-10cm se encontraron los mayores valores promedio, de abundancia (730), diversidad (1.54), riqueza (7.06) y biomasa (20.38) en comparación con las otras capas y el mantillo.

Palabras clave: abundancia, biomasa, diversidad, distribución vertical, riqueza

ABSTRACT

This study was carried in the Botana Experimental Centre, in Pasto, in the department of Nariño, where the objective was to evaluate the macrofauna in four land use types were selected: high Andean secondary forest, sparse tree *Alnus acuminata*, grasslands with *Lolium Perenne* and alley farming *Alnus Acuminata* and *Medicago Sativa L.* The sampling was carried out following the methodology of the Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF). Three monoliths were taken for testing, each one subdivided into four strata. The macrofauna was collected through a Berlese funnel and was complemented by a manual review then the organisms were recorded and identified in order. A variance analysis was completed and Tukey mean comparison tests were carried out for abundance, richness and diversity. The results indicated that the forest system presented the best average values for abundance (819), richness (7.00), diversity (1.32) and biomass (23.86). With respect to the vertical distribution of macro-organisms in the different uses, the best average values of abundance (730), diversity (1.54), richness (7.06) and biomass (20.38) were found in the 0-10cm layer when compared with other layers and the humus.

Key words: abundance, biomass, diversity, vertical distribution, richness

INTRODUCCIÓN

Los organismos del suelo aportan una serie de servicios fundamentales para la sostenibilidad de todos los ecosistemas, son el principal agente del ciclo de los nutrientes, regulan la dinámica de la materia orgánica, modifican la estructura material del suelo y los regímenes de agua, mejorando la cantidad y eficiencia de la adquisición de nutrientes de la vegetación y la salud de las plantas. Estos servicios no solo son decisivos para el funcionamiento de los ecosistemas naturales si no que constituyen un importante recurso para la gestión sostenible de los sistemas agrícolas (FAO, 2007).

La reducción excesiva de la biodiversidad del suelo, en especial la pérdida de especies clave y/o especies con funciones únicas, puede tener efectos ecológicos en cascada, al conducir a un deterioro a largo plazo de la fertilidad del suelo y la pérdida de la capacidad productiva agrícola. El número de especies, la composición y la diversidad de un suelo dependen de muchos factores, incluyendo la aireación, la temperatura la acidez, la humedad, el contenido de nutrientes y el sustrato orgánico. Sin embargo el número y tipo de organismos varía de un sistema a otro al estar fuertemente influenciados por las prácticas de gestión del suelo (FAO, 2004).

De acuerdo con Noailles y Da Veiga (2002), consideran que las causales de la degradación de los suelos son principalmente las excesivas tareas de roturación del horizonte superficial, que favorecen la erosión hídrica y la extracción de nutrientes por los diferentes cultivos, sin una adecuada restitución de los mismos. Además, el uso indiscriminado de maquinaria convencional, ha generado una pérdida de materia orgánica por aerobiosis, disminuyendo su contenido y afectando la estructuración natural de la capa arable (Cabrera y Crespo, 2001).

Es probable que la degradación física y química del suelo, esté íntimamente relacionada con la disminución de las poblaciones o la pérdida de invertebrados que regulan el ciclo de la materia orgánica y la producción de estructuras físicas biogénicas (Lavelle 2000). Es por ello que estudiar la composición de la macrofauna en distintos sistemas productivos es un

importante punto de partida para entender sus efectos potenciales en el medio edáfico y en la productividad vegetal (Brown, 2008).

Dada la importancia del conocimiento de la biología del suelo, el objetivo de este trabajo fue evaluar la macrofauna en los diferentes usos del suelo, caracterizando la abundancia, diversidad, distribución vertical y la biomasa presente en el centro experimental de Botana en el municipio de Pasto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro Experimental Botana, municipio de Pasto, departamento de Nariño, localizado al occidente del meridiano de Greenwich a 77° 18' 58" longitud oeste y 1° 10' 11.4" latitud norte, a una altura de 2.820 m.s.n.m, con temperatura promedio de 12°C, precipitación media anual de 800 a 1.000 mm, humedad relativa de 70 a 80%, con 900 horas sol promedio al año (IDEAM, 2000).

Los usos del suelo escogidos para el estudio fueron : bosque secundario alto andino (uso 1), árboles dispersos con *Alnus acuminata* (uso 2), pastura con *Lolium perenne* (uso 3) y cultivo en callejones con *Alnus acuminata* y *Medicago sativa L.* (uso 4). Para la realización del muestreo se utilizó la metodología del Programa Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) (Correira de Oliverira , 2000).

Se identificaron los cuatro sitios en cada uso del suelo escogidos al azar de donde se obtuvieron los monolitos de dimensiones 0.25 x 0.25 x 0.30 metros, que corresponde a un área de 0.25m x 0.25m (0.0625m²). Posteriormente el monolito se colocó sobre un plástico en una mesa y se dividió en estratos: mantillo (estrato 1), de 0-10 cm (estrato 2), de 10-20 cm (estrato3), y de 20-30 cm (estrato 4), los cuales se llevaron a los embudos de Berlese y se dejaron por un periodo de tres días hasta que se recolectaron los individuos en frascos rotulados con el respectivo estrato que contenía alcohol al (70%). Para complementar la recolección de los organismos se realizó una revisión manual a cada estrato.

Los organismos obtenidos se contabilizaron e identificaron hasta nivel de orden en el Laboratorio de Entomología perteneciente a la Universidad de Nariño y se obtuvieron las variables: abundancia (Nº de individuos por metro cuadrado), riqueza, diversidad (índice de Shannon), biomasa (gramos de peso fresco por metro cuadrado) y distribución vertical (Nº de individuos por estrato). Los datos se sistematizaron y se realizó un análisis de varianza complejo (Stiles, 2000), además se utilizaron pruebas de comparación de medias de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Abundancia.

El análisis de varianza para abundancia, detectó diferencias altamente significativas para usos y estratos, no encontrándose diferencias estadísticas para la interacción usos * estratos. (Tabla1)

Tabla 1. Análisis de varianza para abundancia de macrofauna en cuatro usos del suelo en el Centro Experimental Botana, Pasto.2009

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F Tabulado
Modelo	15	10348784	689918	6.30**	<.0001
Usos	3	4607888	1535962	14.02**	<.0001
Estrato	3	3763504	1254501	11.45**	<.0001
Usos*estrato	9	1977392	219710	2.01 ^{Ns}	0.0592
Error	48	5258880	109560		
Total corregido	63	15607664			

** Altamente significativo

Ns No significativo

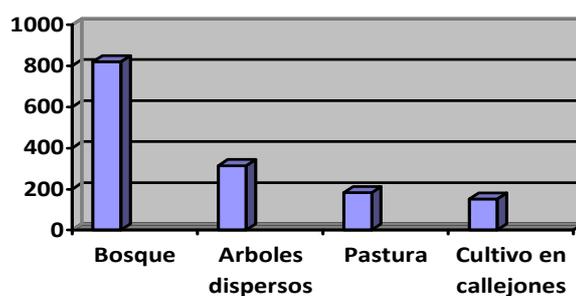
Teniendo en cuenta la prueba de comparación de medias Tukey es en el bosque donde se presenta la mayor abundancia con un promedio de 819 individuos, seguido por los otros usos que no presentaron diferencias significativas: árboles dispersos con 314 individuos, pastura con 182 y por último cultivo en callejones con 151 individuos. (Tabla 2). (Fig. 1).

Tabla 2. Prueba de Comparación de Tukey para abundancia de macroorganismos en los cuatro usos del suelo en el Centro Experimental Botana, Pasto. 2009

Grupo	Promedio	Usos
a	819	Bosque
b	314	Arboles dispersos
b	182	Pastura
b	151	Cultivo en callejones

Letras distintas indican diferencias significativas

Figura 1. Abundancia de macroorganismos en los cuatro usos del suelo en el Centro Experimental Botana, Pasto. 2009.



Al respecto Sevilla (2002), afirma que las comunidades de macroinvertebrados son más complejas en ambientes edáficos mejor conservados o estructurados, propiciando, una mayor abundancia de grupos depredadores. Las altas densidades en estos sistemas posiblemente se deba a la disponibilidad de alimento diverso que presentan estos sistemas al componerse de asociaciones de plantas lo cual diversifica los restos vegetales en la superficie del suelo. Linares et al (SF). Se ha demostrado que la calidad y la cantidad de hojarasca producida por las especies forestales influyen directamente sobre la densidad y biomasa de los organismos del suelo. Martínez y Sánchez (1994). Existen diferencias estadísticas significativas entre el bosque y los otros sistemas de uso que presentaron menores promedios de abundancia, Lavelle et al (1992), afirma que la mayoría de las prácticas de manejo del suelo, tiene un efecto negativo sobre su macrofauna. Esto se debe a que las comunidades de la macrofauna del suelo son muy sensibles a los cambios de la

cobertura del suelo. Existen varios factores que pueden ser los causantes de la densidad reducida de la biota edáfica en algunos agroecosistemas, uno de esos factores es posiblemente la pérdida de materia orgánica del suelo. Pimentel et al (1989).

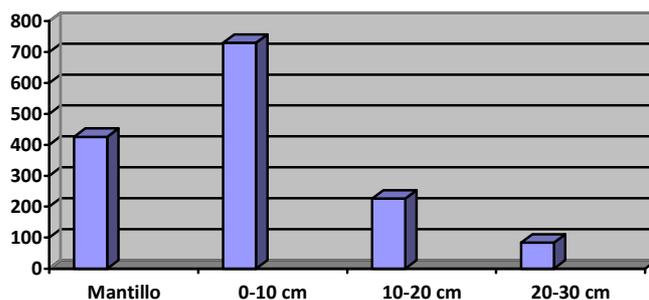
La prueba de Tukey para el factor estrato en cuanto abundancia indica que los estratos de 0-10 cm y el mantillo presentan diferencias significativas frente a los estratos de 10 – 20 cm y de 20 – 30 cm, Presentándose mayor promedio de abundancia en el estrato de 0-10 cm. Con 730, seguido por el mantillo con 426 y los estratos de 10-20 cm y de 20-30 con 226 y 84 individuos respectivamente. (Tabla 3). (Fig. 2).

Tabla 3. Prueba de Comparación de Tukey para abundancia de macroorganismos por estratos en el Centro Experimental Botana, Pasto. 2009

Grupo	Promedio	Estrato
a	730	0-10
b a	426	mantillo
b c	226	10-20
c	84	20-30

Letras distintas indican diferencias significativas

Figura 2. Abundancia de macroorganismos por estratos en el Centro Experimental Botana, Pasto. 2009



Al respecto Castro (2007), afirma que la macrofauna del suelo se desenvuelve en el mantillo y en la profundidad de 0 - 10 cm, ya que a medida que se profundiza en el perfil del suelo disminuye el contenido de oxígeno y de materia orgánica que proporciona el hábitat y alimento para desarrollarse. Con respecto a los estratos de 10-20 cm y de 20-30

cm. Villalobos *et al* (2000) afirma que la densidad total de la macrofauna edáfica disminuye conforme aumenta la profundidad del suelo.

La población de la macrofauna extrapolada a m² en todos los usos del suelo fue de 15768 individuos en promedio. El sistema más abundante fue: el bosque, con 6992 organismos, el cual estuvo representado por el orden Julida con un 37.07%. El sistema de árboles dispersos presentó 3952 individuos en promedio y estuvo representado por el orden Julida con 37.65%. En la pastura se encontró un total de 2640 individuos en promedio, sobresaliendo el orden coleóptera con 33.94% seguido por el orden lumbriculide con 30.30%. Por último en el sistema cultivo en callejones se encontró 2184 individuos en promedio, destacándose el orden coleóptera con 36.63% (Tabla 4).

Tabla 4. Abundancia de los órdenes de macroorganismos en los cuatro usos del suelo en el Centro Experimental Botana, Pasto. 2009.

ORDEN	USOS DEL SUELO								Σ
	Bosque	%	Arb.Dis.	%	Pastura	%	Cul.Cal	%	
Dermaptera	288	4.12	288	7.29	464	17.58	464	21.24	1504
Litobiomorpha	448	6.41	16	0.40	64	2.42	16	0.74	544
Julida	2592	37.07	1488	37.65	224	8.48	216	9.89	4520
Coleoptera	1680	24.02	1472	37.25	896	33.94	800	36.63	4848
Lumbriculide	1760	25.17	480	12.15	800	30.30	400	18.31	3440
Blataria	176	2.52	112	2.83	128	4.84	224	10.26	640
Diptera	48	0.69	96	2.43	64	2.42	64	2.93	272
Σ	6992		3952		2640		2184		15768

Castro et al (2007), afirman que existe mayor abundancia de organismos en el bosque quizás porque ofrece alimento y condiciones favorables de habitación como la sombra, alta humedad y materiales vegetales en distinto grado de descomposición (mantillo). Igualmente Villalobos (2000) afirma que la densidad de la macrofauna es mayor en ecosistemas naturales que en agroecosistemas. Sin embargo estudios realizados por Tapia (1999), demuestran que se encontró mayor abundancia de macroinvertebrados en un sistema agroforestal. Erazo (1999), afirma que todas las tecnologías agroforestales cuentan

con gran potencial para la conservación de la biodiversidad local y regional, particularmente por las especies vegetales arbóreas, debido a su estructura, arquitectura y dimensiones, lo cual constituye una pieza clave en cuanto a la conservación de la biota del suelo en medio de sistemas de producción homogéneos.

Los organismos más abundantes tanto en el bosque como en el sistema árboles dispersos corresponden al orden Julida perteneciente a la clase diplópoda más conocidos como diplópodos o milpiés los cuales remueven el suelo en busca de plantas blandas o en descomposición, de las que se alimentan. Los que viven en los bosques son importantes recicladores porque devuelven sustancias químicas al suelo para que las plantas vuelvan a utilizarlas. De acuerdo con Dangerfield y Telford (1991) La influencia de los diplopodos en el suelo es de tipo física y química. Al horadar rompen los niveles superiores del suelo, con lo que alteran la naturaleza física y química del mismo, incrementando la porosidad, la capacidad de retención de agua e influyen en los procesos de transformación de nutrientes. Con la descomposición de las heces se liberan componentes nitrogenados al suelo y se estimula la acción microbiana responsable hasta del 90% del trabajo químico durante los procesos de descomposición del material vegetal. (Anderson y Bignell 1980). La distribución vertical de los diplopoda se concentra exclusivamente en los dos primeros estratos. (Villalobos *et al* 2000).

Las pasturas son favorables para el desarrollo de numerosas poblaciones de lombrices (*Pontoscolex corethrurus*). Esto confirma anteriores observaciones realizadas en pastizales naturales y mejorados (Lavelle y Pashanasi, 1989). Sin embargo en el presente estudio éste orden ocupó el segundo lugar después del orden coleóptera.

2. Riqueza

El análisis de varianza para riqueza detectó diferencias altamente significativas para estratos y usos y no se encontraron diferencias estadísticas para la interacción usos * estratos (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de varianza para riqueza en el Centro Experimental Botana, Pasto, 2009.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F Tabulado
Modelo	15	502.85	33.52	10.10**	< .0001
Usos	3	133.42	44.47	13.41**	< .0001
Estrato	3	331.54	110.51	33.31**	< .0001
Usos*estrato	9	37.89	4.21	1.27 ^{ns}	0.2781
Error	48	20542.50	159.25		
Total corregido	63	662.10	110.51		

** altamente significativo

ns no significativo

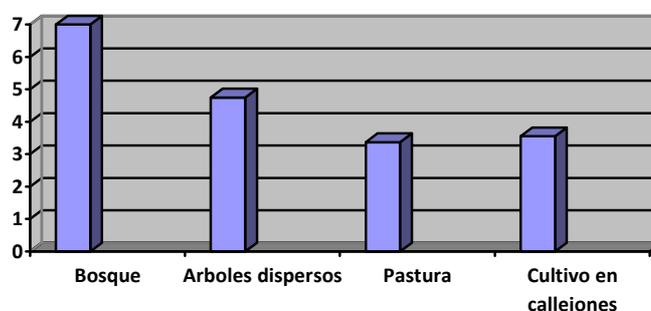
La prueba de comparación de Tukey muestra diferencias estadísticas significativas en cuanto a riqueza entre el bosque y los otros usos del suelo. En el bosque fue donde se encontró mayor riqueza con un promedio de 7.00; luego se encontraron árboles dispersos con un promedio de 4.75, pasturas con 3.37 y Cultivo en callejones con 3.56 ordenes. (Tabla 6), (Fig 3)

Tabla 6. Prueba de Comparación de Tukey para riqueza de macroorganismos en los cuatro usos del suelo en el Centro Experimental Botana, Pasto. 2009

Grupo	Promedio	Estrato
a	7.00	bosque
b	4.75	arboles dispersos
b	3.56	cultivo en callejones
b	3.37	pastura

Letras distintas indican diferencias significativas

Figura 3. Riqueza de macroorganismos en los cuatro usos del suelo en el Centro Experimental Botana, Pasto. 2009.



Cuando se reemplaza un bosque por un cultivo, disminuye en forma dramática la diversidad de la fauna, siguiendo la misma tendencia de la diversidad vegetal; un área de bosque de diferentes edades, rastrojos, potreros y cultivo es un conjunto de hábitats, cada uno con sus propias especies (Higgins, 1994).

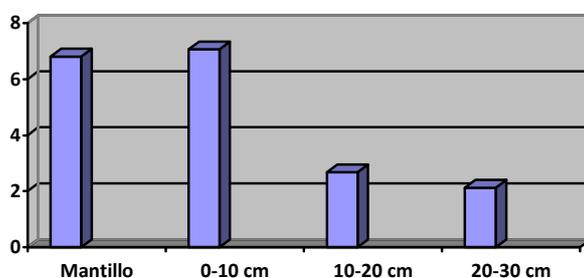
La prueba de Tukey en cuanto a riqueza indica que los estratos de 10-20cm y 20-30cm presentan diferencias significativas frente a los estratos de 0-10cm y el mantillo. Presentando los siguientes valores promedio para los estratos de 10-20 cm (2.68), de 20-30 cm (2.12), de 0-10 cm (7.06) y el mantillo (6.81). Siendo el estrato de 0-10 cm el de mayor valor. mantillo (Tabla 7). (Fig. 4).

Tabla 7. Prueba de Comparación de Tukey para riqueza de macroorganismos en los cuatro estratos en el Centro Experimental Botana, Pasto, 2009

Grupo	Promedio	Estrato
a	7.0625	0-10
a	6.8125	mantillo
b	2.6875	10-20
b	2.1250	20-30

Letras distintas indican diferencias significativas

Figura 4. Riqueza de macroorganismos en los cuatro estratos en el Centro Experimental Botana, Pasto, 2009.



Moreno (2001), afirma que poblaciones del suelo están desapareciendo debido a la perturbación ejercida sobre el medio por las actividades humanas. Los resultados ponen de manifiesto que el cambio en el uso del terreno puede generar variación en las poblaciones edáficas como respuesta a modificaciones en la cobertura vegetal, radiación solar, lluvia, propiedades físicas y químicas del suelo (Castro 2007).

3. Biomasa de Macroorganismos edáficos.

El análisis de varianza para biomasa detectó diferencias significativas para estratos y altamente significativas para usos, y no se encontró diferencias para la interacción usos * estratos. (Tabla 8).

Tabla 8. Análisis de varianza para biomasa de macroorganismos en el Centro Experimental Botana, Pasto.2009.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F Tabulado
Modelo	15	5641.53	376.10	2.17*	0.0216
Usos	3	2419.86	806.62	4.66**	0.0062
Estrato	3	1850.57	616.85	3.56*	0.0209
Usos*estrato	9	1371.09	152.34	0.88 ^{ns}	0.5498
Error	48	8313.24	173.19		
Total	63	13954.77			

ns no significativo

* significativo

**altamente significativo

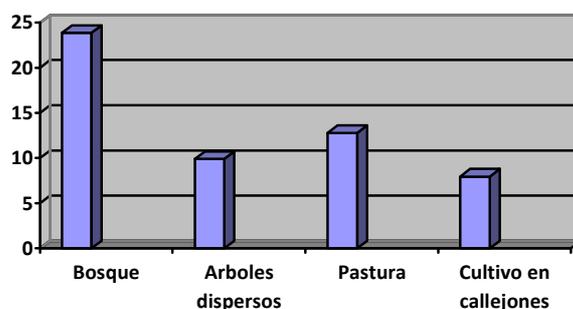
Con la prueba de comparación de Tukey para biomasa dentro de los usos, se detectó diferencias estadísticas entre los usos bosque, pastura y los usos árboles dispersos, cultivo en callejones, destacándose el bosque con un promedio de 23.86, seguido por la pastura con 12.77, árboles dispersos con 9.94 y por último cultivo en callejones con 7.95 (Fig. 5). (Tabla 9).

Tabla 9. Prueba de Comparación para biomasa de macroorganismos en los cuatro usos del suelo y estratos en el Centro Experimental Botana, Pasto. 2009.

Grupo	Promedio	usos
a	23.86	bosque
b a	12.77	pastura
b	9.94	árboles dispersos
b	7.95	cultivo en callejones

Letras distintas indican diferencias estadísticas

Figura 5. Biomasa de macroorganismos en los cuatro usos del suelo en el Centro Experimental Botana, Pasto. 2009.



La biomasa de los macroinvertebrados del suelo fue más alta en el sistema bosque. A diferencia de estudios realizados por Linares *et al* (SF) donde la biomasa total de macroinvertebrados fue más alta en los sistemas agroforestales. Según Pashanasi (2001) la calidad y cantidad de la hojarasca están fuertemente relacionadas con el contenido de biomasa de la macrofauna, lo que permite relacionar la dominancia en el contenido de

biomasa que presentó el bosque ya que hay una mayor cantidad de material vegetal en éste uso del suelo.

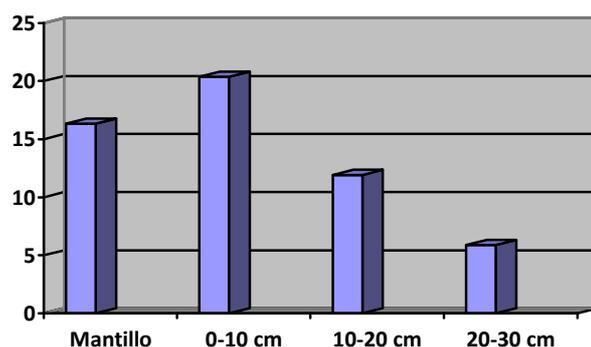
La prueba comparación de medias para el factor estrato indica que la biomasa varió significativamente con la profundidad del perfil. El estrato de 0-10 cm y el mantillo tuvieron diferencias significativas frente a los estratos de 10-20 cm y de 20-30 cm. En el estrato de 0-10 cm se presentó la mayor biomasa (20.38), seguida por el mantillo (16.33) y por último los estratos de 10-20 cm (11.93) y 20-30 cm (5.89). (Fig. 6). (Tabla 10).

Tabla 10. Prueba de Comparación de Tukey para biomasa de macroorganismos en los cuatro estratos en el Centro Experimental Botana, Pasto. 2009

Grupo	Promedio	Estrato
a	20.38	0-10
b a	16.33	mantillo
b a	11.93	10- 20
b	5.89	20-30

Letras distintas diferencias estadísticas

Figura 6. Biomasa de macroorganismos en los cuatro estratos en el Centro Experimental Botana, Pasto. 2009



Los mantillos y los cultivos de cobertura influyen favorablemente en la abundancia y la biomasa de los macroinvertebrados del suelo. (Bautista et al 2005).

Actividades agrícolas como diferentes métodos de labranza, fertilización y aplicación de plaguicidas, han influenciado dramáticamente en el ecosistema del suelo (Paoletti, 1999).

4. Diversidad

El análisis de varianza para el índice de diversidad de Shannon detectó diferencias altamente significativas para estratos, no encontrándose diferencias para usos ni para la interacción usos * estratos. (Tabla 11).

Tabla 11. Análisis de varianza para el índice de diversidad de Shannon en el Centro Experimental Botana, Pasto.2009.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	F Tabulado
Modelo	15	16.23	1.08	5.24**	<.0001
Usos	3	1.48	0.49	2.39 ^{ns}	0.0803
Estrato	3	12.52	4.17	20.21**	<.0001
Usos*estrato	9	2.22	0.24	1.20 ^{ns}	0.3174
Error	48	9.91	0.20		
Total	63	26.15			

** Altamente significativo

Ns no significativo

En cuanto a usos la prueba de comparación en cuanto al índice de diversidad de Shannon demuestra que el sistema bosque, árboles dispersos, pastura y cultivo en callejones no presentaron diferencias estadísticas.

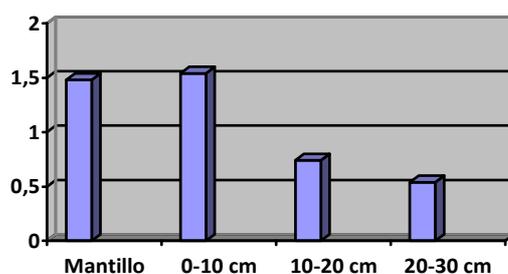
La prueba de Tukey para el índice de Shannon muestra diferencias significativas entre los estratos de 0-10 y el mantillo en comparación con los estratos de 10-20 cm y de 20-30. Los valores promedio en los estratos de 0-10 cm (1.54), el mantillo (1.48), 10-20 cm (0.74) y 20-30 cm (0.54). (Fig.7). (Tabla 12).

Tabla 12. Prueba de Comparación para diversidad de macroorganismos, (índice de Shannon), en los cuatro estratos en el Centro Experimental Botana, Pasto, 2009

Grupo	Promedio	Estrato
a	1.5479	0-10
a	1.4829	mantillo
b	0.7462	10- 20
b	0.5414	20-30

Promedios con la misma letra no presentan diferencias estadísticas

Figura 7. Prueba de Comparación para diversidad de macroorganismos, (índice de Shannon), en los cuatro estratos en el Centro Experimental Botana, Pasto, 2009.



Los macroorganismos pueden encontrarse con una alta densidad en los estratos superficiales (0-10 cm y mantillo) favorecidos por mejores condiciones de vida. Algunas especies que viven entre la hojarasca, como los pertenecientes a los grupos Isópoda y diplópoda, pueden ser atraídos por los cambios que ocurren en la composición de la hojarasca que ha sido procesada por las lombrices. (Jiménez y Thomas 2003)

La disminución en los valores de la diversidad en los estratos profundos puede deberse a las condiciones extremas registradas en ellos, por lo que pocos grupos pueden existir y los que lo hacen están en densidades bajas. (Villalobos *et al* 2000).

5. Distribución vertical

En la distribución vertical en los diferentes estratos no se presentaron diferencias significativas entre los estratos de 0-10 cm y el mantillo, pero sí con respecto a los estratos de 10-20cm y de 20 a 30 cm. El estrato de 0-10 cm indicó mayores valores en cuanto a riqueza de la población de macrofauna, con 7.06 en promedio.

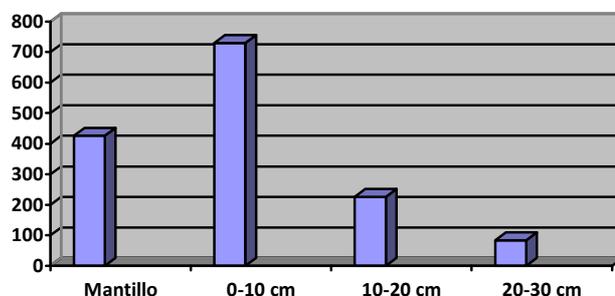
Mientras que para abundancia hubo diferencias significativas entre los estratos de 0-10 cm y el mantillo con los estratos de 10-20cm y de 20 a 30 indicando mayores valores de abundancia en el estrato de 0-10 cm con 730 individuos m^{-2} en promedio.

Para biomasa se destacaron diferencias estadísticas significativas para los estratos de 0-10cm, de 10 a 20 cm y el mantillo en comparación al estrato de 20-30cm, mostrando valores mayores para el estrato de 0-10 cm. (Tabla 13).

Tabla 13. Distribución vertical por estratos del suelo en el centro Experimental Botana, Pasto.

ESTRATO	ABUNDANCIA	RIQUEZA	DIVERSIDAD	BIOMASA
Mantillo	426	6.81	1.48	16.33
0-10 cm	730	7.06	1.54	20.38
10-20 cm	226	2.68	0.74	11.93
20-30 cm	84	2.12	0.54	5.89

Figura 8: Valores promedio de abundancia por estrato



Lavelle, (1984.). Así, una abundante y activa fauna de la hojarasca y del suelo puede ayudar a asegurar un reciclaje rápido de los nutrientes de las plantas (Fittkau y Klinge, 1973), lo que es particularmente importante para áreas cultivadas cuyos insumos son bajos y cuyos suelos son infértiles (Volhland y Schroth, 1999). La capa superficial de hojarasca también confiere protección física al suelo contra la erosión y ayuda en el mantenimiento de su humedad (Ross *et al.*, 1992). De esta forma, dicha capa también está contribuyendo al mantenimiento de la actividad de los organismos del suelo. Por otro lado, estudios recientes demuestran la importancia de la biota del suelo en la recuperación de las áreas degradadas (Barros, 1999; Tapia *et al.*, 1999; Araujo-Vergara, 2000).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que la macrofauna del suelo en cuanto a abundancia, riqueza, biomasa, diversidad y distribución vertical depende en gran parte del tipo y manejo del uso del suelo y de la profundidad del muestro.

El uso del suelo bosque por ser el menos perturbado obtuvo los mayores promedios de abundancia, riqueza, biomasa y diversidad, seguido por el Sistema agroforestal árboles dispersos.

Los promedios más altos para distribución vertical en cuanto a abundancia, riqueza, biomasa y diversidad se registraron en el estrato de 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 Júlida es un componente importante de la macrofauna edáfica dentro de los sistemas bosque y árboles dispersos, al presentar los mayores promedios de abundancia en ambos sistemas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Nariño que apoyó el desarrollo de este trabajo de investigación; a nuestros familiares: Aníbal Duque Villegas, Myriam Castro, María Paula Narváez, Eduardo Narváez; a los docentes: Jorge Vélez, Jorge Fernando Navia, Jairo Muñoz, y Mauricio Valencia.

BIBLIOGRAFIA

ANDERSON, J; DE. BIGNELL. 1980. Bactria in the food gut contents and faeces of the litterfeeding millipede *Glomeris marginata* (villers). *Soli biology and Biochemistry* 12:251 – 254.

ARAUJO-VERGARA, Y. 2000. Oligoquetos Sob Adição de Liteira e sua Relação com a Disponibilidade de Nitrogênio em Solos de Capoeira na Amazônia Central. Dissertação de Mestrado. Manaus, AM: INPA/FUA. 88 p.

BARROS, E. 1999. Effet de la Macrofaune Sur la Structure et les Processus Physiques du Sol de Paturages Degradés D'Amazonie. Thèse de Doctorat de L'Université Paris 6. France. 127p.

BAUTISTA, F; DELGADO,C. 2005. Descomposición de hojarasca y abundancia de macroinvertebrados por el uso de mantillos y cultivos de cobertura. P 269-281. En BAUTISTA,F; PALACIO, G. En Caracterización y Manejo de los suelos de la Península de Yucatan. Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Campeche. Universidad Autónoma de Yucatan.

CASTRO, J.; BONILLA, C.; BURBANO, H. 2007 Abundancia y biomasa de organismos edáficos en tres usos del terreno en el altiplano de Pasto, Colombia. *Acta Agronómica*. Vol. 56, N° 3: 8p.

BROWN, G.; FRAGOSO, C; BAROIS, I; ROJAS, P; PATRÓN, J; BUENO, J; MORENO, A. LAVELLE, P; ORDAZ, V; RODRÍGUEZ, C. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. Depto. Biología de Suelos, Instituto de Ecología, A.C., A.P. 63, Xalapa, Ver., 91000, México; p.3.

CABRERA, G.; CRESPO, G. 2001. Influencia de la biota edáfica en la fertilidad de los suelos. En: ecosistemas de pastizales. Revista cubana de ciencia agrícola. Tomo 35, No. 1. P. 3-4.

CORREIA F, Maria E; DE OLIVEIRA M, Luís C. Fauna de solo: aspectos gerais e metodológicos. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, fev. 2000. 46p. ISSN 1517-8498.

DANGERFIELD, J. ; S.R. TELFORD. 1991. Seasonal activity patterns of julid millipedes in Zimbabwe, journal Tropical Ecology 7:281-288

ERAZO, H. 1999. Estudio de la macrofauna del suelo bajo plantaciones de pino (*Pinus patula*) y Eucaliptos (*Eucalyptus globulus*) en un suelo del altiplano de Pasto. Trabajo de grado Ingeniera Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Ingeniería Agroforestal. 3 p.

FAO, 2007. Funciones de los organismos del suelo: la biota edáfica. En: <http://weblogs.madrimasd.org/universo/archive/2007/03/25/62254.aspx>; consulta: Septiembre de 2009.

-----, 2004. La biota del suelo y la biodiversidad. En: www.fao.org/paia/biodiversity/soilbiota_biod_es.pdf, consulta: septiembre de 2009.

FITTKAU, E; KLINGE, H. 1973. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest. En: Biotropica, 5(1): pp 2-14.

HIGGINS, M. 1994. La entomofauna como indicador de la diversidad biológica. Diversidad biológica y diálogo de saberes. Memorias del curso de campo sobre biodiversidad y recursos genéticos indígenas y campesinos. Cali, Colombia. pp 49-56.

INSTITUTO DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES, 2000. Reporte técnico estación meteorológica Botana, Pasto. Nariño. IDEAM. p.11.

LAVELLE, P. 2000. Faunal activities and soil processes: Ecological challenges for soil science. *Soil Sci.* 165: 73-86.

-----.; KOHLMAN, B. 1984. Etude quantitative de la macrofaune du sol dans une foret tropicale humide du Mexique (Bonampak, Chipas). En: *Pedobiología* 27:377-393 *Pedobiología* 27: pp 377-393.

-----.; SPAIN, A. V.; BLANCHART, E.; MARTIN, A.; MARTIN, S. 1992. The impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. En: *Myths and Science of Soils of the Tropics*. SSSASpecial Publication. Madison Wisconsin. pp. 157-185.

LINARES, D.; TAPIA, S; GAMARRA, O; TORRES, J. SF. Macrofauna del suelo en diferentes sistemas del uso del suelo de la tierra en el parque nacional, Tingo Maria, Huanuco-Perú. Universidad Nacional Agraria de la selva. Huanuco –Perú.

MARTINEZ, M; SANCHEZ, J. Comunidades de lombrices de tierra (Anélida: oligochaeta) en un bosque siempre verde y un pastizal de sierra del Rosario, Cuba. Instituto de Ecología y Sistemática. La Habana Cuba. p 100.

MORENO, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp. ISBN (volumen): 84 – 922495 – 2 – 8.

JIMENEZ, J; THOMAS, R. El Arado Natural: Las comunidades de macroinvertebrados del suelo en las sabanas neotropicales de Colombia. 2003. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Publicación (CIAT No 336) p 285.

NOAILLES, E.; DA VEIGA, A. 2002. Pérdida de fertilidad de un suelo de uso agrícola. Publicado en el XV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Cuba 2001. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria e Instituto de Suelos – Cautelar Centro de Investigación en Recursos Naturales.

http://www.inta.gov.ar/suelos/info/documentos/informes/perdida_fertilidad.htm En:

Consulta: septiembre de 2009.

OLIVEIRA, E. 1996. estudo dos invertebrados terrestres e distribucion vertical em diferentes ecossistemas da Amazonia Central In: XVIII congresso Latino Americano de Ciencia do solo. Aguas de Lindota- SP. Resumo expandido em CD Rom.

PAOLETTI M. 1999. The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. Agriculture, Ecosystems and Environment. pp. 74, 137–155.

PASHANASI, B. 2001. Estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en la Amazonas peruana en Folia amazónica vol.12 (1-2) p23.

PIMENTEL, D; CULLINERY, T; BUTTLER, I; REINEMANN, D. Y BECKMAN, D. 1989. Low-input sustainable agriculture using ecological management practices. Agr. Ecosyst. Env.27: 3-24.

ROSS, S.; LUIZÃO, F.J.; LUIZÃO, R. 1992. Soil conditions and soil biology in different habitats across a forest-savanna boundary on Maracá Island, Roraima, Brazil. En: FURLEY, P.; PROCTOR, J; RATTER, J. (ed.). Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries. London: Chapman & Hall. pp:145-170

SEVILLA, G.; Oberthür, T.; Usma, H.; Escobar, G.; Pardo Lo-carno, L.; Narváez, G. 2002. Exploración de la presencia y abundancia de la coleopterofauna edáfica en diferentes usos de la tierra en una microcuenca del departamento del Cauca. En: Congreso Nacional de Ciencias Biológicas, 37. Ponencias. San Juan de Pasto. Universidad de Nariño. 274 p.

STILES, F. 2000. Curso “Muestreo y análisis estadístico en investigaciones biológicas” Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Programa de Educación Ambiental, p 50.

SWIFT, M.; HEAL, O.; ANDERSON, J. 1979. Decomposition in terrestrial Ecosystems. En: Studies in Ecology. N° 5. Berkeley: University of California Press.

TAPIA, S.; LUIZÃO, F.; WANDELLI, E. 1999. Macrofauna da liteira em sistemas agroflorestais sobre pastagens abandonadas na Amazônia cen tral. En: Acta Amazônic, 29 (3): pp 477-495.

VILLALOBOS, F; ORTIZ,R; MORENO, C; PABON, N; HERNANDEZ, H; BELLO, J; MONTIEL,S. 2000. Patrones de la macrofauna edáfica en un cultivo de Zea maíz durante la fase de postcosecha en la “La Mancha”, Veracruz, México. Acta zool. México (n.s) 80:167-183..

VOLHLAND, K.; SCHROTH, G. 1999. Distribution patterns of the litter macrofauna in agroforestry and monoculture plantations in Central Amazonia as affected by plant species and management. En: Applied Soil Ecology, (13): pp 57-68.