

EVALUACION DE MACROFAUNA Y COMPOSICION FLORISTICA EN SISTEMAS
PRODUCTIVOS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.), MUNICIPIO DE LA UNION, NARIÑO.

STEPHANNY LUCIA MUÑOZ RAMIREZ
THALIA NAYITH VILLOTA PORTILLO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO
2014

EVALUACION DE MACROFAUNA Y COMPOSICION FLORISTICA EN SISTEMAS
PRODUCTIVOS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.), MUNICIPIO DE LA UNION, NARIÑO.

STEPHANNY LUCIA MUÑOZ RAMIREZ
THALIA NAYITH VILLOTA PORTILLO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de INGENIERO
AGROFORESTAL

Presidente

HECTOR RAMIRO ORDOÑEZ M. Sc

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO
2014

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1ro del Acurdo No. del Acurdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

Firma de presidente de tesis

Firma de jurado

Firma de jurado

SAN JUAN DE PASTO, MARZO DEL 2014

AGRADECIMIENTOS

Héctor Ramiro Ordoñez M.Sc, Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.

J. Fernando Navia Estrada Ph.D, Docente Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño.

J. Alberto Vélez L. M.Sc, Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.

A nuestra familia, amigos y compañeros.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCION	9
MATERIALES Y METODOS	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
CONCLUSIONES	26
BIBLIOGRAFIA	26

**EVALUACION DE MACROFAUNA Y COMPOSICIÓN FLORISTICA EN
SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.), MUNICIPIO DE LA
UNION, NARIÑO**

**EVALUATION OF MACROFAUNA AND FLORISTIC COMPOSITION IN
PRODUCTIVE SYSTEMS OF COFFEE PLANTATION (*Coffea arabica* L.),
MUNICIPALITY OF LA UNION, NARIÑO**

Stephanny Muñoz R.¹

Thalía Villota P.²

Héctor Ordoñez J.³

RESUMEN

Se realizó la evaluación de macrofauna y composición florística en sistemas productivos de café en el municipio de La Unión (Nariño), con coordenadas geográficas 1° 36' y 06'' N 77° 00' y 15'' W, temperatura 19 °C y humedad relativa 82.5 %. Se seleccionaron cuatro sistemas productivos de Café: con sombra, semisombra, asocio con plátano y a pleno sol. El muestreo de macrofauna se hizo siguiendo la metodología TSBF, utilizando monolitos de dimensiones 0,25 x 0,25 x 0,30 m, tres monolitos por sistema productivo de café, con tres repeticiones, posteriormente se hizo el conteo e identificación de individuos. Se realizó análisis de varianza y pruebas de comparación de medias de Tukey para abundancia, riqueza y diversidad. Para el muestreo de las especies leñosas utilizadas como sombra, se aplicó la “Metodología de Inventario Rápido” estableciendo 4 parcelas de 50 x 5 m, (0.1 ha) registrando los individuos leñosos con $DAP \geq 5.0$ cm; igualmente se implementaron 2 subparcelas de 1 m x 1 m para las especies herbáceas. Al evaluar la macrofauna se encontró que la mayor abundancia se presenta en los sistema café bajo sombra y a pleno sol, con 3914.77 y 2960 i./m².

¹Estudiante de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto, Colombia. E-mail; stefia.5491@hotmail.com. 2014.

²Estudiante de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto, Colombia. E-mail; tana548@hotmail.com. 2014.

³I. F. M. Sc., C.Ph. D. Docente investigador. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal. E-mail; hectoramiro@hotmail.com. 2014

El sistema de café bajo sombra presenta la mayor riqueza y diversidad (26 familias y $H' = 2.07$); en comparación al sistema de café a pleno sol (18 familias y $H' = 1.62$). En cuanto a la distribución vertical la mayor abundancia, riqueza y diversidad se presentó en los primeros 10 cm del suelo. Para composición florística se identificaron 16 especies leñosas distribuidas en 11 familias, para un total de 43 individuos; Así mismo se encontraron 18 especies herbáceas distribuidas en 13 familias con un total de 45 individuos.

Palabras clave: Diversidad, abundancia, riqueza, ecosistemas, sistemas agroforestales.

ABSTRACT

There was realized the evaluation of macrofauna and composition florística in productive systems of coffee in the municipality of La Union (Nariño), with geographic coordinates $1^{\circ} 36' y 06'' N 77^{\circ} 00' y 15'' W$, temperature $19^{\circ} C$ and relative humidity 82.5 %. We selected four coffee production systems: with shade, semi-shade, partnership with banana and full sun. The sampling of macrofauna were made by the TSBF methodology, using monoliths of dimensions $0.25 x 0.25 x 0.30$ m, three monoliths by productive system of coffee, with three repetitions, later the count and identification of individuals was done. There were realized analysis of variance and tests of comparison of Tukey's averages for abundance, richness and diversity. For the sampling floristic composition, there was used the "Methodology of Rapid Inventory" establishing 4 plots of $50 x 5$ m, registering the woody individuals with $DAP = 5.0$ cm; also were implemented 2 subplots of $1 m x 1 m$ for herbaceous species. The results indicated that the system coffee under the shade and full sun presented the greatest abundance (3914.77 and 2960 i. /m²). The system of coffee under shade presents the major wealth and diversity (26 families and $H' = 2.07$); in comparison to the system of coffee in the sun (18 families and $H' = 1.62$). In regard to the vertical distribution the greater abundance, wealth and diversity are presented in the first 10 cm of the soil. For floristic composition were identified 16 woody species distributed in 11

families, for a total of 43 individuals; it is also found 18 herbaceous species distributed in 13 families with a total of 45 individuals.

Keywords: Diversity, abundance, richness, ecosystems, agroforestry systems.

INTRODUCCION

En Colombia el café se cultiva principalmente en los andes tropicales y en las cadenas montañosas; tradicionalmente su producción se ha ubicado en la franja sub-andina, donde convergen especies de franjas altitudinales superiores e inferiores, convirtiéndose en una significativa reserva global de almacenamiento de biodiversidad que se extiende desde los 800 msnm hasta más arriba de los 2000 msnm, encontrándose allí el óptimo altitudinal de lluvias y una gran diversidad de flora y fauna (Halffter y Ezcurra, 1992).

La variedad de ecosistemas de la región cafetera no sólo constituye un escenario mega diverso, sino que también determina las decisiones que toman los productores acerca del nivel de tecnificación de su cultivo y las variedades vegetales a utilizar (Café de Colombia, 2010) siendo la transformación de paisajes y la intensificación de monocultivos, una de las principales actividades y causas de la pérdida de biodiversidad, heterogeneidad de ecosistemas y cambios en la estructura vegetal (Guhl, 2004).

Con relación a esta heterogeneidad el estudio de la composición florística y la macrofauna es importante, debido a su susceptibilidad y rápida respuesta ante los cambios, por lo que muchos autores proponen su uso como indicadores de calidad o alteración ambiental (Schrothy Sinclair, 2003).

En los últimos años, se ha dado mayor importancia al papel que juega la biodiversidad en el funcionamiento de los sistemas agrícolas, considerando que es el principio fundamental de la agricultura sostenible (Altieri y Nicholls, 2005). Autores como Leyva y Pohlan (2005) y Lores *et al*, (2008), manifiestan que los organismos del suelo median procesos como el control natural, el reciclaje de nutrientes y la descomposición; mientras que Sans (2007), afirma que la composición florística favorece la diferenciación de hábitat, incrementa las

oportunidades de coexistencia y de interacción entre las especies y generalmente lleva asociado una mayor eficiencia en el uso de los recursos.

Ante este escenario, se han implementado sistemas productivos que reducen el impacto ambiental y mejoran las condiciones de vida de los productores (Guhl, 2009), los sistemas agroforestales con café es uno de ellos, logrando aportar alternativas eficientes de uso de la tierra, debido a la capacidad de optimizar los efectos benéficos de las interacciones que ocurren entre los componentes arbóreos y el café, aprovechando al máximo el rendimiento total de un área, disminuyendo el uso de agroquímicos, reduciendo la contaminación del agua, suelo y la pérdida de biodiversidad (Leal y Navas, 2000; Altieri, 2002), además el paisaje cafetero, ha ocupado un lugar especial desde el punto de vista social, ecológico, económico y cultural desde el siglo XIX hasta la actualidad (Macip-Rios y Casas2008).

En los sistemas cafeteros se han realizado diferentes investigaciones respecto a la evaluación de macrofauna; Burbano y Delgado (2010) evaluaron *Coffea arábica* L en monocultivo, *Coffea arábica* L. y *Musa sapientum*L, *Coffea arábica* L. e *Inga edulis* L y bosque, donde los resultados indicaron que el bosque y el sistema agroforestal *Coffea arábica* L e *Inga edulis* L., presentaron una mayor diversidad y biomasa, a diferencia del sistema *Coffea arábica* L en monocultivo el cual determino los niveles más bajos.

Desde esta perspectiva la investigación tiene como objetivo evaluar la macrofauna y composición florística en sistemas productivos de café (*Coffea arabiga* L.) en el municipio de la Unión, Nariño, que permita en el futuro la toma de decisiones y la formulación de políticas acordes a la realidad social y ambiental del caficultor, así como el aporte sustancial que representa este cambio en términos económicos a mediano y/o largo plazo.

MATERIALES Y METODOS

Localización

La investigación se realizó en el municipio de La Unión (Nariño), con coordenadas geográficas 1° 36' y 06'' Norte y 77° 00' y 15'' Oeste, con una temperatura media de 19 °C, precipitación media anual de 2116.6 mm, brillo solar promedio de 4.9 h/día, la

evapotranspiración entre 152 mm y 185 mm y la humedad relativa promedio de 82.5% (Ibarra y Bastidas, 2008).

Tipificación de fincas

En la selección de los sistemas productivos de café, se tuvo en cuenta el trabajo de investigación de Ordóñez y Navia, (2013) “Tipificación de los sistemas de producción de café en el municipio de La Unión”. En este estudio los autores aplicaron aleatoriamente una entrevista semiestructurada a 110 productores, la cual la complementaron con información suministrada por las instituciones vinculadas al sector cafetero.

Con las variables que resultaron ser significativas, y por medio de la aplicación de técnicas multivariadas y utilizando un análisis de correspondencia múltiple (ACM) realizaron un análisis de conglomerados, por el método Ward, lográndose establecer tipologías por grupos de sistemas de producción, identificándose las siguientes: café asociado con plátano, cultivo de café sin sombra, café (tradicional) con sombra de leñosas y café semisombra de leñosas, estos sistemas de manejo muestran diferencias peculiares bien diferenciados. Igualmente, es común encontrar diferencias en cuanto al manejo lo que conlleva a diferencias notables en la producción, calidad y rendimientos económicos.

Selección de los sistemas productivos

Con la información de la tipificación de fincas, se procedió a realizar visitas de campo, con el fin de seleccionar del grupo de fincas que conforman cada clúster, una finca modelo, la cual debe ser representativa del sistema productivo, identificándose las siguientes fincas en donde se maneja el sistema, así:

Finca N° 1. Vereda el Sauce (café bajo sombra).

Finca N°2. Vereda La Fragua (café con semisombra).

Finca N° 3. Vereda Reyes (café en asocio con plátano).

Finca N° 4. Vereda Peñas Blancas (café a plena exposición solar).

Muestreo macrofauna

Se utilizó la metodología TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) (Anderson e Ingram, 1989), utilizando monolitos de dimensiones 25cm x 25cm x 30cm de profundidad, los cuales se dividieron en cuatro estratos: mantillo, superficial (0-10cm), medio (10-20cm) y profundo (20-30 cm). En cada uso del suelo se tomaron tres muestreos al azar, con tres repeticiones (tres épocas climáticas: época seca, húmeda y semihúmeda), para un total de 9 monolitos por finca. La macrofauna se recolectó de forma manual en campo, ubicando el monolito sobre una lámina de plástico extendido sobre el suelo y dividiendo con ayuda de un machete los estratos; luego se ubicaron los individuos en contenedores rotulados. Las lombrices se conservaron en formaldehído al 5% y los demás macroinvertebrados en alcohol al 70%.

Posteriormente se realizó el conteo e identificación en el laboratorio de entomología de la Universidad de Nariño, utilizando estereoscopios e identificando las muestras a nivel de Orden y Familia, con ayuda de las claves taxonómicas Triplehorn y Johnson (2005), Coto, (1998) y Sther (2002).

Variabes de evaluación. En cada uno de los monolitos se determinó la abundancia asociada a cada uso de suelo y se registró el número de individuos por cada estrato. La diversidad se estimó aplicando el parámetro de diversidad alfa, mediante la utilización de los índices de Riqueza específica (S), Índice de Shannon-Wiener (H') (Moreno, 2001) índice de Simpson (λ) y equidad de Pielou. Estos índices fueron calculados con la ayuda del programa Past versión 2.17.

Riqueza específica (S): En este estudio, se considero el número total de familias obtenido en el censo de la comunidad, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

Índice de Simpson:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde: p_i = abundancia proporcional de la familia i , es decir, el número de individuos de cada familia dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índice de Shannon-Wiener:

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

El índice de Shannon (H'), contempla la cantidad de familias presentes en el área de estudio (riqueza), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas familias (abundancia).

Equidad de Pielou

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde:

$$H'_{\max} = \ln (S).$$

S = Número total de familias (Moreno, 2001).

Análisis estadístico. Los datos se procesaron a través de tablas de frecuencia y se realizó un ANAVA, para los datos que presentaron diferencias estadísticas, se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey; además se determinaron los índices de diversidad (Índice de Simpson, Índice Shannon-Wiener e Índice Equidad).

Muestreo diversidad florística

El muestreo se realizó siguiendo la “Metodología de Inventario Rápido” (Gentry, 1982), que implican el censo de individuos de 2.5 cm de DAP en un área de 1000 m² para plantas leñosas y arbustivas. Esta metodología propuesta se modificó para esta investigación; donde se estableció en cada finca 4 parcelas de 50 x 5 m (para un área total de 1000 m² por sistema productivo, donde se registraron los individuos leñosos con DAP \geq 5.0 cm; igualmente se establecieron 2 subparcelas de 1 m x 1 m. para especies herbáceas.

Análisis de la información. Para evaluar la diversidad florística (especies leñosas y herbáceas), se realizó una tabla de frecuencia y análisis descriptivo, posteriormente con los resultados obtenidos se compararon los diferentes sistemas de producción de café.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

MACROFAUNA

Abundancia

En el cuadro 1, se indican los resultados de la abundancia de los cuatro sistemas productivos se colectaron un total de 12218.20 individuos por m^2 de los cuales el 32.03% corresponde al sistema de café bajo sombra con 3914.66 individuos/ m^2 , seguido de los sistemas, café a plena exposición solar con 2959,63 individuos/ m^2 (24.22%); café con semisombra 2831,95 individuos / m^2 (23.17%) y café en asocio con plátano con la menor abundancia, 2511,96 individuos / m^2 (20.55%).

La abundancia de los cuatro sistemas estuvo representada por los órdenes Coleóptera (1658,66 i./ m^2), Hymenoptera (3946,32i./ m^2), Haplotaxida, (3861,32 i./ m^2), que representan el 77.4% del total de individuos, además es importante mencionar que en el sistema de café con semisombra los órdenes Orden Diplopoda y Quilopoda fueron representativos con 1061.32 i./ m^2 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Abundancia de macrofauna (Nº individuos / m^2) en sistemas productivos de café (*Coffea arabica* L.) municipio de la Unión, (Nariño), 2014.

FILO	CLASE	ORDEN	SISTEMAS PRODUCTIVOS				TOTAL
			CAFÉ - SOMBRA	CAFÉ- SEMISOMBRA	CAFÉ- PLATANO	CAFÉ PLENO SOL	
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	474,67	256	298,66	629,33	1658,66
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	1456	746,66	869,33	874,33	3946,32
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	48	42,66	16	122,66	229,32
Arthropoda	Insecta	Dermaptera	74,67	26,66	5,33		106,66
Arthropoda	Insecta	Orthoptera	10,66				10,66
Arthropoda	Insecta	Diptera	5,33				5,33
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera		5,33	10,66		15,99
Arthropoda	Myriapoda	Diplopoda	133,33	874,66	42,66	10,66	1061,31
Arthropoda	Myriapoda	Quilopoda	133,33	186,66	101,33	21,33	442,65
Arthropoda	Arachnida	Araneae	106,67	85,33	112	48	352
Arthropoda	Arachnida	Acari	128				128
Arthropoda	Malacostraca	Isopoda	272	10,66	48	26,66	357,32
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	1040	597,33	997,33	1226,66	3861,32
Mollusca	Gasteropoda	Stylomatophora	32		10,66		42,66
TOTAL			3914,66 (32,03%)	2831,95 (23,17%)	2511,96 (20,55%)	2959,63 (24,22%)	12218,20

El análisis de varianza presenta diferencias altamente significativas para estratos. La prueba de comparación de medias de Tukey indica que el estrato (0-10 cm) presenta la mayor abundancia respecto a los demás. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias de Tukey para abundancia de macrofauna en sistemas productivos de café, (*Coffea arabica* L.) municipio de la Unión, (Nariño), 2014.

Variable / Estrato (cm)	Abundancia(i./m²)
(0- 10)	4458,66 a
Mantillo	2954,66 b
(10- 20)	2874,66 b
(20 -30)	1930,66 b

Letras distintas indican diferencias significativas (p< 0.05)

Para el estrato (0-10cm), se colectaron un total de 4458,66 i./m², cuya abundancia probablemente se debe a que éste, otorga las condiciones adecuadas y genera hábitats apropiados para que la macrofauna pueda vivir. Los resultados concuerdan con Pineda, (2013), donde observó que los estratos mantillo y 0-10 cm presentaron la mayor abundancia con (5187,6 y 4526 i./m², respectivamente). Al respecto, Lavelle *et al.*, (1994), afirma que generalmente la mayor actividad biológica tiene lugar en los primeros 20 cm de profundidad del suelo, dado que la disponibilidad de nutrientes es mayor. Para Castro, *et al.*, (2007), a medida que se profundiza en el perfil la macrofauna del suelo disminuye, ya que se reduce el contenido de materia orgánica y oxígeno que proporciona el hábitat y el alimento para su desarrollo.

Sin embargo, en esta investigación también se encontró, que en el estrato (20-30 cm) hay una abundancia considerable de individuos pertenecientes a los órdenes Hymenoptera y Haplotaxida, situación que pudo generarse debido a que en los cuatro sistemas puede existir un buen abastecimiento de recursos alimenticios, no obstante según Villalobos *et*

al.,(2000), también puede deberse a que las Lumbricidae tienen una distribución euritópica, lo que les permite tener un amplio rango de distribución, además (Brown *et al.*, 2001), señalan que el comportamiento estacional faunístico y las variaciones climáticas pueden hacer que algunos miembros de la fauna bajen a profundidades mayores que las contempladas, especialmente durante la época de sequía.

Por su parte las hormigas, por sus hábitos generalistas, pueden disponer de un amplio rango de recursos mediante la colecta de semillas de maleza, materia orgánica que cae al suelo, así como de pequeños organismos sedentarios o de movimientos lentos, tales como huevos de insectos, larvas, pupas y algunas artrópodos adultos (Perfecto y Vandermeer, 1994) que a la vez le dan mayores opciones de abastecimiento y le permiten competir con otras especies del suelo (Rojas, 2001) y por consiguiente ser catalogadas como especies dominantes.

Riqueza

El sistema de café bajo sombra presentó la mayor riqueza con 26 familias, siendo los órdenes Coleóptera con 9 familias y Hemíptera con 4 familias los más representativos; el sistema de café a pleno sol presentó la menor riqueza con 18 familias siendo el orden coleóptera el más rico con 9 familias. (Cuadro 3).

Cuadro 3. Presencia de familias de macrofauna asociada a sistemas productivos de Café (*Coffea arabica* L.) municipio de la Unión, (Nariño), 2014.

Orden	Familia	Cafe bajo sombra	Cafe con semisombra	Cafe con platano	Cafe a pleno sol
Hemiptera	Reduviidae	x			
	Miridae	x			
	Cimicidae	x			
	Cicadellidae		x		
	Coreidae		x	x	
	Cydnidae		x	x	x
	N. i.	x			
	N. i.		x		
	Scutelleridae				x
Pentatomidae			x		
Hymenoptera	Formicidae	x	x	x	x
Coleoptera	Staphylinidae	x	x	x	x
	Carabidae	x	x	x	x
	Scarabaeidae	x	x	x	x
	Hydroscaphidae	x	x	x	x
	Silvanidae	x			
	Curculionidae	x	x		
	Cantaridae	x			
	Elateridae	x	x	x	x
	N. i.	x		x	
	Nitidulidae		x		x
	Chrysomelidae			x	x
	Dysticidae				x
Passalidae			x	x	
Dermaptera	Labiidae	x	x	x	
Diptera	N. i.	x			
Orthoptera	Tetrigidae	x			
	Acrididae	x			
Quilopodo	N. i.	x	x	x	x
Diplopodo	N. i.	x	x	x	x
Araneae	N. i.	x	x	x	x
Acari	N. i.	x			
Lepidoptera	N. i.		x	x	
	Arctiidae			x	
Isopoda	Porcellionidae	x	x	x	x
Haplotaxida	Lumbricidae	x	x	x	x
	Sp.1	x	x	x	x
Stylommatophora	Helicidae	x		x	
TOTAL FAMILIAS		26	20	22	18

N.i. =Individuo no identificado a nivel de familia.

El análisis de varianza de la riqueza, presenta diferencias estadísticas en los arreglos del cultivo de café y diferencias altamente significativas para estratos.

La prueba de comparación de medias de Tukey indica que la riqueza de macrofauna en los sistemas de café bajo sombra, asocio con plátano y con semisombra son similares y presentan los mayores valores (26, 22, 20 familias), respectivamente, en relación al cultivo de café a pleno sol con 18 familias (Cuadro 4).

Cuadro 4. Prueba de comparación de medias de Tukey para riqueza, en sistemas productivos de café (*Coffea arabica* L.) municipio de la Unión (Nariño), 2014.

Variable / Arreglo	Riqueza (N° de familias)
Café bajo sombra	26 a
Café en asocio con plátano	22 ab
Café con semisombra	20 ab
Café a pleno sol	18 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Los resultados obtenidos, permiten inferir que en aquellos arreglos donde se asocia el cultivo de café con otras especies se encuentra mayor riqueza, debido a que presentan mayor cobertura de la superficie, la cual permite regular la humedad y la temperatura del suelo, con condiciones favorables para el mantenimiento de distintos micro y macroorganismos, generando diferentes hábitats y proporcionándoles alimento, condiciones que hacen que la macrofauna prefiera este tipo de ambientes para desarrollarse y cumplir con sus ciclos biológicos. Denis, (2001), señala que la riqueza de especies es más alta en el bosque y en los sistemas agroforestales que en sistemas de producción sin presencia de árboles, gracias a la diversidad de la vegetación, la disponibilidad de alimento para las especies, la compleja estructura de la vegetación que provee sitios de hábitat y brinda mejor protección que en sistemas agropecuarios más simples.

Mientras tanto en el cultivo a plena exposición, estas condiciones son muy variables al mantener la superficie libre de cobertura, expuesto a erosión y a manejo intensivo del suelo, que implica el uso de productos químicos y métodos mecánicos de deshierbe. Según

Decaens *et al.*, (2006), en los sistemas agrícolas manejados tradicionalmente se produce una disminución de la riqueza, abundancia y biomasa total de la macrofauna del suelo, lo cual se atribuye al uso inadecuado de agroquímicos, a la reducción en la producción de raíces y a la modificación en el microclima del suelo luego de la desaparición de la vegetación natural.

La prueba de comparación de medias de Tukey indicó que los estratos mantillo y (0-10 cm) presentan la mayor riqueza (29 y 23 familias), a diferencia de los estratos (10-20 cm) y (20-30 cm). (cuadro5).

Cuadro 5. Prueba de comparación de medias de Tukey para estratos del suelo, en sistemas productivos de café (*Coffea arabica* L.) municipio de la Unión (Nariño), 2014.

Variable / Estrato (cm)	Riqueza (N° de familias)
Mantillo	29 a
(0- 10)	23 a
(10- 20)	18 b
(20 -30)	14 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

De acuerdo a los resultados, la riqueza es mayor para el estrato mantillo y se presentan resultados similares en el estrato (0-10 cm); dicho comportamiento se puede observar al relacionar la adición de hojarasca y follaje en el suelo; para los estratos inferiores (10- 20 cm) y (20- 30 cm) se encontró una menor riqueza, debido tal vez, a la disminución del contenido de materia orgánica a medida que se profundiza en las capas del suelo, encontrando menor capacidad de alimentación y hábitat para las diferentes familias de macrofauna.

Al respecto Mansonet *al.*, (2008) afirman que los estratos superiores tienen similitudes en cuanto a abundancia y riqueza, dadas las condiciones ambientales, edáficas y nutricionales

análogas, igualmente ocurre con los estratos inferiores, con diferencias en abundancia y riqueza.

Diversidad

Esta variable se evaluó a través de los índices de Simpson, Shannon-Wiener y Equidad de Pielou, parámetros estandarizados cuyos resultados permitieron comparar el estado de la macrofauna en los diferentes usos y estratos del suelo.

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas para los índices de Simpson y Shannon y no hubo diferencias estadísticas para el índice de equidad de Pielou.

Índice de Simpson (λ)

El análisis de varianza mostró diferencias significativas para estratos y la prueba de comparación de medias de Tukey indicó que los estratos mantillo y 0-10 cm, presentan la mayor dominancia respecto a los otros (Cuadro 6).

Cuadro 6. Prueba de comparación de medias de Tukey para sistemas productivos de café (*Coffea arabica* L.) municipio de la Unión (Nariño), 2014.

Variable / Estrato (cm)	
Mantillo	a
(0- 10)	ab
(10- 20)	b
(20 -30)	b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

La diferencia se debe probablemente a que la mayor parte del alimento orgánico que está a disposición de la macrofauna proviene de la capa vegetal y de otros animales que recubren el suelo, por lo cual la diversidad poblacional aumenta. (Navia, 2003).

Teniendo en cuenta que la distribución de la macrofauna en el perfil del suelo está determinada por la humedad y temperatura que le brinda el contenido de materia orgánica

donde la humedad es un factor esencial que determina el grado de actividad y la localización de las lombrices en los suelos, ya que son organismos de respiración cutánea y extraen del suelo el agua que ingieren (Jiménez *et al.*, 2003).

Índice de Shannon – Wiener

El análisis de varianza presentó diferencias significativas para usos y diferencias altamente significativas para estratos. La prueba de comparación de medias de Tukey y el índice de Shannon indicaron que los sistemas de café bajo sombra ($H' = 2,066$), semisombra ($H' = 1,988$) y en asocio con plátano ($H' = 1,881$), son los más diversos respecto al sistema de café a pleno sol ($H' = 1,618$). (Cuadro 7).

Cuadro 7. Índice de diversidad y prueba de comparación de medias de Tukey para sistemas productivos de café (*Coffea arabica* L.) municipio de la Unión (Nariño), 2014.

SHANNON				
Usos	Índice		Estratos (cm)	
Café bajo sombra	2,066	a	Mantillo	a
Café /semisombra	1,988	ab	(0-10)	ab
Café asocio plátano	1,881	ab	(10-20)	bc
Café pleno sol	1,618	b	(20-30)	c

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Los sistemas agroforestales que se manejan de forma tradicional y con conocimiento local juegan un papel importante en la conservación de la biodiversidad, su estructura y funcionalidad generan condiciones de hábitats adecuados para los organismos y otorgan los elementos necesarios para su desarrollo. En esta investigación, la composición florística juega un papel fundamental, ya que en el sistema de café bajo sombra, las diferentes especies leñosas y herbáceas que se encontraron, permiten que se genere un ambiente adecuado, promoviendo un aumento de la diversidad de la macrofauna.

Sánchez y Milera, (2002), afirman que la aparición de una mayor diversidad de organismos en el suelo, se debe al apropiado nicho ecológico que se forma para muchos de estos organismos, relacionado con la regulación de la temperatura y la mayor disponibilidad de materia orgánica que sirve como fuente de alimento para este tipo de fauna.

En relación a los estratos, Mantillo y (0-10 cm) presentaron la mayor diversidad de organismos; ésta densidad de macro invertebrados en el suelo depende del mosaico de hojarasca que generan las diferentes especies arbóreas, cuyos mosaicos pueden promover la coexistencia de una comunidad muy diversa de macroinvertebrados determinada por el reparto de recursos, lo que favorece una reducción de presión competitiva (Negrete–Yankelevich *et al.*, 2008).

El sistema de café a pleno sol, presentó la menor diversidad en los estratos y al ser considerado como un sistema perturbado se puede inferir que las condiciones para la macrofauna se verán reducidas y su diversidad tenderá a disminuir. Los cambios generados en el sistema hacen desaparecer los organismos dependientes de la hojarasca y deja que organismos oportunistas invasores se desarrollen (Brown *et al.*, 2001), provocando cambios significativos en los perfiles de suelo en periodos de tiempo sorprendentemente cortos. Cuando se presenta esta perturbación en la estructura vegetal, disminuye la diversidad arbórea, la hojarasca se homogeniza y por tanto los nichos resultantes, lo que provoca una disminución en la diversidad y abundancia de la macrofauna (Trueba *et al.*, 2005)

Resultados similares fueron encontrados por Negrete y De la Rosa,(2011), al menos en el sentido de que los valores más altos de diversidad y riqueza se presentaron en los sistemas arbolados. Este hallazgo es congruente con el postulado de que con una composición vegetal diversa, va a existir una capa de hojarasca igualmente diversa (Collins, 1980) que provee a su vez de una diversidad alta de nichos para los macroinvertebrados.

Composición florística

En los cuatro sistemas productivos se utilizan como sombrero 16 especies arbóreas, distribuidas en 11 familias; siendo el sistema café bajo sombra y semisombra los más

diversos con 14 y 9 especies respectivamente, destacándose por su importancia las familias fabáceae, mimosaceae, rutaceae y myrtaceae (Cuadro 8).

Cuadro 8. Especies arbóreas encontradas en los sistemas productivos de café (*Coffea arabica* L.) municipio de la Unión (Nariño), 2014.

Familia	Especie	Nombre científico	SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CAFÉ				TOTAL
			Bajo sombra	Semisombra	Con platano	Pleno sol	
Rutaceae	Naranja	<i>Citrus sinensis</i> L.	3	1		1	
	Limon	<i>Citrus limon</i>	2	1		1	
Mimosaceae	Guamo machete	<i>Inga densiflora</i>	6	2	1	1	
	Guamo churimo	<i>Inga codonantha</i>	2	2			
Lauraceae	Aguacate	<i>Persea americana</i>	2				
Fabaceae	Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	2	2			
	Cachimbo	<i>Erythrina spp</i>	1	1			
	Pichuelo	<i>Senna spectabilis</i>	1	1			
Boraginaceae	Nogal cafetero	<i>Cordia alliodora</i>		1			
Papilionaceae	Matarraton	<i>Glyricida sepium</i>	1				
Lythraceae	Guayacan	<i>Lafoensia speciosa</i>	1				
Oleaceae	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i>			1		
Acanthaceae	Nacedero	<i>Thrichanthera gigantea</i>	1		1		
Myrtaceae	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	1				
	Arrayan	<i>Myrcianthes leucoxila</i>	1				
Bignoniaceae	Quillotoco	<i>Tecoma stans</i>	1	1			
Total individuos			25	12	3	3	43
Riqueza especies			14	9	3	3	29

En los sistemas analizados es importante la familia Mimosaceae, representada por las especies *Inga densiflora* e *Inga codonantha* (Guamo), utilizadas por su rápido crecimiento y su ayuda en la conservación de la humedad y fertilidad del suelo. Al respecto Cardona y Sadeghian, (2005), han desarrollado investigaciones sobre los beneficios de sombrero de esta especie y su aporte de materia orgánica y nutrientes, obteniendo resultados positivos ya que observaron efectos benéficos sobre las características del suelo, básicamente como resultado del incremento en la materia orgánica estable, ya que los cafetales bajo sombrero de esta especie produjeron en el año cerca de 11 ton/Ha de residuos orgánicos, lo que representa 2,5 veces más cantidad de materia orgánica que en cultivos a plena exposición solar. Además, la mayor parte de los beneficios producidos por los árboles de sombrero, están relacionados con el aporte de materia orgánica y según Gallego *et al.*, 2009 el asocio de grandes árboles como el guamo (*Inga sp.*), cachimbo (*Erythrina spp.*), nogal (*Cordia alliodora*), matarratón (*Glyricidia sepium*), generan beneficios adicionales tanto ecológicos, económicos (alimentos y combustibles) y sociales (paisaje y sensibilidad).

Por otra parte en los sistemas de café a pleno sol y en asocio con plátano, se encontraron un total de 3 especies para cada uno, de esta manera se puede argumentar, que son sistemas caracterizados por mejorar la productividad del cultivo, utilizando malas prácticas, aumentando la demanda de usos de fertilizantes y dejando atrás las alteraciones que con ello pueden causar, lo cual difiere del café bajo sombra. Sin embargo cabe resaltar que los cultivos intercalados (plátano) se justifican como complemento de ingresos; además aunque existe poca diferencia entre los costos de los cultivos de café intercalados y el monocultivo del café, los mayores rendimientos netos se obtienen en los sistemas intercalados (Moreno *et al.*, 2005)

Schroth *et al.*,(2001) demuestran, que en cafetales a pleno sol la densidad aparente de los suelos aumenta y el porcentaje de la porosidad se reduce, situación que afecta el desarrollo y distribución de las raíces del cafetal y por ende la distribución de la macrofauna en el suelo. Cardona *et al.*, (2005) compararon la pérdida de suelo en cafetales a libre exposición y con sombrero encontrando que los valores de pérdida eran de 336 y 59 /Kg/Ha/año, respectivamente. Paz *et al.*, (2006), evaluaron la relación entre dos sistemas de sombrero de café y algunas propiedades del suelo, quienes manifiestan que la presencia de sombrero medio en las fincas cafeteras, favorece la expresión de algunas propiedades físicas, químicas y biológicas (respiración y biomasa microbiana) de estos suelos, estrechamente ligadas a ciclos de mineralización de la materia orgánica y disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Para las especies herbáceas, se encontró un total de 45 individuos, distribuidas en 13 familias y 18 especies, de las cuales la familia compositae con 6 especies y las Gramíneas con 2 son las más diversas. En el caso de los sistemas productivos de café en asocio con plátano y a pleno sol, se encontró mayor número de especies, en diferencia a los sistemas de café bajo sombra y semisombra (Cuadro 9).

Cuadro 9. Registro de especies herbáceas en sistemas productivos de café (*Coffea arabica* L.) municipio de la Unión (Nariño), 2014.

Familia	Nombre comun	Nombre científico	Café sombra	Café semisom	Café plátano	Café sol
Rubiaceae	Botoncillo	<i>Borreria alata</i>		X	X	X
Euphorbiaceae	Golondrina	<i>Euphorbia hirta</i> L.			X	X
Commelinaceae	siempre viva	<i>Commelina diffusa</i>			X	X
Polypodiaceae	Marranero	<i>Pteridium aquilinum</i>	X			X
Portulacaceae	Lechuguilla	<i>Talinum paniculatum</i>	X	X	X	
Compositae	Botón de oro	<i>Sigesbekia jorullensis</i>	X		X	X
	Venadillo	<i>Conyza bonariensis</i>				X
	Pacunga	<i>Bidens pilosa</i>	X			X
	Hierba socialista	<i>Emilia sonchifolia</i>	X	X		
	Totumo	<i>Pseudelephantopus spicatus</i>		X		
Gramineae	Liendrepuerco	<i>Echinochloa crus-galli</i>	X	X	X	X
	Pategallina	<i>Eleusine indica</i>		X	X	X
Malvaceae	Escobadura	<i>Sida acuta</i>	X	X	X	X
Fabaceae	Maní forrajero	<i>Arachis pintoi</i>	X			X
Cyperaceae	Cortadera	<i>Cyperus esculentus</i>		X	X	X
Convolvulaceae	Batatilla	<i>Ipomoea pspp</i>	X	X	X	X
Verbenaceae	Verbena negra	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>		X	X	X
Cucurbitaceae	Melón de monte	<i>Melothria guadalupensis</i>				X
Riqueza de especies			9	10	11	15

La familia compositae cumple funciones fundamentales en la retención y estabilización del suelo, en el incremento de su contenido de materia orgánica y en la producción de oxígeno (Del Vitto y Petenatti, 2009).

Para las cuatro fincas muestreadas, se puede decir que hubo una similitud en cuanto a especies herbáceas al presentar rasgos geográficos semejantes propios de la región; sin embargo esta investigación indicó que de acuerdo a la ocupación, uso de suelos y ambientes diferentes de los sistemas productivos, permiten o no la presencia de estas plantas; considerando que algunas especies son propias de la región y de estos sistemas y otras introducidas que han logrado adaptarse de la mejor manera.

Es por esto que se hace necesario resaltar, que aparte de que las herbáceas cumplen una importante función en la conservación de suelos al amortiguar el golpe de las aguas lluvias, también evitan el arrastre del suelo y lo protegen contra la radiación solar. Una buena cobertura diversificada de estas plantas con un gran volumen de raíces favorece la

diversidad y la actividad del cepellón, mejorando así la nutrición de las plantas cultivadas. (Fischersworing y Robkamp, 2001)

Escobar, (2007), presenta que el 28% de los productores valora el sombrío por la facultad que tiene para regular o controlar el crecimiento y desarrollo de las arvenses, mayormente especies heliófilas, economizando los costos de deshierbe, reduciendo en un 50 % esta actividad en el año y por lo tanto, reduciendo la competencia con el cultivo de café.

Cardona y Sadeghian, (2005), afirman que el sombrío reduce la presencia de especies herbáceas. Por esto que se evidencia menor composición en los dos sistemas relacionados a café con sombra y semisombra. Tanto que los productores son conscientes del impacto del cafetal a pleno sol con la aparición de arvenses, cada vez más agresivas y competitivas, y por consiguiente de mayores gastos en el mantenimiento del cafetal (Escobar, 2007).

CONCLUSIONES

El sistema productivo de café bajo sombra presento los mayores valores de abundancia (3914 i./m²), riqueza (26 familias) y diversidad de macrofauna (H= 2.066).

En los 10 cm del suelo de los cuatro sistemas productivos de café, se presento la mayor riqueza y diversidad de macrofauna.

El sistema de café a pleno sol presentó la menor diversidad de macrofauna y composición arbórea, sin embargo en la composición herbácea fue el que mayor riqueza de especies reporto.

En el cultivo de café bajo sombra y semisombra existe una alta presencia de especies leñosas, las cuales generan beneficios ambientales y efectos positivos sobre la macrofauna presentando las mejores condiciones y un menor impacto para estos ecosistemas.

BIBLIOGRAFIA

ALTIERI, M. 2002. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan, Montevideo. 338 p.

- ALTIERI, M. y NICHOLLS, C. 2005. Agroecology and the Search for a Truly Sustainable Agriculture. First edition: (English version). California. 277 p.
- ANDERSON, J and INGRAM, J. 1989. Tropical Soil Biology and Fertility: A handbook of methods, second edition. CAB international. Wallingford, TSBF. 44- 46 p.
- BROWN, G; FRAGOSO, C; BAROIS, I; ROJAS, P; PATRON, C; BUENO, J; MORENO, A; LAVELLE, P; ORDAZ, V Y RODRÍGUEZ, C. 2001. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. Acta Zoológica Mexicana Nueva serie(1):79–110
- BURBANO, A y DELGADO, G. 2010. Evaluación de la macrofauna del suelo asociada a diferentes sistemas con *Coffea arabica* L. Tesis de grado Ingeniera Agroforestal, Facultad de ciencias agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 25 p.
- CAFÉ DE COLOMBIA. 2010. Nuestras regiones cafeteras. En: <http://www.cafedecolombia.com>. Consulta: Septiembre, 2012
- CARDONA, D. y SADEGHIAN, S. 2005. Beneficios del sombrero de guamo en suelos cafeteros. Avances técnicos Cenicafé. 334: 120- 178
- CASTRO, J; BURBANO, H. y BONILLA, C. 2007. Abundancia y Biomasa de organismos edáficos en tres usos de terreno en el altiplano de Pasto, Colombia. ACAG. Universidad Nacional. 56 (3): 127-130.
- COLLINS, N. 1980. The distribution of soil macrofauna on the west ridge of Gunung (mount) Mulu, Sarawak. Oecologia. 44:263–275.
- COTO, D. 1998. Estados inmaduros de insectos de los órdenes Coleoptera, Diptera y Lepidoptera: Manual de reconocimiento. CATIE. 170 p.
- DECAENS, T; JIMENEZ, J; GIOIA, C; MEASEY, G. and LAVELLE, P. 2006. The values of soil animals for conservation biology. European Journal of Soil Biology. 42: 23-38.

DEL VITTO, L. y PETENATTI, E. 2009. Asteráceas de importancia económica y ambiental. Primera parte. Sinopsis morfológica y taxonómica, importancia ecológica y plantas de interés industrial. 18 (2).

DENNIS, P, 2001. Los cambios en los ensambles de especies de artrópodos en relación con el establecimiento silvopastoriles en los pastizales de montaña. 7(3): 14 -21.

ESCOBAR, G. 2007. El sombrío en los cafetales: un sistema, una estrategia para la seguridad alimentaria. 258 p. En: Concurso redSAN. Palmira, Valle del Cauca.

FISCHERSWORRING, B. y ROBKAMP, R. 2001. Guía para la caficultura ecológica. Tercera edición, Editorial, López. República Federal de Alemania. 113 p.

GALLEGO, M.; MONTOYA, J; ARMBRECHT, I. 2009 ¿Es la sombra benéfica para la diversidad de hormigas y peso del café? Boletín científico centro de museo de historia natural. Cauca, Colombia.

GENTRY, A. 1982. Patterns of Neotropical plant diversity. Evolutionary Biology. Hecht, Wallace and Prance, plenum publishing corporation. 15: 1-84.

GUHL, A. 2004. Café y cambio de paisaje en la zona cafetera colombiana entre 1970 y 1997. Revista Cenicafé, 55(1): 34-59.

GUHL, A. 2009. Café, bosques y certificación agrícola en Aratoca, Santander. Revista de Estudios Sociales. No. 32: 114- 125.

HALFFTER, G. y EZCURRA, E. 1992. Que es la biodiversidad. La diversidad biológica en Iberoamérica. Acta zoológica. Citado por PNUD, FNC, incorporación de la Biodiversidad en el sector cafetero. 2009. 33 p.

IBARRA, A. y BASTIDAS, O. 2008. Identificación de prácticas agroforestales en la conservación de suelos de fincas productivas con café en el Municipio de la Unión, Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 108 p.

JIMENEZ, J. y TOMAS, R. 2003. El arado natural: Las comunidades de macro invertebrados del suelo en las sabanas neotropicales de Colombia, Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 444 p.

LAVELLE, P; DANGERFIELD, M; FRAGOSO, C; ESCHENBRENNER, V; HERNÁNDEZ, D; PASHANASI, B. y BRUSSAARD, L. 1994. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. En: Wooster & M.J. Swift, The biological management of tropical soil fertility. 169 p.

LEAL, F. y NAVAS, J. 2000. Cultivos multiestrato: un modelo de desarrollo agrícola para el área de Barlovento. Revista de la facultad agronómica Maracay. 26: 67- 77.

LEYVA, A. y POHLAN, J. 2005. Agroecología en el trópico: Ejemplos de Cuba. La biodiversidad vegetal, cómo conservarla y multiplicarla. Ediciones ShakerVerlag. 198 p.

LORES, A; LEYVA, A. y TEJEDA, T. 2008. Evaluación espacial y temporal de la agrobiodiversidad en los sistemas campesinos de la comunidad “Zaragoza” en La Habana. Revista Cultivos Tropicales. 29 (1): 5-10.

MACIP-RÍOS, R y CASAS, G. 2008. Los cafetales en México y su importancia para la conservación de los anfibios y reptiles. Revista Mexicana de Biodiversidad, 24 (2), 143-159.

MANSON, R.; HERNÁNDEZ V; GALLINA, S. y MEHLTRETER, K. 2008. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de ecología A.C, México 38 p.

MORENO, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Revista Biológica Tropical. 49 (1):3-4.

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 de Doctorado en Ciencia Agrarias: énfasis en suelos. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Escuela de Posgrados. Palmira. 6-12 p.

NEGRETE–YANKELEVICH, S y DE LA ROSA, N. 2011. Distribución espacial de la macrofauna edáfica en bosque mesófilo, bosque secundario y pastizal en la reserva La Cortadura. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83 (1).

NEGRETE–YANKELEVICH, S; FRAGOSO, C; NEWTON, A; RUSSELL, G y HEAL, A. 2008. Species-specific characteristics of trees can determine the litter macroinvertebrate community and decomposition process below their canopies. *Plant and Soil*. 307:83–97.

ORDOÑEZ, H y NAVIA, J. 2013. Tipificación de los sistemas de producción de café en el municipio de La Unión Nariño. Seminario Internacional de Agroforestería; Quibdó – Choco, Colombia. 20 p.

PAZ, I; SANCHEZ, M. y SADEGHIAN, S. 2006. Relación entre dos sistemas de sombrero de café y algunas propiedades del suelo en la meseta de Popayán, Colombia. 6 p.

PERFECTO, L y VANDERMEER, J. 1994. Distribution and turnover rate of a population of *Atta Cephalotes* in a tropical rain forest in Costa Rica. *Revista Biotropical*. 25(3): 316-321.

PINEDA, M. 2013. Estudio de la macrofauna en diferentes usos de suelo con Laurel de cera (*Morella pubescens*) en la granja experimental Botana. Tesis de grado Ingeniera Agrónoma, Facultad de ciencias agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 28 p.

ROJAS, P. 2001. Las hormigas del suelo en México: diversidad, distribución e importancia (Hymenoptera:Formicidae). *Revista Acta Zoológica Mexicana*. (No especial 1): 189-238.

SÁNCHEZ, S. y MILERA, M. 2002. Dinámica de la macrofauna edáfica en la sucesión de un sistema de gramíneas a un sistema con árboles intercalados en el pasto. *Revista Pastos y Forrajes*. 25:189

SANS, F. 2007. La diversidad de los agroecosistemas. *Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*. 16 (1): 44-49.

SCHROTH, G; LEHMANN, J; RODRIGUES, M.; BARROS E; MACEDO, J. 2001. Plant soil interactions in multistrata agroforestry in the humid tropics. *Agroforestry systems*. 53:85-102

SCHROTH, G. y SINCLAIR, F. 2003. Trees, crops and soil fertility. Concepts and research methods. CABI Publishing. Cambridge, USA. 423 p.

STEHR, F. 2002. Immature insects, Kendall/Hunt Publishing, Dubuque, Iowa. 720p.

TRIPLEHORN, C. y JOHNSON, N. 2005. *Borror and DeLong's* Introduction to the study of insects. Seventh edition. Thomson Brooks/Cole. Estados Unidos. 864 p.

TRUEBA, D., CAIRO, V Y TCHERVA, T. 2005. Microartrópodos asociados a la hojarasca de un bosque semideciduo de Bacunayagua, Matanzas, Cuba. Revista Biología. 19:57-64

VILLALOBOS, F; ORTIZ, C; MORENO, P; PAVÓN, H; HERNÁNDEZ, J; MONTIEL, S. 2000. Patrones de la macrofauna edáfica en un cultivo de *Zea mays* L. durante la fase postcosecha en “la mancha”, Veracruz, México. Revista Acta Zoológica Mexicana. Nueva serie (80):167-183