

T
631.46
Ch25

NO SALE A
DOMICILIO



UNAP

Facultad de
Ciencias Forestales

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA EN ECOLOGIA DE BOSQUES TROPICALES

TESIS

Densidad y diversidad de especies de macroinvertebrados del suelo de tres parcelas del Arboretum "El Huayo" en Puerto Almendra, Loreto-Perú

Tesis para optar el título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales

Autor:

Genaro Chavarry Rojas



14

DONADO POR:

Chavarry Rojas, Genaro

Iquitos. ~~11~~ de 7 de 2012

Iquitos - Perú

2012



ACTA DE SUSTENTACIÓN

DE TESIS Nº 408

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para escuchar la sustentación de la tesis presentada por el Bachiller **GENARO CHAVARRY ROJAS** titulada:” **DENSIDAD Y DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS DEL SUELO DE TRES PARCELAS DEL Arboretum “El huayo” EN PUERTO ALMENDRA, LORETO-PERU**”, formuladas las observaciones y oídas las respuestas lo declaramos: *APROBADO*

Con el calificativo de:

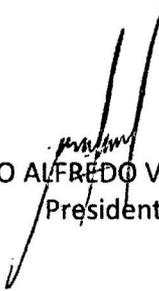
..... *BUENO*

En consecuencia queda en condición de ser calificado:

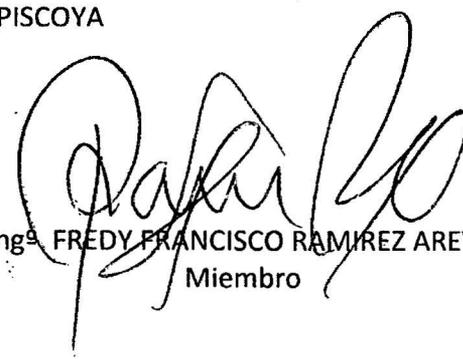
..... *APTO*

Para recibir el título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales

Iquitos, 23 de diciembre del 2011


Ingº JULIO ALFREDO VEGAS PISCOYA
Presidente


Ingº RONALD BURGA ALVARADO, Dr.
Miembro


Ingº FREDY FRANCISCO RAMIREZ AREVALO
Miembro


Ingº SARON QUINTANA VASQUEZ, Dra.
Asesor

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida.

Con amor y cariño a mis
padres: Genaro y Ana

A mis hermanos:
Fidel y Mercedes.

AGRADECIMIENTO

El autor reserva esta página para expresar su sincero agradecimiento:

- A la Dra. Saron Quintana Vásquez, Jefa del proyecto “Dinámica productiva del bosque de diez parcelas del Arboretum “El Huayo” por niveles de concentración de macronutrientes del suelo en Puerto Almendra, Loreto-Perú. Aprobado por Resolución Rectoral N° 0076-2011-UNAP del 07 de enero del 2011.
- Al Dr. Abraham Cabudivo Moena, Docente principal adscrito a la Facultad de Ciencias Forestales, por su orientación en cuanto a la metodología empleada para el desarrollo del presente trabajo de tesis.
- A los alumnos de práctica Pre-profesional II-2011 y tesis de la Facultad de Ciencias Forestales que participaron en el proyecto arriba mencionado, por su colaboración y apoyo incondicional en las labores de muestreo para el desarrollo del presente trabajo de tesis.
- A la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, en especial a la Facultad de Ciencias Forestales, por los conocimientos brindados en todos los años de estudio.
- A todas las personas e instituciones que de alguna u otra manera han contribuido en la ejecución y culminación del presente trabajo de tesis.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE CUADROS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	v
INDICE DE FOTOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
I. INTRODUCCION.....	1
II. EL PROBLEMA.....	2
2.1 Descripción del problema.....	2
2.2 Definición del problema	2
III. HIPOTESIS.....	3
3.1 Hipotesis general.....	3
3.2 Hipotesis alterna.....	3
3.3 Hipotesis nula.....	3
IV. OBJETIVOS.....	4
4.1 Objetivo general.....	4
4.2 Objetivos específicos.....	4
V. VARIABLES.....	5
5.1 Identificación de variables, indicadores e índices.....	5
5.2 Operacionalización de variables.....	5
VI. MARCO TEORICO.....	6
VII. MARCO CONCEPTUAL.....	9
VIII. MATERIALES Y METODO.....	11

8.1	Características generales de la zona de estudio	11
8.2	Materiales.....	11
8.3	Métodos.....	12
IX.	RESULTADOS	17
9.1	Composición de especies y cuantificación de la población de macroinvertebrados edáficos en tres parcelas.....	17
9.2	Biomasa y densidad de macroinvertebrados edáficos.....	18
9.2.1	Biomasa de macroinvertebrados edáficos.....	18
9.2.2	Biomasa de macroinvertebrados edáficos según parcelas y estratos de suelo	20
9.2.3	Densidad de macroinvertebrados edáficos.....	21
9.3	Estimación de la diversidad alfa, mediante el índice de diversidad de Shannon (H') de macroinvertebrados edáficos de las parcelas 8, 9 y 10 del Arboretum "El Huayo"	22
X.	DISCUSIÓN.....	28
XI.	CONCLUSIONES.....	33
XII.	RECOMENDACIONES.....	35
XIII.	BIBLIOGRAFIA.....	36
	ANEXO.....	42

INDICE DE CUADROS

No.	Descripción	Pág.
1	Identificación de variables, indicadores e índices.	5
2	Combinación de los niveles de los factores (tratamientos combinados).	13
3	Análisis de caracterización del suelo de tres parcelas.	14
4	Composición de especies y cuantificación de la población de macroinvertebrados edáficos en tres parcelas.	18
5	Valores de biomasa (g/m^2) de macroinvertebrados en tres parcelas.	19
6	Biomasa de macroinvertebrados por parcela y estratos del suelo.	20
7	Densidad poblacional de macroinvertebrados en tres parcelas (Ind/m^2).	21
8	Índice de Shannon H' por parcelas.	22
9	Índice de Shannon H' por estratos en la parcela 8.	23
10	Índice de Shannon H' por estratos en la parcela 9.	24
11	Índice de Shannon H' por estratos en la parcela 10.	25
12	Índice de Shannon por estratos en 3 parcelas.	26
13	Composición de especies en las parcelas muestreadas.	44

INDICE DE FIGURAS

No.	Descripción	Pág.
1	Metodología del muestreo propuesto por el programa TSBF.	15
2	Biomasa de macroinvertebrados según parcelas y estratos del suelo	21
3	Densidad poblacional de macroinvertebrados de tres parcelas	22
4	Índices de similaridad de Bray-Curtis para tres parcelas.	23
5	Índice de Similaridad de Bray-Curtis para estratos de la parcela 8.	24
6	Índice de Similaridad de Bray-Curtis para estratos de la parcela 9.	25
7	Índice de Similaridad de Bray-Curtis para estratos de la parcela 10.	26
8	Índice de Similaridad de Bray-Curtis para estratos de tres parcelas.	27
9	Mapa de ubicación del JBAH. Loreto, Perú.	43
10	Macroinvertebrados identificados en el JBAH (a) <i>Nephila clavipes</i> "araña", (b) <i>Componotus vagus</i> "hormiga" (c) <i>Dactylopius coccus</i> "chanchito de humedad" (d) <i>Captotermes formosanus</i> "termita" (e) <i>Lombricus terrestris</i> "lombriz" (f) <i>Acheta domesticus</i> "grillo" (g) <i>Blatta orientalis</i> "cucaracha", (h) <i>Chtonius ventalloli</i> "seudoescorpión" (i) <i>Curculioninae</i> "escarabajo", (j) <i>Parajapix isabellae</i> "tysanura" y (k) <i>Curculioninae</i> "escarabajo".	45
11	Trabajo de campo, (a) ubicación del área de muestreo, (b) recolección de hojarasca, (c) materiales utilizados para el muestreo y (d) sustracción de los estratos del monolito.	46

RESUMEN

El estudio se ejecutó en las parcelas 8, 9 y 10 del Jardín Botánico Arboretum "El Huayo" (JBAH), situado en Puerto Almendra, margen derecha del río Nanay a 22 km en dirección suroeste de la ciudad de Iquitos, con la finalidad de evaluar la densidad y la diversidad de especies de macroinvertebrados existentes en el suelo de dichas parcelas. La colecta de macroinvertebrados se llevó a cabo utilizando la metodología del Programa Internacional Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF). Se encontraron un total de 1944 individuos pertenecientes a 14 familias en las tres parcelas evaluadas; las especies con mayor valor de biomasa fueron *Lombricus terrestris* "lombriz" con 4,20g/m² en la parcela 8, *Blatta orientalis* "cucaracha" en la parcela 10 con 1,99g/m² y *Chtonius ventalloi* "seudoescorpión" en la parcela 9 con 1,90g/m²; el estrato de hojarasca presentó el mayor valor de biomasa de macroinvertebrados de 8,78g/m²; la mayor densidad de macroinvertebrados se encontró en la parcela 9 con 889ind/m²; confirmado por el índice de Shannon (H'=2,11), donde el estrato de 0 a 10 cm de profundidad presentó 315 ind/m², seguido del estrato de hojarasca con 213 ind/m² de la misma parcela.

Palabras claves: Macroinvertebrados, biomasa edáfica, densidad poblacional, diversidad poblacional.

I. INTRODUCCION

Para mantener una alta diversidad vegetal, un componente fundamental en el suelo son los macroinvertebrados o mesofauna, que actúan reciclando los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas fragmentando y mezclando la hojarasca con el suelo (Oliveira, 1996). Esta comunidad edáfica ocupa un gran espacio en el suelo tanto cualitativa como cuantitativamente debido a su estructura y funciones. Así en las diversas variedades de ecosistemas: Los macroinvertebrados presentes en el suelo son utilizados como indicadores; toda vez que esta influye en la dinámica de los procesos físicos y químicos del suelo. (Peterson y Luxton, 1982). La importancia de las funciones desempeñadas por los macroinvertebrados del suelo como responsables de regular las comunidades de microorganismos responsables de la mineralización y la humificación y en consecuencia de su influencia en la producción de ácido de la materia orgánica y en la disponibilidad de nutrientes asimilables por las plantas no son muy difundidos; pues, los macroinvertebrados pueden modificar la textura y las propiedades físicas del suelo en los horizontes superficiales en que habitan. (Lavelle *et al.*, 1994). Las actividades humanas a través de las distintas prácticas de manejo y tecnologías aplicadas ejercen importantes efectos en los determinantes de la biota del suelo y sobre ella misma, lo que afecta la composición de las comunidades y su nivel de actividad (Lavelle *et al.*, 1993; citados por Lavelle, 2002). En cambio la naturaleza y los mecanismos de las interacciones entre los micro organismos del suelo y la dinámica de los procesos químicos del mismo en la Amazonía son aún poco conocidos (Vehland y Schroth, 1992).

El objetivo principal fue el de evaluar la densidad y diversidad de especies de macroinvertebrados del suelo de tres parcelas del Arboretum "El Huayo" en Puerto Almendra, Loreto-Perú.

II. EL PROBLEMA

2.1 Descripción del problema

La producción vegetal en la mayoría de los ambientes, sobre todo en los suelos tropicales que han sido sometidos a crecientes presiones humanas que implican alteraciones de los hábitats, reducción de la heterogeneidad ambiental y de las comunidades biológicas. La disminución de recursos alimenticios para las comunidades de macrofauna del suelo causa la pérdida de especies y sus relaciones ecológicas con el medio edáfico. La declinación en abundancia, diversidad y procesos biológicos en que participan las comunidades edáficas pueden afectar la fertilidad y las propiedades físicas de los suelos causando degradación y el deterioro de estos, aumentando la pobreza rural y una mayor destrucción de las áreas boscosas. Stork y Eggleton (1992).

2.2 Definición del problema

¿Cuál será la densidad y diversidad de especies de macroinvertebrados del suelo de tres parcelas del Arboretum "El Huayo" en Puerto Almendra, Loreto-Perú?

III. HIPOTESIS

3.1 Hipótesis general

La densidad y diversidad de especies de macroinvertebrados es predominante según las características de las parcelas 8, 9 y 10 del Arboretum "El Huayo" en Puerto Almendra, Loreto-Perú.

3.2 Hipótesis alterna

Existe diferencia significativa en la densidad y diversidad de especies de macroinvertebrados del suelo en las parcelas 8, 9 y 10 del Arboretum "El Huayo" en Puerto Almendra, Loreto-Perú.

3.3 Hipótesis nula

No existe diferencia significativa en la densidad y diversidad de especies de macroinvertebrados del suelo en las parcelas 8, 9 y 10 del Arboretum "El Huayo" en Puerto Almendra, Loreto-Perú.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Determinar la densidad y diversidad de especie de macroinvertebrados del suelo de tres parcelas del Arboretum "El Huayo" en Puerto Almendra, Loreto-Perú.

4.2 Objetivos específicos

- Conocer la composición de especies y cuantificar la población de macroinvertebrados edáficos de las parcelas 8, 9 y 10 del Arboretum "El Huayo" en Puerto Almendra, Loreto Perú.
- Estimar la biomasa y densidad de macroinvertebrados edáficos de las parcelas 8, 9 y 10 del Arboretum "El Huayo" en Puerto Almendra, Loreto Perú.
- Estimar la diversidad alfa, mediante el índice de diversidad de Shannon H' de macroinvertebrados edáficos de las parcelas 8, 9 y 10 del Arboretum "El Huayo" en Puerto Almendra, Loreto Perú.

V. VARIABLES

5.1 Identificación de variables, indicadores e índices

Variables	Indicadores	Índices
A. Bosque natural		
Parcela 8	➤ Bosque	ha
Parcela 9	➤ Bosque	ha
Parcela 10	➤ Bosque	ha
B. Estratos del suelo		
Hojarasca	➤ Densidad	cm
00-10 cm	➤ Diversidad	cm
10-20 cm		cm
20-30 cm		cm

5.2 Operacionalización de variables

El conocimiento de la composición de especies de macroinvertebrados y su cuantificación se hizo in situ y en el laboratorio, mediante la siguiente operacionalización:

A. Bosque natural: Vs B. Estratos del suelo: 00-00 cm (hojarasca)

A. Bosque natural: Vs B. Estratos del suelo: 00-10 cm

A. Bosque natural: Vs B. Estratos del suelo: 10-20 cm

A. Bosque natural: Vs B. Estratos del suelo: 20-30 cm

La estimación de la biomasa en (g/m^2), densidad (ind/m^2) e índices ecológicos de Shannon H' y de similaridad de Bray-Curtis se realizó en el laboratorio independientemente para cada parcela.

VI. MARCO TEÓRICO

A pesar que los organismos que habitan en el suelo representan solamente el 5 % de la fracción orgánica total de este (Odum, 1989), su abundancia es relativamente grande. Kolmans y Vásquez (1996), estiman que 1 m² de suelo vivo contiene aproximadamente 10 000 000 de nemátodos, 100 000 colémbolos, 45 000 anélidos y más de 40 000 insectos y ácaros; asimismo, un gramo de suelo contiene 500 000 bacterias, 400 000 hongos, 50 000 algas y 30 000 protozoarios.

Esta gran cantidad de organismos se pueden clasificar, de acuerdo con su tamaño, en microflora, microfauna, mesofauna y macrofauna (Lavelle *et al.*, 1994).

Según estos autores la microflora agrupa a los hongos, las bacterias y los actinomicetos. Los organismos cuyo tamaño del cuerpo es menor que 0,2 mm de diámetro conforman la microfauna; ellos son los protozoos, nemátodos y algunos ácaros y colémbolos de pequeño tamaño. La mesofauna comprende a los invertebrados con tamaño entre 0,2 y 2,0 mm, entre ellos los ácaros, colémbolos, enquitreidos y otros insectos pequeños; por último, los animales más grandes del suelo conforman la macrofauna, que incluye a los ejemplares de diámetro mayor que 2,0 mm; los isópodos, los coleópteros en estado larval y adulto, las lombrices y los moluscos son algunos de sus integrantes.

Tanto la microflora como la macrofauna influyen de forma positiva en los principales procesos que se desarrollan en el ecosistema suelo; no obstante, Decaëns *et al.* (1994) señalaron que las regulaciones operadas por los macro organismos del suelo pueden ser determinantes.

Los macroinvertebrados tienen diferentes efectos en los procesos que determinan la fertilidad del suelo. Según Hendrix *et al.* (1990), estos organismos regulan la población microbiana responsable de los procesos de mineralización y humificación y, por ende, influyen en el reciclaje de materia orgánica y en la liberación de nutrientes asimilables para las plantas (Huhta *et al.*, 1994).

Cassagne *et al.* (2003); Cadet *et al.* (2005), manifiestan que los organismos del suelo están compuestos por numerosas especies e individuos que ocupan un amplio rango de nichos ecológicos y son buenos representantes del sistema suelo.

De acuerdo con Lavelle, (1994) y Stork y Eggleton, (1992), los organismos del suelo se clasifican con base en su tamaño y la manera en que interaccionan con sus hábitats. Se presenta la siguiente clasificación: microfauna (< de 0,2 mm), mesofauna (0,2 a 2 mm) y macrofauna (2 mm a 20 mm). La macrofauna opera en muchas escalas de tiempo y espacio e incluyen invertebrados bastante grandes con diversas estrategias adaptativas (Villani *et al.*, 1999) que le permiten romper, transportar y mezclar el suelo y crear estructuras específicas para sus movimientos y actividades (construcción de galerías, nidos, sitios de alimentación, turrículos, compartimientos). Estas características le han permitido ser definidos como los ingenieros del ecosistema (sensu Jones *et al.*, 1994; citado por Lavelle, 1994). Su tamaño promedio va desde los 2 a 20 mm, y hacen parte los siguientes grupos; Anélidos (lombrices), Coleóptera (cucarrones), Himenóptera (avispas), Formicidae (hormigas), Isóptera (termitas) y estados adultos e inmaduros de otros artrópodos comedores de hojarasca. Los macroinvertebrados del suelo intervienen cerca de un 15 y 30% de la tasa de renovación del carbono y del nitrógeno, respectivamente (Wolters, 2000). Sin embargo, la contribución de la macrofauna en el ciclo del carbono y nitrógeno no es tan alta como la de los microorganismos, debido a los altos tiempos de consumo y generación de sustancias con elevada relación C: N (Carbono: Nitrógeno).

(Lavelle *et al.*, 1994, Salamanca y Chamorro 1994, Wolters y Ekschmitt, 1997), mencionan que los macroinvertebrados del suelo son importantes reguladores de muchos procesos del ecosistema: tienen efectos positivos en la conservación de la estructura del suelo; actúan sobre el microclima, la humedad y la aireación; pueden activar o inhibir la función de los microorganismos y están involucrados en la conservación y ciclado de nutrientes.

Dentro de las comunidades que se caracterizan por su alta diversidad e importancia, las comunidades del suelo sobresalen debido a su papel fundamental en los ecosistemas terrestres. Una comunidad puede ser definida como un grupo de organismos, generalmente de amplia afinidad taxonómica, están juntas y muchas de las cuales pueden interactuar dentro de un sistema de vínculos horizontales y verticales (Giller, 1996). Dentro de las funciones de los organismos del suelo están el movimiento de la materia orgánica del suelo y ciclado de nutrientes, transformación de nutrientes, degradación biológica y mejoramiento de la estructura del suelo. Los macroinvertebrados tienen diferentes efectos en los procesos que determinan la fertilidad del suelo. Según Hendrix *et al.* (1990), estos organismos regulan la población microbiana responsable de los procesos de mineralización y humificación y, por ende, influyen en el reciclaje de materia orgánica y en la liberación de nutrientes asimilables para las plantas Huhta *et al.* (1994).

Además, a través de su acción mecánica en el suelo contribuyen a la formación de agregados estables que permiten proteger una parte de la materia orgánica de una rápida mineralización y pueden modificar las propiedades físicas y de textura en los horizontes donde habitan Hassenk *et al.* (1994).

Según Neher (1999), manifiesta que el número y la biomasa por volumen de organismos del suelo disminuyen por órdenes de magnitud, desde la base hasta las posiciones superiores de las cadenas alimenticias. En contraste con las otras cadenas alimenticias, las del suelo tienden a tener cadenas más extensas, con mayores incidencias de los omnívoros y posiblemente mayor complejidad. Además de esto, toda la fauna depende de los productores primarios (por ejemplo el mantillo ó humus).

Blair *et al.* (1996); Pankhurst y Lynch (1994), mencionan que la macrofauna responde al manejo en escalas de tiempo de meses o años, por lo que tiene gran potencial para el uso como indicadores biológicos.

VII. MARCO CONCEPTUAL

Macrofauna del suelo

Organismos que interactúan con los microorganismos mediante relaciones mutualistas (Stork y Eggleton, 1992).

Macroinvertebrados edáficos

Animales visibles a la vista (diámetro > 2 mm o longitud > 10 mm). (Lavelle y Spain, 2001).

Riqueza de especies

Número de especies por sitio de muestreo (McIntosh, 1967).

Abundancia

Número de individuos presentes por unidad de superficie (Graciano, 2001).

Diversidad de especies

Variedad de especies existentes en una región (Moreno, 2001).

Diversidad alfa

Riqueza de especies de una comunidad determinada (Moreno, 2001).

Índices de diversidad

Herramientas que nos permiten tener una perspectiva de la comunidad con el fin de realizar monitoreos ambientales y tomar decisiones de conservación y manejo (Moreno, 2001).

Biomasa

Cantidad de materia viva producida en un área determinada de la superficie terrestre, o por organismos de un tipo específico (Odum, 1989).

Materia orgánica (MO).

Principal factor que controla las propiedades del suelo y los principales ciclos biogeoquímicos (Odum, 1989).

Técnica multivariante

Técnica basada en coeficientes de similitud calculado entre cada par de muestras (Moreno, 2001).

Organismos descomponedores

Bacterias y hongos que participan en las primeras etapas de la descomposición (Magurran, 1989).

Indicador biológico

Organismo (una especie u otro taxón) que es usado como indicador de los parámetros de un ambiente, facilitando su evaluación (Magurran, 1989).

Perfil del suelo

Estructura vertical del suelo, caracterizada por la superposición de una serie de horizontes (Lavelle *et al.*, 1993).

VIII. MATERIALES Y METODO

8.1 Características generales de la zona de estudio

8.1.1 Área de estudio

El presente estudio se ejecutó en las parcelas del Jardín Botánico Arboretum “El Huayo” (JBAH) del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal (CIEFOR) – Puerto Almendra, ubicado a la margen derecho del río Nanay a 22 Km de distancia en dirección Sur-Oeste desde la ciudad de Iquitos; geográficamente se encuentra ubicado en las coordenadas 3° 49' 40" Latitud Sur y 73° 22' 30" Longitud Oeste, a una altitud aproximada de 122 msnm (Quintana, 2006). (Ver figura 9 del Anexo).

8.1.2 Accesibilidad

Existen dos vías, teniendo como referencia la ciudad de Iquitos: una por carretera con una parte asfaltada y otra afirmada, que une la ciudad con el CIEFOR, y la otra exclusivamente fluvial por el río Nanay.

8.1.3 Climatología

Climatológicamente presenta las siguientes características: la precipitación media anual es de 2979,3 mm; temperatura media anual 26,4°C; las temperaturas máximas y mínimas promedio anuales alcanzan 31,6°C y 21,6°C, respectivamente; la humedad relativa media anual es de 82,1 %. El área de estudio se localiza dentro de la zona de vida denominada Bosque Húmedo Tropical (bh – T) (Quintana, 2006).

8.1.4 Ecología

La zona de estudio se encuentra dentro de los sistemas ecológicos amazónicos de bosques de tierra firme, denominado **Bosque azonal semideciduo del oeste de la Amazonía**, cuyas características fisionómicas de la vegetación está definida por una secuencia de bosques bajos y abiertos y bosques altos y densos que corresponden respectivamente a las cimas y quebradas. (Josse *et al.*, 2007).

8.1.5 Geología

Según ONERN (1991), la configuración geológica de la zona se enmarca dentro de la denominada cuenca amazónica, la misma que en su mayor parte se encuentra cubierta por sedimentos detríticos continentales. Asimismo ONERN (1975), manifiesta que los materiales que conforman la zona a nivel de reconocimiento, pertenecen al sistema Terciario Superior y Cuaternario de la era Cenozoica.

8.2 Materiales y equipos

De Campo:

Libreta de campo, jalones, brújula, GPS, wincha, botas, machete, pala, bolsas de plástico, rafia, capota, plástico rojo, frascos de vidrio y de plástico, bastidores de madera, alcohol y pinzas.

De Laboratorio:

Balanza mecánica, balanza digital de 0,01g de precisión, estereoscopio y estufa eléctrica.

De Gabinete:

Papel bond A4, computadora, calculadora, USB 2.GB, impresora, cartuchos de tinta, libros y marcadores de texto.

8.3 Método

8.3.1 Tipo de investigación

El tipo de estudio se define como investigación básica, descriptiva, comparativa (Alvitres, 2004).

8.3.2 Diseño de la Investigación

Para cumplir con los objetivos planteados en la presente investigación, se utilizó el diseño Ex Post Facto Prospectivo arreglado a los factores A: Bosque natural y B: Estratos del suelo, como se indica:

Factor A: Bosque natural.

Niveles	a_0	parcela 8
	a_1	parcela 9
	a_2	parcela 10

Factor B: Estratos del suelo

Niveles	b_0	hojarasca
	b_1	00 - 10 cm
	b_2	10 - 20 cm
	b_3	20 - 30 cm

Cuadro 1. Combinación de los niveles de los factores (tratamientos combinados)

Factor A. Bosque natural	Factor B. Estratos del suelo (cm)				Total
	00-00 (b_0)	00-10 (b_1)	10-20 (b_2)	20-30 (b_3)	
Parcela 8 (a_0)	a_0b_0	a_0b_1	a_0b_2	a_0b_3	04
Parcela 9 (a_1)	a_1b_0	a_1b_1	a_1b_2	a_1b_3	04
Parcela 10 (a_2)	a_2b_0	a_2b_1	a_2b_2	a_2b_3	04
Total	03	03	03	03	12
Repeticiones	05	05	05	05	05
Total General	15	15	15	15	60

8.3.3 Población y muestra

La población de estudio estuvo conformada por todas las especies de macroinvertebrados presentes en el área de las parcelas 8, 9 y 10 del JBAH (3 ha). Para medir el resultado de los tratamientos propuestos, se ha determinado realizar el muestreo en las parcelas mencionadas, utilizando la metodología del Programa Internacional Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF), que consiste en sustraer monolitos o columnas del suelo de 25 x 25 x 30 cm de profundidad que se divide en tres estratos con la ayuda de un machete o pala: hojarasca o mantillo, a 10 cm de profundidad, 10 a 20 cm, y de 20 a 30 cm. (Lavelle y Kohlmann 1984; Pardo-Locarno *et al.*, 2006), en total se realizaron 15 monolitos, 5 repeticiones por parcela, cada una de ellas separadas por un intervalo de 5 m a lo largo de una línea cuyo origen y dirección han sido escogidos al azar en el área elegida de cada parcela en estudio.

8.3.4 Caracterización del suelo de las parcelas muestreadas

La caracterización del suelo de las parcelas muestreadas del JBAH, con un padrón representativo de bosque de terraza media de la cuenca baja del río Nanay, indican las características físico-químicas más importantes que corresponden a (cuadro 2):

Cuadro 2. Análisis de caracterización del suelo de las tres parcelas

ANÁLISIS	PARCELA 8		PARCELA 9		PARCELA 10	
	RESULTADOS	INTERPRETACION	RESULTADOS	INTERPRETACION	RESULTADOS	INTERPRETACION
Arena	77%	Textura gruesa	78%	Textura gruesa	51%	Textura gruesa
Limo	14%		17%		24%	
Arcilla	9%		6%		25%	
Textura	Arena Franca		Arena Franca		Franco Arenoso	
QUÍMICO						
pH	4,39	Acido	4,47	Acido	4,00	Acido
Materia Orgánica	1,49%	Medio	2,49	Bajo	2,86%	Bajo
Fosforo	2,60ppm	Bajo	1,93ppm	Bajo	2,53 ppm	Bajo
Potasio	19,50ppm	Bajo	39,50 ppm	Bajo	34,00 ppm	Bajo
CIC	5,54	Bajo	10,56	Alto	12,37	Alto
Calcio cambiabile (Ca)	0,48 meq/100g	Asimilable	0,49 meq/100g	Asimilable	0,50 meq/100g	Asimilable
Potasio cambiabile (K)	0,08 meq/100g	Asimilable	0,10 meq/100g	Asimilable	0,11 meq/100g	Asimilable
Magnesio cambiabile(Mg)	0,12 meq/100g	Asimilable	0,20 meq/100g	Asimilable	0,16 meq/100g	Asimilable
Sodio cambiabile(Na)	0,15 meq/100g	Asimilable	0,19 meq/100g	Asimilable	0,14 meq/100g	Asimilable
Aluminio mas Hidrógeno (Al + H)	1,35 meq/100g	Asimilable	1,65 meq/100g	Asimilable	4,37 meq/100g	Asimilable
Conductividad eléctrica (CE)	0,105 Ds/m	Sin problema de sales	0,13 Ds/m	Sin problema de sales	0,21 Ds/m	Sin problema de sales

Fuente: Universidad Nacional Agraria "La Molina", Dpto. Académico de Suelos y Fertilizantes, 2011.

8.3.5 Colecta de macroinvertebrados del suelo

Para la colecta de macroinvertebrados del suelo se realizó siguiendo la metodología propuesto por el Programa Internacional Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) (Lavelle y Pashanasi 1989), se tomaron muestras de 25 x 25 x 30 cm de profundidad, se empleó un marco-molde de madera para aislar el monolito del suelo, el cual fue extraído con una pala y dividido en cuatro capas sucesivas: 00-00 cm (hojarasca), 00-10cm, 10-20cm y 20-30cm; cada estrato fue desmenuzado y revisado cuidadosamente en plásticos de color rojo de 1 m² para facilitar el trabajo. La fauna se extrajo de la hojarasca y de los volúmenes de suelo por revisión manual "in situ". (Ver figura 12 del Anexo).

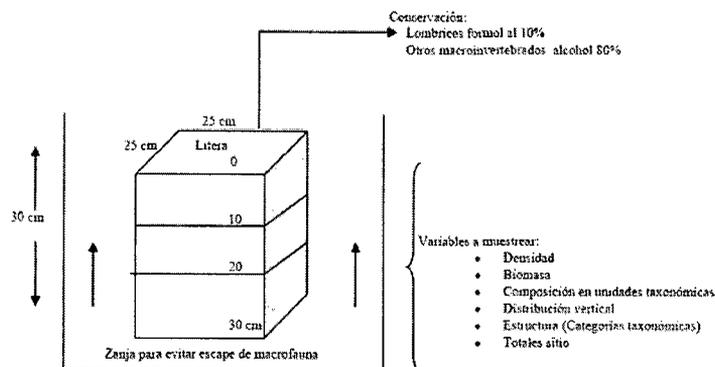


Figura 1. Metodología de muestreo propuesta por Programa TSBF

Fuente: Programa Internacional Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF)

8.3.6 Identificación de macroinvertebrados

Los macroinvertebrados colectados fueron conservados en alcohol al 70 % de concentración, luego fueron llevados al laboratorio para limpiarlos y proceder a la identificación que se hizo con la ayuda de un especialista, se utilizó la clave taxonómica de Ross (1954), para la diferenciación de las morfo especies se utilizó un estereoscopio, bibliografía especializada, diferentes criterios morfológicos entre ellos: morfología alar, forma y tamaño de los cercos entre otros y así clasificar los especímenes hasta las unidades taxonómicas de: clase, orden, familia, genero y especie.

8.3.7 Medición de la biomasa de macroinvertebrados

Se realizó pesando a los macroinvertebrados en condición fresco encontrados e identificados en las diferentes muestras utilizando balanza analítica (biomasa = g/m^2) a nivel del grupo taxonómico en cada tratamiento.

8.3.8 Cuantificación de la densidad poblacional

La densidad poblacional de los macroinvertebrados se realizó por el cálculo directo contando el número total de individuo por metro cuadrado (ind/m^2).

8.3.8 Determinación de los índices de diversidad

Índice de Shannon H'

Se determinó mediante el índice de diversidad de Shannon (H'), se utilizó este índice porque contempla dos parámetros importantes de las comunidades en el área de estudio: el número de especies y la abundancia así como también por poseer una alta sensibilidad a las alteraciones en la abundancia de especies de menor densidad, comparadas con otros índices de diversidad y por ser uno de los más utilizados en los estudios de ecología (Thompson y Shay, 1989); la fórmula que se utilizó es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

- S – Número de especies (la riqueza de especies)
- p_i – Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$
- n_i – Número de individuos de la especie i
- N – Número de todos los individuos de todas las especies

Índice de Similaridad de Bray-Curtis

Expresa el grado de semejanza en composición de especies y sus abundancia en dos muestras (comunidad). Para medir el índice de Similaridad de Bray-Curtis, se utilizó el programa Past, utilizando la técnica multivariada (Moreno, 2001.).

8.3.9 Análisis estadístico:

Se empleó la estadística descriptiva para los valores de densidad poblacional y biomasa de macroinvertebrados y para los índices ecológicos, la estadística no paramétrica. (Lavelle y Kohlmann, 1984; Pardo-Locarno, 2006).

IX. RESULTADOS

9.1 Composición de especies y cuantificación de la población de macroinvertebrados edáficos en tres parcelas.

En el cuadro 3, se presenta a los macroinvertebrados identificados que se han encontrado en las tres parcelas muestreadas: para la parcela 8, se ha encontrado e identificado a macroinvertebrados pertenecientes a 10 familias: (Aracnidae, Grillydae, Termithidae, Formicidae, Blatellidae, Curculionidae, Cimicidae, Lumbricidae y Quilopodidae). Con referencia a la parcela 9, se ha identificado a 14 familias: (Chtonidos, Julidae, Quilopodidae, Blatellidae, Termithidae, Formicidae, Parajapygidae, Curculionidae, Cimicidae, Lumbricidae, Grillydae, Oniscidae y Aracnidae; por otra parte en la parcela 10 se ha identificado también a 14 familias Chtonidos, Quilopodidae, Julidae, Aracnidae, Blatellidae, Termithidae, Formicidae, Curculionidae, Cimicidae, Lumbricidae, Grillydae, Parajapygidae y Oniscidae respectivamente (Ver cuadro 3).

Cuadro 3. Composición de especies y cuantificación de la población de macroinvertebrados edáficos en tres parcelas.

N° Parc.	Nombre común	Nombre científico	Clase	Orden	Familia	Genero	Especie
8	Opilión	<i>Phalangium opilio</i>	Arácnida	Opiliones	Phalangidae	Phalangium	Opilio
	Araña	<i>Nephila clavipes</i>	Arácnida	Aracnidae	Aracnidae	Nephila	Clavipes
	Grillo	<i>Acheta domestica</i>	Insecta	Orthoptera	Grillidae	Acheta	Domestica
	Termita	<i>Coptotermes formosanus</i>	Insecta	Isoptera	Termitidae	Coptotermes	Formosanus
	Hormiga	<i>Componotus vagus</i>	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	Componotus	Vagus
	Cucaracha	<i>Blatta orientalis</i>	Insecta	Blattodea	Blattellidae	Blatta	Orientalis
	Escarabajo	<i>Curculioninae in mucronata</i>	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	Curculioninae	In mucronata
	Lombriz	<i>Lombricus terrestris</i>	Oligoqueto	Opisthokonta	Lumbricidae	Lombricus	Terrestris
	Chinche	<i>Cercopis vulnerata</i>	Insecta	Hemiptera	Cimicidae	Cercopis	Vulnerata
Ciempies	<i>Illacme plenipes</i>	Chilopoda	Miriapoda	Quilopodidae	Illacme	Plenipes	
9	Seudoescorpión	<i>Chtonius ventrali</i>	Arácnida	pseudoescorpiónida	Ctonidae	Chtonius	Ventrali
	Mil pies	<i>Cylindroiulus madeirae</i>	Diplopoda	Julida	Julidae	Cylindroiulus	Madeirae
	Ciempies	<i>Illacme plenipes</i>	Quilopoda	Miriapoda	Quilopodidae	Illacme	Plenipes
	Araña	<i>Nephila clavipes</i>	Arácnida	Aracnidae	Aracnidae	Nephila	Clavipes
	Cucaracha	<i>Blatta orientalis</i>	Insecta	Blattodea	Blattellidae	Blatta	Orientalis
	Termita	<i>Coptotermes formosanus</i>	Insecta	Isoptera	Termitidae	Coptotermes	Formosanus
	Hormiga	<i>Componotus vagus</i>	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	Componotus	Vagus
	Tysanura	<i>Parajapyx isabellae</i>	Diplura	Diplura	Parajapygidae	Parajapyx	Isabellae
	Escarabajo	<i>Curculioninae in mucronata</i>	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	Curculioninae	In mucronata
	Chinche	<i>Cercopis vulnerata</i>	Insecta	Hemiptera	Cimicidae	Cercopis	Vulnerata
	Lombriz	<i>Lombricus terrestris</i>	Oligoqueto	Opisthokonta	Lumbricidae	Lombricus	Terrestris
	Grillo	<i>Acheta domestica</i>	Insecta	Orthoptera	Grillidae	Acheta	Domestica
	Chanchito	<i>Dactylopius coccus</i>	Crustaceo	Isopoda	Oniscidae	Dactylopius	Coccus
10	Opilión	<i>Phalangium opilio</i>	Arácnida	Opiliones	Phalangidae	Phalangium	Opilio
	Pseudoescorpión	<i>Chtonius ventrali</i>	Arácnida	Pseudoescorpiónida	Ctonidae	Chtonius	Ventrali
	Ciempies	<i>Illacme plenipes</i>	Quilopoda	Miriapoda	Quilopodidae	Illacme	Plenipes
	Mil pies	<i>Cylindroiulus madeirae</i>	Diplopoda	Julida	Julidae	Cylindroiulus	Madeirae
	Araña	<i>Nephila clavipes</i>	Arácnida	Aracnidae	Aracnidae	Nephila	Cclavipes
	Cucaracha	<i>Blatta orientalis</i>	Insecta	Blattodea	Blattellidae	Blatta	Orientalis
	Termita	<i>Coptotermes formosanus</i>	Insecta	Isoptera	Termitidae	Coptotermes	Formosanus
	Hormiga	<i>Componotus vagus</i>	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	Componotus	Vagus
	Escarabajo	<i>Curculioninae in mucronata</i>	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	Curculioninae	In mucronata
	Chinche	<i>Cercopis vulnerata</i>	Insecta	Hemiptera	Cimicidae	Cercopis	Vulnerata
	Lombriz	<i>Lombricus terrestris</i>	Oligoqueto	Opisthokonta	Lumbricidae	Lombricus	Terrestris
	Grillo	<i>Acheta domestica</i>	Insecta	Orthoptera	Grillidae	Acheta	Domestica
	Opilión	<i>Phalangium opilio</i>	Arácnida	Opiliones	Phalangidae	Phalangium	Opilio
	Tysanura	<i>Parajapyx isabellae</i>	Diplura	Diplura	Parajapygidae	Parajapyx	Isabellae
Chanchito	<i>Dactylopius coccus</i>	Crustaceo	Isopoda	Oniscidae	Dactylopius	Coccus	

9.2 Biomasa y densidad de macroinvertebrados edáficos

9.2.1 Biomasa de macroinvertebrados edáficos

En el cuadro 4, se presentan los resultados de los valores de la biomasa de macroinvertebrados en (g/m^2); *Lombricus terrestris* "lombriz" en la parcela 8 tuvo la mayor biomasa con $4,20 \text{ g}/\text{m}^2$, seguido de *Nephila clavipes* "araña" con $3,25 \text{ g}/\text{m}^2$. En la parcela 09,

la mayor biomasa la tiene *Chtonius ventalloli* "pseudoescorpión" con 1,90 g/m², *Coptotermes formosanus* "termita" con 1,88 g/m², *Nephila clavipes* "araña" con 1,34 g/m² e *Illacme plenipes* "ciempiés" con 1,08 g/m², mientras que en la parcela 10 el mayor peso de biomasa se ha determinado en *Coptotermes formosanus* "termitas" con 2,69 g/m², *Cercopis vulnerata* "chinche" con 2,28 g/m² y *Blatta orientalis* "cucaracha" con 1,99 g/m², respectivamente.

Cuadro 4. Valores de biomasa (g/m²) de macroinvertebrados en tres parcelas

Parcelas	Nombre científico	Individuos/muestreo	Peso/Prom (Ind/g)	Peso (g/m ²)
8	<i>Phalangium opilio</i>	1	0,02	0,30
	<i>Nephila clavipes</i>	3	0,20	3,25
	<i>Acheta domesticus</i>	4	0,15	2,40
	<i>Coptotermes formosanus</i>	63	0,12	1,88
	<i>Componotus vagus</i>	12	0,03	0,55
	<i>Blatta orientalis</i>	1	0,01	0,21
	<i>Curculioninae inmucronata</i>	1	0,00	0,07
	<i>Lombricus terrestris</i>	5	0,26	4,20
	<i>Cercopis vulnerata</i>	2	0,02	0,25
	<i>Illacme plenipes</i>	1	0,01	0,13
	9	<i>Phalangium opilio</i>	1	0,01
<i>Componotus vagus</i>		79	0,02	0,26
<i>Nephila clavipes</i>		11	0,09	1,37
<i>Dactylopius coccus</i>		2	0,02	0,30
<i>Parajapix isabellae</i>		1	0,01	0,13
<i>Coptotermes formosanus</i>		58	0,10	1,57
<i>Lombricus terrestris</i>		1	0,04	0,65
<i>Chtonius ventalloli</i>		2	0,12	1,90
<i>Curculioninae inmucronata</i>		11	0,06	0,91
<i>Blatta orientalis</i>		4	0,03	0,52
<i>Cylindroiulus madeirae</i>		4	0,04	0,60
<i>Cercopis vulnerata</i>		2	0,02	0,28
<i>Illacme plenipes</i>		2	0,07	1,08
<i>Acheta domesticus</i>		4	0,04	0,72
10		<i>Phalangium opilio</i>	2	0,02
	<i>Componotus vagus</i>	24	0,00	0,09
	<i>Nephila clavipes</i>	10	0,05	0,83
	<i>Dactylopius coccus</i>	1	0,00	0,01
	<i>Coptotermes formosanus</i>	61	0,17	2,69
	<i>Lombricus terrestris</i>	3	0,03	0,56
	<i>Curculioninae inmucronata</i>	7	0,05	0,77
	<i>Cercopis vulnerata</i>	1	0,14	2,28
	<i>Blatta orientalis</i>	4	0,12	1,99
	<i>Parajapix isabellae</i>	1	0,01	0,20
	<i>Illacme plenipes</i>	2	0,05	0,84
	<i>Acheta domesticus</i>	3	0,07	1,04
	<i>Chtonius ventalloli</i>	1	0,00	0,01
	<i>Cylindroiulus madeirae</i>	3	0,00	0,02

9.2.2 Biomasa de macroinvertebrados según parcelas y estratos del suelo

En el cuadro 5 y la figura 2, se presentan los resultados de biomasa de macroinvertebrados según parcelas y estratos del suelo, sobresaliendo la parcela 10 por presentar un la mayor cantidad de biomasa de 23,25g/m², seguido de la parcela 8 con 13,26 g/m²; presentando la parcela 9 el más bajo valor de biomasa con 10,45 g/m² respectivamente. Además es importante resaltar que en las diferentes parcelas evaluadas los mayores valores de biomasa de macroinvertebrados edáficos se encontraron en el estrato de hojarasca con un promedio de 8,78 g/m² y en el estrato de 0 a 10 cm de profundidad con 4,17g/m² respectivamente.

Cuadro 5. Biomasa de macroinvertebrados por parcelas y estratos del suelo (g/m²)

Parcelas	Estratos	<i>Phalangium opilio</i>	<i>Nephtia clavipes</i>	<i>Coptotermes formosanus</i>	<i>Acheta domesticus</i>	<i>Comptonotus vagus</i>	<i>Dactylopius coccus</i>	<i>Blatta orientalis</i>	<i>Curculioninae inimucronata</i>	<i>Lombricus terrestris</i>	<i>Cercopis vulnerata</i>	<i>Parajapix isabellae</i>	<i>Chthonius ventralioli</i>	<i>Illacme plenipes</i>	<i>Cylindroiulus madeirae</i>	Total
parcela 8	Hojarasca	0,30	2,00	0,82	2,00	0,55	0,00	0,00	0,06	0,00	0,24	0,00	0,00	0,13	0,00	6,10
	0-10	0,00	1,25	1,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	2,66
	10-020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,21	0,01	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,44
	20-30	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,06
	Sub total	0,30	3,25	1,88	2,40	0,55	0,03	0,21	0,07	4,20	0,25	0,00	0,00	0,13	0,00	13,26
	Promedio	0,30	1,63	0,63	1,20	0,18	0,03	0,21	0,03	2,10	0,12	0,00	0,00	0,13	0,00	
parcela 9	Hojarasca	0,16	1,10	0,30	0,60	0,10	0,30	0,30	0,80	0,00	0,28	0,13	1,90	1,00	0,50	7,47
	0-10	0,00	0,27	1,00	0,12	0,05	0,00	0,22	0,11	0,65	0,00	0,00	0,00	0,08	0,10	2,60
	10-020	0,00	0,00	0,22	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27
	20-30	0,00	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11
	Sub total	0,16	1,37	1,57	0,72	0,26	0,30	0,52	0,91	0,65	0,28	0,13	1,90	1,08	0,60	10,45
	Promedio	0,16	0,69	0,00	0,36	0,06	0,30	0,26	0,46	0,65	0,14	0,13	1,90	0,54	0,30	
parcela 10	Hojarasca	0,32	4,98	1,67	1,04	0,06	0,00	1,00	0,35	0,00	2,28	0,20	0,01	0,84	0,02	12,77
	0-10	0,00	4,98	0,86	0,00	0,01	0,00	0,99	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,26
	10-020	0,00	1,66	0,09	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15
	20-30	0,00	0,83	0,07	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07
	Sub total	0,32	12,45	2,69	1,04	0,09	0,00	1,99	0,77	0,56	2,28	0,20	0,01	0,84	0,02	23,25
	Promedio	0,32	3,11	0,67	1,04	0,02	0,00	0,99	0,39	0,28	2,28	0,20	0,01	0,84	0,02	

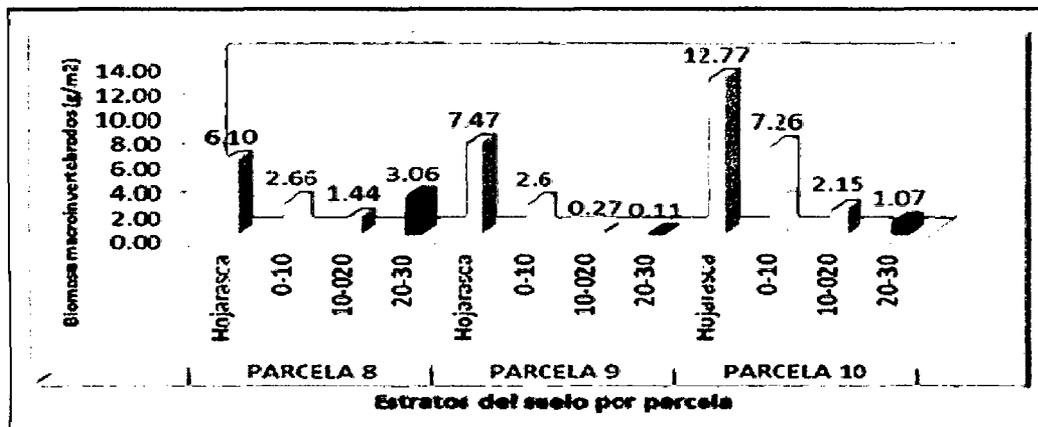


Figura 2. Biomasa de macroinvertebrados (g/m²) según parcelas y estratos del suelo.

Densidad de macroinvertebrados edáficos

En el cuadro 4 y la figura 2, se presentan los resultados de la densidad de macroinvertebrados edáficos encontrados en las parcelas evaluadas, de las cuales la mayor densidad se encontró en la parcela 9 con 889 ind/m², constituido en su mayoría por *Coptotermes formosanus* "termita" y *Componotus vagus* "hormiga". Las parcelas con mayor diversidad de ind/m² fueron las parcela 9 y 10 ambas con 14 especies.

Cuadro 4. Densidad poblacional de macroinvertebrados en tres parcelas (Ind/m²).

Parcela	Monolitos	Profundidad	<i>Illacme plenipes</i>	<i>Cylindroiulus madeire</i>	<i>Nephtis clavipes</i>	<i>Blatta orientalis</i>	<i>Coptotermes formosanus</i>	<i>Componotus vagus</i>	<i>Chthonius ventralis</i>	<i>Parajapix isabellae</i>	<i>Curculioninae immucronata</i>	<i>Cercopis vulnerata</i>	<i>Lombricus terrestris</i>	<i>Acheta domesticus</i>	<i>Dactylopius coccus</i>	<i>Phalangium opilio</i>	Total	%	
8	11Z+3F4F	5 Hojarasca	3,00	0,00	12,00	0,00	16,00	0,00	0,00	0,00	3,00	6,00	0,00	102,30	0,00	3,00	145	31,57	
		0-10cm	0,00	0,00	3,00	0,00	3,00	54,00	0,00	0,00	0,00	3,00	19,00	138,00	0,00	0,00	220	47,80	
		10-20 cm	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	6,00	74,00	0,00	0,00	92	19,99
		20-30 cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	3	0,65
		Total	3,00	0,00	15,00	3,00	19,00	60,00	0,00	0,00	0,00	6,00	9,00	25,00	317,00	0,00	3,00	460	100,00
Promedio	0,80	0,00	3,80	0,80	4,80	15,00	0,00	0,00	0,00	1,50	2,30	6,30	79,00	0,00	0,80	115			
9	11Z+3F4F	5 Hojarasca	6,00	3,00	51,00	9,00	16,00	51,00	12,00	3,00	35,00	3,00	0,00	12,00	9,00	3,00	213	23,96	
		0-10cm	0,00	9,00	6,00	3,00	147,00	122,00	0,00	0,00	19,00	3,00	3,00	3,00	0,00	0,00	315	35,43	
		10-20cm	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	205,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	211	23,73	
		20-30 cm	0,00	3,00	0,00	3,00	122,00	16,00	0,00	0,00	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	150	16,87	
		Total	6,00	15,00	57,00	15,00	288,00	394,00	12,00	3,00	57,00	9,00	3,00	18,00	9,00	3,00	889	100,00	
Promedio	1,20	3,00	11,00	3,00	58,00	79,00	2,00	1,00	11,00	18,00	0,60	36,00	18,00	0,60	178				
10	11Z+3F4F	5 Hojarasca	12,00	12,00	19,00	6,00	9,00	51,00	3,00	25,00	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	152	25,55	
		0-10cm	0,00	0,00	19,00	6,00	217,00	51,00	0,00	3,00	3,00	0,00	9,00	0,00	0,00	3,00	311	52,27	
		10-20cm	0,00	0,00	6,00	6,00	6,00	14,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	0,00	3,00	0,00	44	7,39	
		20-30 cm	0,00	0,00	3,00	0,00	73,00	6,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	88	14,79	
		Total	12,00	12,00	47,00	18,00	305,00	122,00	3,00	28,00	6,00	12,00	15,00	6,00	3,00	6,00	595	100,00	
Promedio	3,00	3,00	12,00	5,00	76,00	31,00	0,80	7,00	2,00	3,00	38,00	15,00	0,75	15,00	149				



El estrato de mayor densidad poblacional fue el estrato de 0 a 10 cm y el de menor densidad fue el estrato de 20 a 30 cm para todas las parcelas muestreadas, en cuanto a la densidad por parcelas, la parcela 9 presentó la mayor densidad con 889 ind/m², seguido de la parcela 10 con 595 ind/m² y la parcela 8 con 460 ind/m², respectivamente.

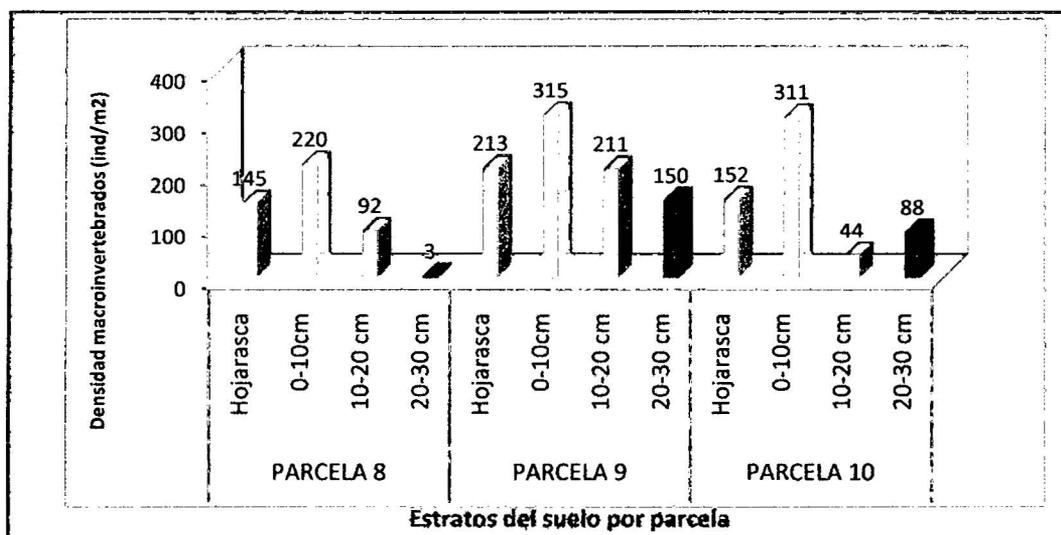


Figura 2. Densidad poblacional de macroinvertebrados de las tres parcelas

Índice de Shannon (H') de macroinvertebrados por parcelas

En el cuadro 5, se presentan los resultados del índice de Shannon (H') para las parcelas 8, 9 y 10; de acuerdo a la evaluación, el mayor índice de Shannon H' se obtuvo en la parcela 9 con H'=1,64, seguido de la parcela 10 con H'= 1,54 y la parcela 8 con H'= 1,16 respectivamente.

Cuadro 7. Índice de Shannon por parcelas

	Parcelas		
	8	9	10
Taxa	10	14	14
Individuos	460	889	595
Shannon H	1,16	1,64	1,54

El dendograma construido utilizando el Índice de Similitud de Bray-Curtis revela una similitud de familias de macroinvertebrados entre las parcelas 8 y 9 cercanas al 80% (Figura 4).

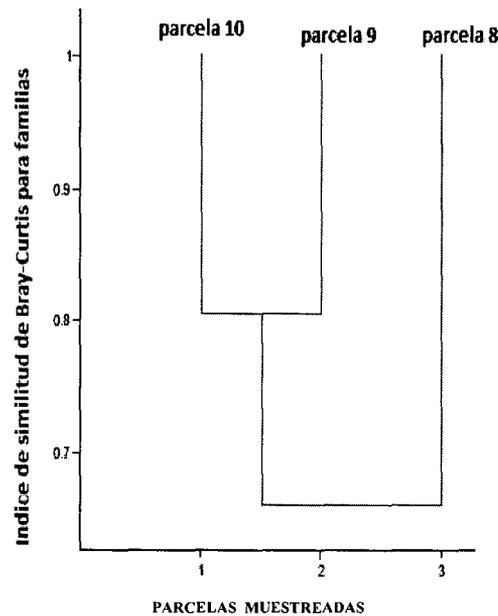


Figura 4. Índice de Similitud de Bray-Curtis para tres parcelas

9.3.1 Índices de Shannon (H') de macroinvertebrados por estratos

En el cuadro 8, se presentan los resultados de la diversidad de Shannon (H') de los estratos muestreados que corresponde a la parcela 8, de acuerdo a la evaluación, el estrato de 00-00 cm (hojarasca) presenta un índice de Shannon $H' = 1,07$, seguido del estrato de 0-10 cm con $H' = 1,02$, de de 10-20 cm $H' = 0,75$ y el estrato de 20-30 cm con $H' = 0$ respectivamente.

Cuadro 8. Índice de Shannon por estratos parcela 8

	Estratos del suelo (parcela 8)			
	Hojarasca	0-10cm	10-20cm	20-30cm
Taxa	7	6	5	1
Individuos	145	220	92	3
Shannon H	1,07	1,03	0,75	0

El dendograma construido utilizando el índice de Similaridad de Bray-Curtis para los estratos muestreados de la parcela 8, revela una evidente similitud de familias de macroinvertebrados entre los estratos de 10-20 cm y 00-00 cm (hojarasca) con una similitud mayor al 65%, respectivamente (Figura 5).

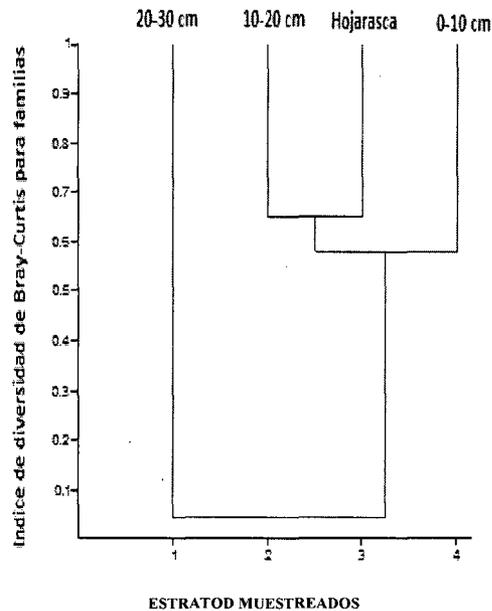


Figura 5. Índice de Similaridad de Bray-Curtis para estratos de la parcela 8.

En el cuadro 9, se presenta los resultados del índice de Shannon (H') por estratos de la parcela 9, teniendo para el estrato de 00-00 cm (hojarasca) un índice de Shannon $H'= 2,11$, seguido del estrato de 0-10 cm con $H'=1,25$, en el estrato de 10-20 cm con $H'=0,72$ y en el estrato de 20-30 cm con $H'=0,15$ respectivamente.

Cuadro 9. Índice de Shannon por estratos en la parcela 9

	Estratos del suelo (parcela 9)			
	Hojarasca	0-10cm	10-20cm	20-30cm
Taxa	13	9	3	6
Individuos	213	315	211	150
Shannon H	2,11	1,25	0,15	0,72

El dendograma construido utilizando el índice de Similitud de Bray-curtis en la parcela 9, indica que entre los estratos de 0-10 cm y de 20-30 cm existe un porcentaje de similitud de familias de macroinvertebrados mayor del 65% (Figura 6).

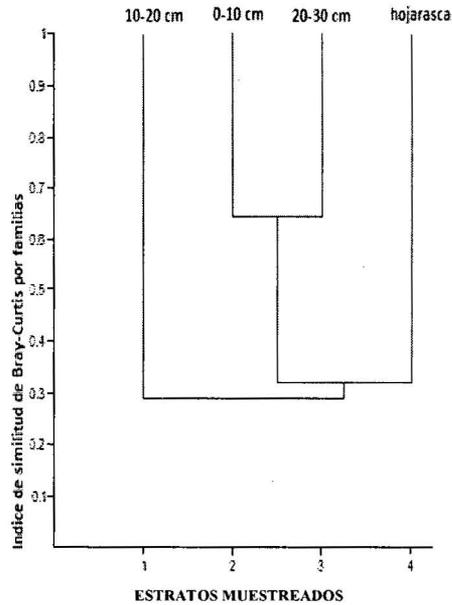


Figura 6. Índice de Similitud de Bray-Curtis para estratos de la parcela 9

En el cuadro 10, se presenta los resultados de diversidad para el estrato de Hojarasca con $H' = 2,02$, para el estrato de 10 a 20 cm $H' = 1,69$, de 0 a 10 cm $H' = 1,03$ y en el estrato de 20 a 30 cm, se tiene $H' = 0,68$

Cuadro 10. Índice de Shannon por estratos en la parcela "10"

	Estratos del suelo (parcela 10)			
	Hojarasca	0-10cm	10-20cm	20-30cm
Taxas	12	8	6	5
Individuos	152	311	44	88
Shannon H	2,02	1,03	1,69	0,68

El dendograma construido utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis en la parcela 10, indica que entre los estratos de 10-20 cm y de 00-00 cm (hojarasca), existe una similitud de familias de macroinvertebrados del 70% y entre los estratos de 0-10 cm y de 20-30 cm una similitud del 95 % respectivamente (Figura 7).

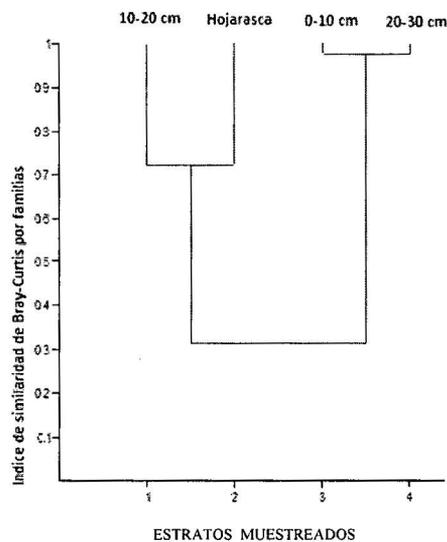


Figura 7. Índice de Similaridad de Bray-Curtis para estratos de la parcela 10

En el cuadros 11, se presentan los resultados del índice de Shannon (H') de los estratos muestreadas que corresponde a tres parcelas, de acuerdo a la evaluación, se tiene que para el estrato de hojarasca existe una diversidad de macroinvertebrados de $H' = 2,17$ seguido del estrato de 0-10 cm $H' = 1,21$, de 10-20 cm con $H' = 1,05$ y de 20-30 cm con $H' = 0,76$ respectivamente.

Cuadro 11. Índice de Shannon por estratos en 3 parcelas

	Estratos del suelo en tres parcelas			
	Hojarasca	0-10cm	10-20cm	20-30cm
Taxas	13	11	8	9
Individuos	510	846	347	241
Shannon H	2,17	1,21	1,05	0,76

El dendograma construido utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis en tres parcelas, revela una similitud de familias de macroinvertebrados cercanas al 60% entre los estratos de 0-10 cm y de 00-00 cm (hojarasca) respectivamente.

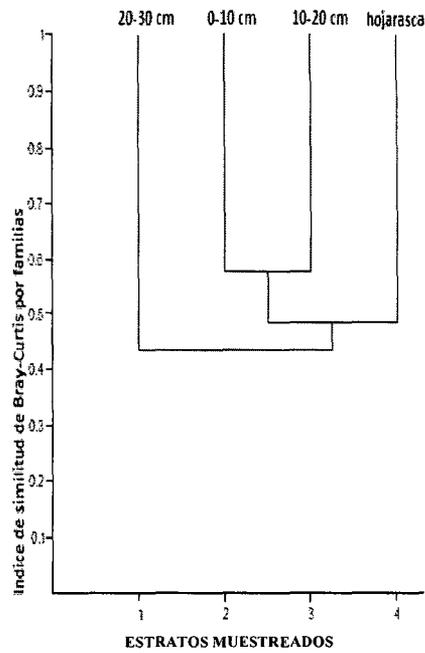


Figura 8. Índice de Similitud de Bray-Curtis para estratos de tres parcelas.

X. DISCUSIÓN

Composición y cuantificación de macroinvertebrados edáficos en tres parcelas

Los resultados obtenidos al identificar los macroinvertebrados recolectados mostraron que las especies más representativas por su abundancia en las tres parcelas muestreadas son *Coptotermes formosanus* "termitas" y *Componotus vagus* "hormigas", en la parcela 8 además de las indicadas la que predomina también es la *Lombricus terrestris* "lombriz", de la misma forma en la parcela 9 y 10 las que predominan son la *Nephila clavipes* "araña" y *Curculioninae inmucronata* "escarabajo"; sobre las *Coptotermes formosanus* "termitas", *Componotus vagus* "hormigas", *Lombricus terrestris* "lombriz" y *Curculioninae inmucronata* "escarabajo" Jiménez *et al.* (2002) plantean que estos se distinguen por su capacidad de horadar el suelo y producir una gran variedad de estructuras órgano-minerales: excreciones, nidos, montículos, macroporos, galerías y cámaras. Se cree que la acción funcional de estas estructuras en el ecosistema es importante y que representan sitios en que ocurren algunos procesos pedológicos fundamentales, como la estimulación de la actividad microbiana, la formación de la estructura del suelo, la dinámica de la materia orgánica y el intercambio de agua y gas en el suelo (Labelle *et al.*, 1994).

No dejando de tener importancia la araña porque actúa como un especie indicadora de una alta actividad biológica porque se les encuentra en mayor cantidad donde existe mayor número de individuos (en los primeros estratos hojarasca y de 0 a 10 cm; en la parcela 8 se encontró 10 especies y en las parcelas 9 y 10, 14 especies, es decir en estas parcelas la diversidad de especies son similares; gran parte de esta fauna edáfica puede ser utilizada como bioindicadora al relacionar ciertas características del suelo con la presencia de determinadas especies muy sensibles a las modificaciones ambientales. Estas especies señalan la presencia de circunstancias adversas, tanto naturales (elevada salinidad) como provocadas por el hombre (bosques degradados) o favorables, como

bosques bien conservados en que las características físico-químicas del suelo presentan un gran equilibrio (Gil-Martín y Subías, 1995).

Densidad y biomasa de macroinvertebrados edáficos en tres parcelas.

Los resultados que se presentan en los cuadros 6, 7 y 8 sobre la densidad de macroinvertebrados se menciona que en la parcelas 8 el valor de densidad es de 460 Ind/m², parcela 9 con 889 Ind/m², y parcela 10 con 595 Ind/m², se observan también que existe un mayor porcentaje de carga de macroinvertebrados en el estrato de hojarasca, seguido del estrato de 0-10cm; este resultado lo confirma (Decaens *et al.*, 1994) que indica que estos estratos contiene mejores condiciones para la reproducción, porque han sido recolonizados; y estos resultados estan relacionados con la biomasa (g/m²), dominados por *Coptotermes formosanus* "termita", *Componotus vagus* "hormiga", *Nephila clavipes* "araña", *Cercopis vulnerata* "chinche", *Chtonius ventalloi* "pseudoescorpion" y *Acheta domesticus* "grillo", pues estas poblaciones se concentraron mayormente en la parte superior del suelo, en los primeros estratos y constituyen el grupo de mayor densidad de la fauna del suelo en las selvas tropicales y que se les consideran importantes descomponedoras de la hojarasca.

Con referencia a los valores de biomasa en g/m², se puede apreciar que los resultados encontrados demuestran que en suelos donde existe abundante biomasa foliar, las especies pioneras que más sobresalen son las hormigas y termitas, cuyas características funcionales las agrupan entre las transformadoras más sobresalientes (Sánchez, 2010).

En la Parcela 8, el mayor peso de biomasa se ha determinado en *Lombricus terrestris* "lombriz" con 4,20 g/m², *Nephila clavipes* "araña" con 3,25 g/m², *Acheta domesticus* "grillo" 2,40 g/m² y *Coptotermes formosanus* "termita" con 1,88 g/m². Parcela "9" *Chtonius ventalloi* "pseudoescorpion" con 1,89 g/m², *Coptotermes formosanus* "termita" con 1,57 g/m² *Nephila clavipes* "araña" con 1,37 g/m², *Cylindroiulus madeirae* "Mil pies" con 0.60 g/m² e *Illacme*

plenipes "ciempiés" 1,08 g/m²; existiendo una combinación entre especies con características funcionales de descomponedoras seguidas de los transformadores. Estas mismas condiciones ocurren en la Parcela "10". Diferentes autores coinciden en señalar que la dominancia de las lombrices de tierra en la biomasa de los ecosistemas tropicales tiene efecto prominente en las propiedades del suelo al influir en procesos físicos y biogeoquímicos esenciales para el crecimiento de las plantas (Anderson y Flanagan 1989, Blair *et al.*, 1995; Brussaard *et al.*, 1997).

En el cuadro 5 y la figura 2, se presentan los resultados de biomasa de macroinvertebrados según parcelas y estratos del suelo, sobresaliendo la parcela 10 por presentar el mayor valor de biomasa con 23,25 g/m², seguido de la parcela 8 con 13,26 g/m²; presentando la parcela 9 la menor biomasa con 10,45 g/m², esto debido a la mayor presencia de depredadores como la *Nephila clavipes* "araña", *Chtonius ventalloli* "pseudoescorpion" y *Acheta domesticus* "grillo" que restan el número de macroinvertebrados produciéndose valores bajos con respecto a las parcelas 8 y 9.

Además es importante resaltar que en los diferentes parcelas evaluadas los mayores valores de biomasa de macroinvertebrados edáficos se encontraron en el estrato de hojarasca, con un promedio de 8,78 g/m² y en el estrato de 0 a 10 cm con promedio de 4,17 g/m², esto debido a que existen las condiciones de humedad, temperatura y alimentos para el desarrollo de los mismos.

Índices de Shannon H' de macroinvertebrados edáficos

En las tres parcelas muestreadas (parcela 8, 9 y 10) se registraron un total de 1944 individuos, distribuidos en 14 familias; las especies registradas de mayor abundancia son *Coptotermes formosanus* "termitas", seguido de *Componotus vagus* "hormiga"; el mayor número de individuos presentó la parcela 9 con 889 ind/m², seguido de la parcela 10 con

595 ind/m² y la parcela 8 con 460 ind/m², en cuanto al índice de Shannon (H'), la parcela 9 presentó un índice de Shannon H'=1,64, seguido de la parcela 10 con índice de Shannon H'=1,54 y la parcela 8 con Índice de Shannon H'=1,16 lo que confirma que existe un bajo grado de incertidumbre al predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar en las parcelas muestreadas, debido posiblemente a las perturbaciones por cuanto estas parcelas se encuentran dentro de la influencia de los pueblos presentes a su alrededor. En cuanto a los resultados de la evaluación del índice de Shannon H' en los diferentes estratos se pudo notar que existe mayor abundancia en los primeros estratos (de 0 -10cm y de 00-00cm (hojarasca)), para el estrato de 0-10cm se tiene un índice de Shannon H'=2,17, y hojarasca H'=1,21; esto implica que estos estratos están fuertemente influenciado y son altamente sensible a la presencia de la especie más abundante (Magurran, 1988). Por eso se supone que la diversidad o el reparto de los individuos entre las especies es consecuencia, bien de las interacciones ecológicas entre ellos o bien de las relaciones entre estos y su medio ambiente (Moreno, 2001).

Por otro lado la medición de la abundancia de cada familia y especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales como la especie *Parajapix isabellae* "tysanura" que sólo se encontró 9 individuos en las parcelas muestreadas; por otra parte relacionando con la información de los cuadros: 7, 8, 9, 10 y 11 se observa que la diversidad es muy frágil, pues existen especies que solo aparecen en el estrato de hojarasca como son las especies *Dactylopius coccus* e *Illacme plenipes* respectivamente.

Por su parte, el índice de similitud de Bray-Curtis (basado en la presencia o ausencia de especies), reveló que las parcelas muestreadas a pesar de tener un mismo tipo de vegetación y una abundancia similar no comparten las mismas especies, esto se debe posiblemente a que existen especies que no están adaptadas a las condiciones de

ambientes degradados con bajo contenido en biomasa foliar que sean atractivos como fuente de alimento para ciertas especies de macroinvertebrados como es el caso de la parcela 8 que no se encontraron las especies: *Cylindroiulus madeirae*, *Chtonius ventalloli*, *Parajapix isabellae* y *Dactylopius coccus*, las cuales se registraron de manera exclusiva en las parcelas 9 y 10, (Figura 4). De forma general el índice de similaridad para tres parcelas reveló que en los estratos de 00 a 00 (hojarasca) y de 0 a 10 cm, a pesar de poseer características diferentes presentan abundancia similar, al compartir casi las mismas especies. Esto se debe a que estos estratos presentan condiciones favorables como la humedad, alimento y protección para el desarrollo de los mismos, confirmado por el resultado de biomasa y diversidad al reportar mayores valores en estos estratos respectivamente.

XI. CONCLUSIONES

- 1- Se encontró un total de 1944 individuos en las tres parcelas muestreadas, pertenecientes a 14 especies, de las cuales todas la especie encontradas se reportaron en la parcelas 9 y 10, siendo ausentes en la parcela 8 las especies: *Chtonius ventalloli* "seudoescorpion", *Cylindroiulus madeirae* "mil pies", *Parajapix Isabellae* "tysanura" y *Dactilopius coccus* "chanchito", debido principalmente a que estas especies son muy sensibles a la presencia de circunstancias adversas como un bajo contenido de intercambio catiónico que favorece la presencia de cationes acidificantes desfavorables para el habitat estas especies.
- 2- Las especies con más alto valor de biomasa en las parcelas de estudio son *Lombricus terrestris* "lombriz" en la parcela 8 con 4,20 g/m², *Chtonius ventalloli* "seudoescorpión", en la parcela 9 con 1,90 g/m² y *Blatta orientalis* "cucaracha" en la parcela 10 con 1,99 g/m², en cuanto a la biomasa por parcelas, el mayor valor de biomasa presentó la parcela 10 con 13,26 g/m² y el menor valor la presenta la parcela 9 con 10,45 g/m² y en los estratos de las parcelas muestreadas el mayor valor se presentó en el estrato de hojarasca con 8,78 g/m² y el estrato de 0 a 10 cm de profundidad con 4,17 g/m², esto debido a que en estos estratos existen las condiciones de humedad, salinidad, temperatura y alimentos que permite el desarrollo de los mismos.
- 3- Existe mayor densidad de macroinvertebrados en la parcela 9 con 889 Ind/m² y la menor densidad en la parcela 8 con 460 ind/m², en cuanto a los estratos muestreados existe mayor densidad en el estrato de 0 a 10 cm y menor densidad en el estrato de 20 a 30 cm, los primeros estratos están dominados ampliamente por *Coptotermes formosanus* "termita" y

Componotus vagus "hormiga", debido a que estas especies se concentraron mayormente en la parte superior del suelo, en los primeros estratos y constituyen el grupo de mayor densidad de la fauna del suelo en las selvas tropicales y se consideran importantes descomponedoras de la hojarasca.

- 4- El índice de Shannon H' es relativamente bajo; el mayor valor reportado fue en la parcela 9 con $H' = 1,64$, seguido de las parcelas 8 con $H' = 1,16$ y parcela 10 con $H' = 1,54$, debido posiblemente a que estos sistemas se encuentran alterados e influenciados por la actividad antrópica que en ella se realizan; en cuanto a los estratos, se encontró mayor valor en el estrato de hojarasca con $H' = 2,17$, y el menor valor se reportó en el estrato de 20 a 30 cm $H' = 0,76$, esto debido a que en los primeros estratos se concentran el mayor número de especies de macroinvertebrados por las condiciones ideales que presentan, como el alimento y protección.

XII. RECOMENDACIONES

- Es importante realizar estudios, para conocer la composición de especies presentes en la zona y su importancia como indicadores de la calidad del suelo.
- Es necesario realizar estudios enfocados en conocer la distribución vertical de los macroinvertebrados del suelo en las diferentes áreas del (CIEFOR) Puerto Almendra Loreto Perú.
- Realizar investigaciones que incluyan la relación entre la caída y descomposición de hojarasca con la dispersión de macroinvertebrados en los ecosistemas.
- Tener en cuenta la influencia conjunta de la temperatura, humedad relativa y precipitaciones con la finalidad de explicar el proceso de descomposición de la hojarasca y su relación con la diversidad de especies de macroinvertebrados en los primeros estratos del suelo.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Alvitres, A. 2004. Métodos de investigación científica. Universidad Nacional de Trujillo. Apuntes de clases. Escuela de Post Grado. Trujillo. 280 p.
- Anderson, J. M. y P. W. Flanagan. 1989. Biological processes regulating organic matter dynamics in tropical soils. Pp. 97-122. In: D.C. Coleman, J.M. Oades and G. Uehara (Eds). Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems. University of Hawaii Press, Honolulu.
- Bazán, R. 1996. Manual para análisis químico de suelos, aguas y plantas. Universidad Nacional Agraria la Molina–Fundación Perú. Lima-Perú. 55 p.
- Blair, J.M.; Bohlen, P.J.; D.W. Freckman, 1996. Soil Invertebrates as indicators of soil quality. In: Doran, J.W.; Jones, A.J. (Eds.).Methods for Assessing Soil Quality Methods. SSSA, Madison WI. *Special Publication 49*: 273-291.
- Cadet, P., D. Masse, and J. Thioulouse. 2005. Relationships between plant-parasitic nematode community, fallow duration and soil factors in the Sudano-Sahelian area of Senegal. *Agric. Ecosyst. Environ* 108: 302-317.
- Cassagne, N., C. Gersand, y T. Gauquelin. 2003. Relationships between Collembola soil chemistry and humus types in forest stands (France). *Biol. Fertil. Soils* 37: 355-361.
- Coral D.1998. Impacto de las prácticas agrícolas sobre la macrofauna del suelo en la cuenca alta del lago Guamues, Pasto, Colombia. Palmira, 63 p. Trabajo de grado (M.Sc Ciencias Agrarias). Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Escuela de Posgrado.
- Decaëns, T. *et al.* 1994. Impact of landmanagement on soil macrofauna in the Oriental Llanos of Colombia. *Eur. J. Soil. Biol.* 30:157-162
- Feijoo, A; KNAPP, B; P LAVELLE y A. MORENO, 1999. Quantifying soil macrofauna in a Colombian watershed. *Pedo biologia* 43: 513-517.

- Fernández A. E, G.L. Carrión, 2006. Alumnos de 4º ESO del I.E.S. Victoria Kent de Torrejón de Ardoz (Madrid).
- Gil-Martin, J. Y L.S. Subias. (1995). El estudio de los acaros oribatidos en España: Estado actual del conocimiento y su utilización como bioindicadores edáficos. *Historia Natural* 93: 383-392.
- Giller, K. E. 1996. The diversity of soil communities, the "poor man's tropical rain forest".
- Graciano, L. J. 2001. Técnicas de Evaluación Dasométrica y Ecología de los Bosques de Coníferas Bajo Manejo de la Sierra Madre Occidental del Centro Sur de Durango, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México.
- Guerrero D. A. y M. Lloyd, 1999. Módulo de Enseñanza Agroforestal No 2. Sistemas Silvopastoriles. Segunda Edición. CATIE, Costa Rica. 83 p.
- Harada, A y A. Bandeira, 1994. Estratificação e densidade de invertebrados em solo arenoso sob floresta primaria e plantios arbóreos na Amazonia central durante a estação de poça lluvia. *Acta Amazónica*. Volumen 24 (1/2):103-118.
- Hassenk, I., K. Olson, Y S. Siemen. 1998. Long-term tillage effectson physical properties of eroded soil. *Soil Sc.* 163: 970-981.
- Hendrix, P.F.; D.A. Crossley, J.M. Blair, y D.C. Coleman, 1990. Soil biota as components of sustainable agroecosystems. Soil and Water Conservation Society. Ankeny, Iowa. p. 637.
- Huhta, V.; J. Haimi, y H. Setälä, 1994. Soil fauna promote nutrient cycling-experimental evidence using simulated coniferous forest floor. 15th World Congress of Soil Science. Vol 4a: Commission III: Symposia. Acapulco, México. p. 76.
- Huerta, E; J. Rodriguez, I. Evia, M. Montejo, M. De La Cruz, 2005. La Diversidad de Lombrices de Tierra (Annelidae, Oligochaeta) en el Estado de Tabasco México. *Universidad y Ciencia*. 42 (21) 73-83.

- Jimenez, J; T. Decaens, R. Thomas, y P. Lavelle, 2005. La macrofauna del Suelo: un recurso natural aprovechable pero poco conocido. *El arado natural*. 1-7p.
- Josse, C., G. Navarro, F. Encarnacion, A. Tovar, P. Comer, W. Ferreira, F. Rodriguez, J. Saito, J. Sanjurjo, J. Dyson, E. Rubin De Celis, R. Zarate, J. Chang, M. Ahuite, C. Vargas, F. Paredes, W. Castro, J. Maco y F. Reategui. 2007. *Sistemas Ecológicos de la Cuenca Amazónica de Perú y Bolivia. Clasificación Nature Serve*. Arlington, Virginia, EE UU.
- Kolmans, E. y D. Vásquez, 1996. *Manual de agricultura ecológica*. MAELA-SIMAS, Nicaragua. 222 p.
- Lavelle, P. 1990. *Métodos de la extracción de la Fauna*. E.N.S. Paris.
- Lavelle, P. y B. PASHANASI, (1989). Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto). *Pedobiología* 33: 283 - 291.
- Lavelle, P. y B. KOHLMANN, (1984). Étude quantitative de la macrofauna du sol dans une forêt tropicale humide du Mexique (Bonampak, Chiapas). *Pedobiologia* 27, 377-393.
- Lavelle, P; E. Barros, E. Blanchart, G. Brown, T. Desjardins, L. Mariani, y P. Rossi, 2001. Soil management in the tropics: Why feeding the soil macrofauna? *Ecology* 61(1): 53-61.
- Lavelle, P., M. C. Dangerfield, V. Fragoso, D. Eschenbrenner, Y. Lopez, B. Pashanasi y L. Brussard. 1994. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. Pp 137 – 169, In: Noomer, P. y M. Swift (eds.): *The Management of the Tropical Soil Biology and Fertility*. Wiley-Sayce Publicaciones.
- Lavelle, P; M. Lepage y Cambefort. 1993. Soil Macrofauna. Pp. 44 – 46, in Ingram y Anderson (eds): *Tropical Soil Biology and Fertility. A Hand book of Methods*. CAB international.
- Lavelle, P.; Spain, A.V. 2001. *Soil Ecology*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 654 p.

- Linden, D.R.; P.F.; Hendrix, D.C.; Coleman, P.C.J.; Van Vilet. 1994. Faunal indicators of soil quality. In Doran, J. W.; Jones, A. J. (Eds.). Defining soil quality. *Special Publication* 35: 91-106.
- Luizão, F. J. 1995. Ecological Studies in Contrasting Forest Types in Central Amazonia. Ph. D. Thesis. Stirling, UK: University of Stirling. 288 p.
- Magurran, A. (1989). La diversidad ecológica y su medición. Vedral, Barcelona.
- Mcintosh, H. P. 1967. The invertebrate Fauna of the litter surface of a *Nothofagus truncata* forest floor, and the effect of micro-climate on activity. *N. Z. J. Zoology* 2: 15-34.
- Morales, J.; L. Sarmiento. 2002. Dinámica de los macroinvertebrados edáficos y su relación con la vegetación en una sucesión secundaria en el paramo Venezolano. Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. *Ecotropicos* 15(1):99-110.
- Moreno, C. 2001. "Métodos para medir la biodiversidad". M & T-Manuales y tesis SEA, Vol.1. Zaragoza, 84pp. Referenciada: 15/04/2009. Disponible: <http://www.google.com.bo/search?hl=es&q=metodos+para+medir+biodiversidad>.
- Neher T.A. 1989. Distribución ecológica e identificación de los coleópteros en diferentes pisos altitudinales del departamento de Antioquia. Tesis de grado. Universidad de Antioquia. Medellín. 324 p.
- Odum, E.P. 1989. Ecología. 3ra. edición. Edición Revolucionaria, La Habana, Cuba. 639 p.
- Oliveira, E. P. 1983. Colêmbolos (Insecta: Collembola) epigêicos como indicadores ecológicos de ambientes florestais. Dissertação de Mestrado. Manaus, AM: INPA/FUA. 105 p.
- Oliveira, E.P.; E. Franklin. 1993. Efeito do fogo sobre a mesofauna do solo. Recolonização de áreas queimadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 28 (3):357-369.

- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN). 1982. Clasificación de las tierras del Perú. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, Lima. 161 p.
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN). 1976. Mapa Ecológica del Perú (Guía Explicativa) ONERN. Lima – Perú. 146 p.
- Pardo-Locarno, L. C. 2006. Abundancia y biomasa de macroinvertebrados edáficos en la temporada lluviosa, en tres usos de la tierra, en los Andes colombianos. Candidato a Doctorado en Biología. Universidad del Valle. Valle del Cauca-Colombia. 14 p.
- Pashanasi, B. 2001. Estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en la Amazonía Peruana. *Folia Amazónica* 12 (1-2) 75-83
- Pankhurst, Y B. Lynch. 1995. Evaluation of soil biological properties as potential bioindicators of soil health. *Aust. J. Agric. Res.* 35: 1015-1028.
- Salamanca, N. y C. Chamorro. 1994. La edafofauna del páramo de Monserrate –Sector Hacienda “Santa Bárbara” - (Cundinamarca – Colombia). Pp. 619- 630, in Mora-Osejo y Sturm (eds.): Estudios Ecológicos del Páramo y del Bosque Andino Cordillera Oriental de Colombia. Academia Colombiana de Ciencias Naturales Exactas, Físicas y Naturales. Santafé de Bogotá.
- Sanchez, H. y C. Reyes. 1985. Metodología y diseños en la Investigación Científica. Lima. Repco Offset. Págs. 61-63.
- Segura, M. 1999. Valoración del servicio de fijación y almacenamiento de carbono en bosques privados en el área de conservación Cordillera Volcánica Central. Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Costa Rica. Turrialba. 120 p.
- Sevilla Guío, F. 2002. Distribución y abundancia de la macrofauna asociada con unidades locales de clasificación de suelos en la microcuenca Potrerillo, Cauca,

- Colombia. Tesis de Grado Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 129 p.
- Spain, A.V.; P. Lavelle. y A. Mariotti. 1992. Preliminary study of the effect of some tropical earthworm in plant growth. *Soil Biol. Biochem.* 24:1629-1638
- Stinner, B.R.; G.J. House. 1990. Arthropods and other invertebrates in conservation- tillage agriculture. *Annual Review of Entomology* 35:299-318.
- Stork, N., E.; P. Eggleton. 1992. Invertebrates as determinants and indicator of soil quality. *Am J. Alt Agric.* 7: 38-55.
- Tapia-Coral, S.C.; Luizão, F.; E. Wandelli. 1999. Macrofauna da liteira em sistemas agroflorestais sobre pastagens abandonadas na Amazônia central. En: *Acta Amazônica* 29 (3): 477-495.
- Thompson, D.J.; Shay, J.M. 1989 First-year response of a *Phragmites* marsh community to seasonal burning. *Canadian Journal of Botany* 67 (5): 1448-1455.
- Villani, E., P. Lavelle, y M. Andrade. 2007. GISQ, a multifunctional indicator of soil quality. *Soil Biol. Biochem* 39: 3066-3080.
- Volhland, K.; G. Schroth. 1999. Distribution patterns of the litter macrofauna in agroforestry and monoculture plantations in Central Amazonia as affected by plant species and management. *Applied Soil Ecology* 13: 57-68.
- Wolters, V. y K. Ekschmitt. 1997. Gastropods, Isopods, Diplopods, and Chilopods: Neglected Groups of the Decomposer Food Web. Pp. 265 – 306, in Benckiser, G. (ed.): *Fauna in Soil Ecosystems: Recycling Processes Nutrient Fluxes and Agricultural Production.*

A N E X O

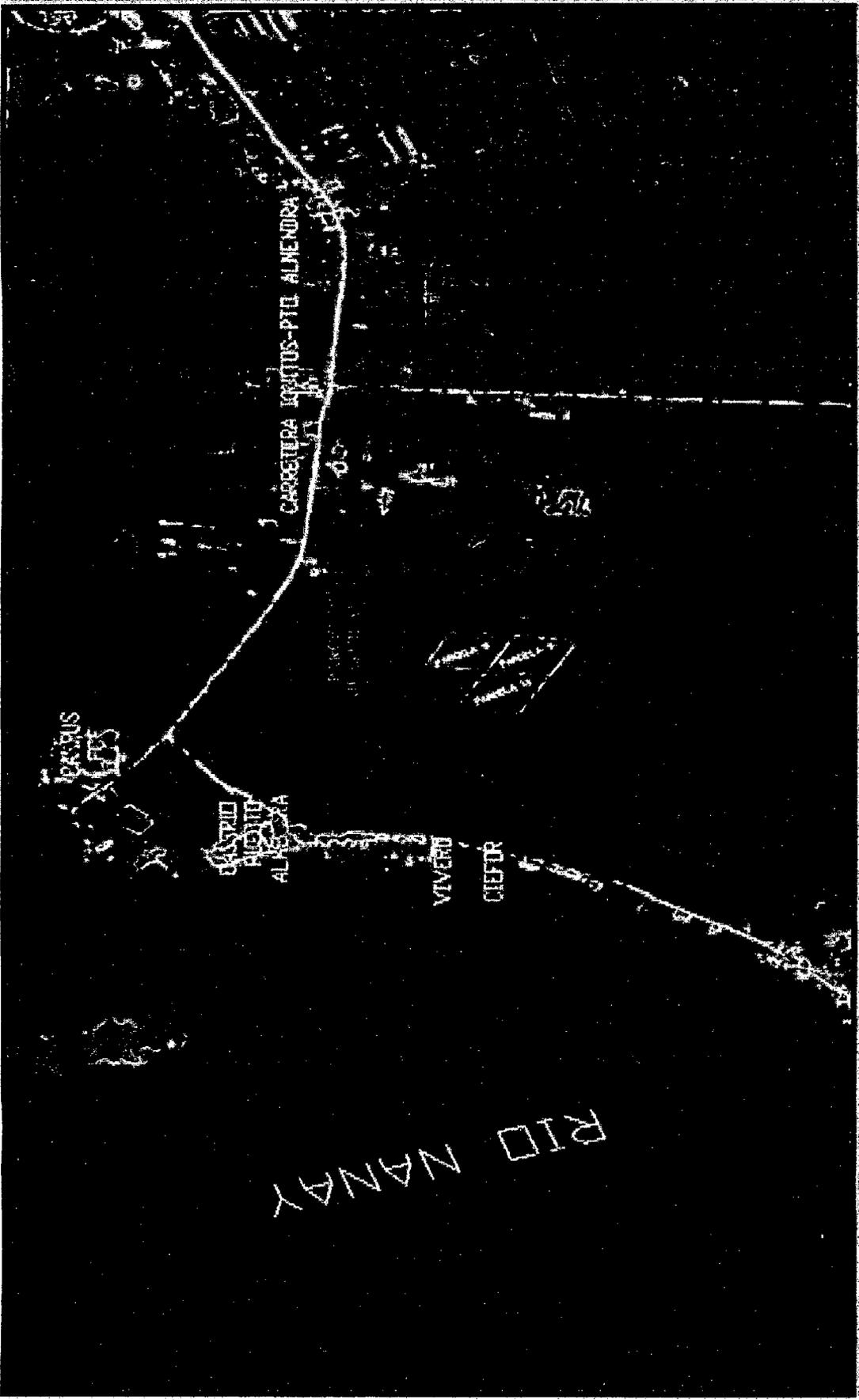


Figura 9. Mapa de ubicación del JBAH. Loreto, Perú.

Cuadro 12. Composición de especies en las parcelas muestreadas.

Nº	Nombre común	Nombre científico	Familia	Orden	Clase	Phyllum
1	Pseudoescorpion	<i>Chtonius ventalloli</i>	Ctonidos	Pseudoescorpiones	Arachnida	Arthropoda
2	Mil pies	<i>Cylindroiulus madeirae</i>	Julidae	Julida	Diplopoda	Arthropoda
3	Ciempies	<i>Illacme plenipes</i>	Quilopodidae	Miriapodo	Quilopoda	Arthropoda
4	Araña	<i>Nephila clavipes</i>	Aracnidae	Aranea	Arácnida	Arthropoda
5	Cucaracha	<i>Blatta orientalis</i>	Blatellidae	Blattodea	Insecta	Arthropoda
6	Termita	<i>Coptotermes formosanus</i>	Termitidae	Isoptera	Insecta	Arthropoda
7	Hormiga	<i>Componotus vagus</i>	Formicidae	Hymenoptera	Insecta	Arthropoda
8	Tysanura	<i>Parajapix isabellae</i>	Parajapygidae	Diplura	Diplura	Arthropoda
9	Escarabajo	<i>Curculioninae inmucronata</i>	Curculionidae	Coleoptera	Insecta	Arthropoda
10	Chinche	<i>Cercopis vulnerata</i>	Cimicidae	Hemiptera	Insecta	Arthropoda
11	Lombriz	<i>Lombricus terrestris</i>	Lumbricidae	Opistoporos	Oligoqueto	Anelida
12	Grillo	<i>Acheta domesticus</i>	Grillydae	Orthoptera	Insecta	Arthropoda
13	Chanchito	<i>Dactylopius coccus</i>	Oniscidae	Isopoda	Crustaceo	Arthropoda
14	Opillion	<i>Phalangium opilio</i>	Aracnidae	Opillionida	Arácnida	Arthropoda

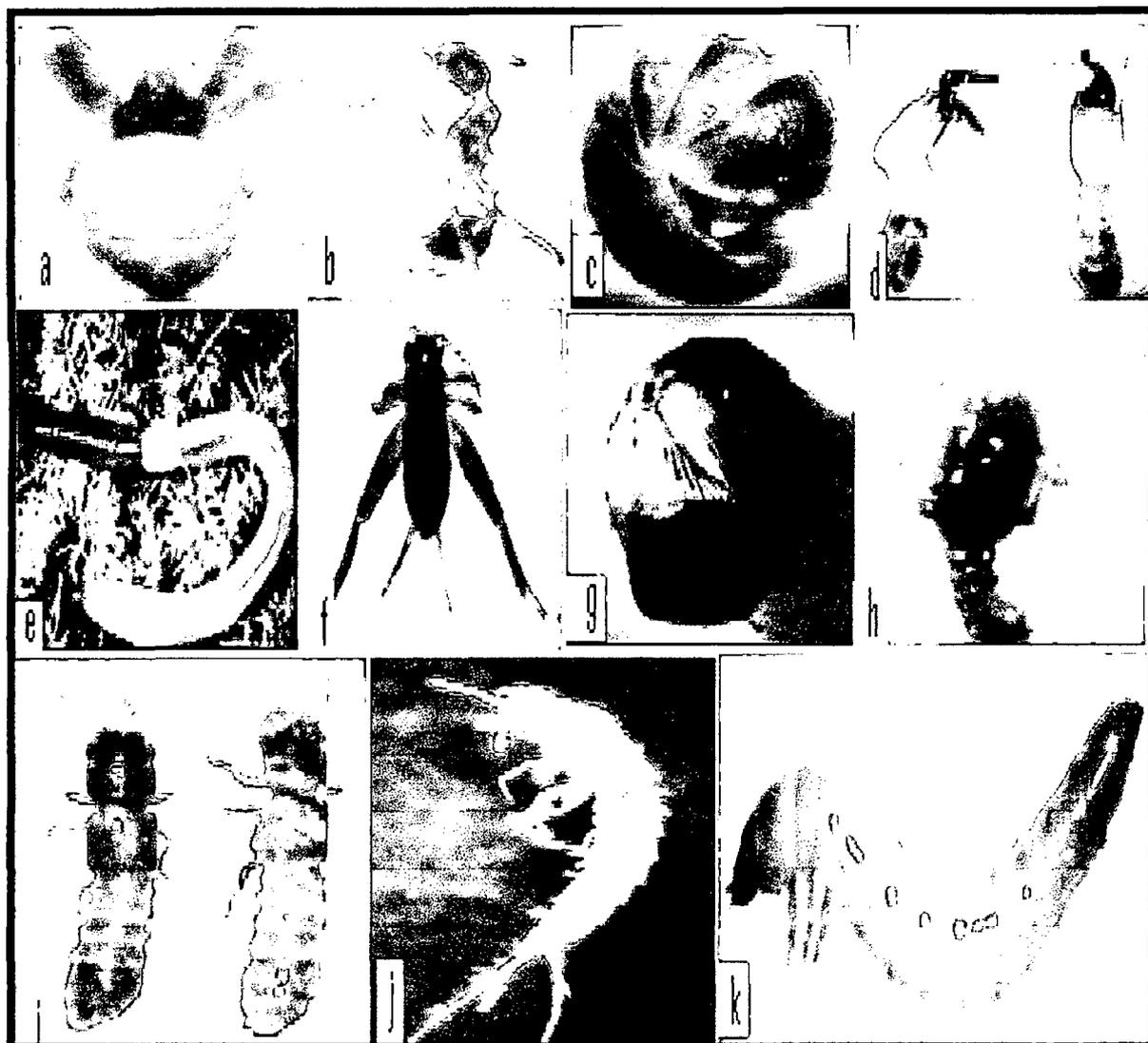


Figura 10. Macroinvertebrados identificados en el JBAH (a) *Nephila clavipes* "araña", (b) *Comptonotus vagus* "homiga" (c) *Dactylopius coccus* "chanchito de humedad) (d) *Captotermes formosanus* "termita" (e) *Lumbricus terrestris* "lombriz" (f) *Acheta domestica* "grillo" (g) *Blatta orientalis* "cucaracha", (h) *Chtonius ventalloli* "seudoescorpión", (i) *Curculioninae* "escarabajo", (j) *Parajapix isabellae* "tysanura" y (k) *Curculioninae* "escarabajo".

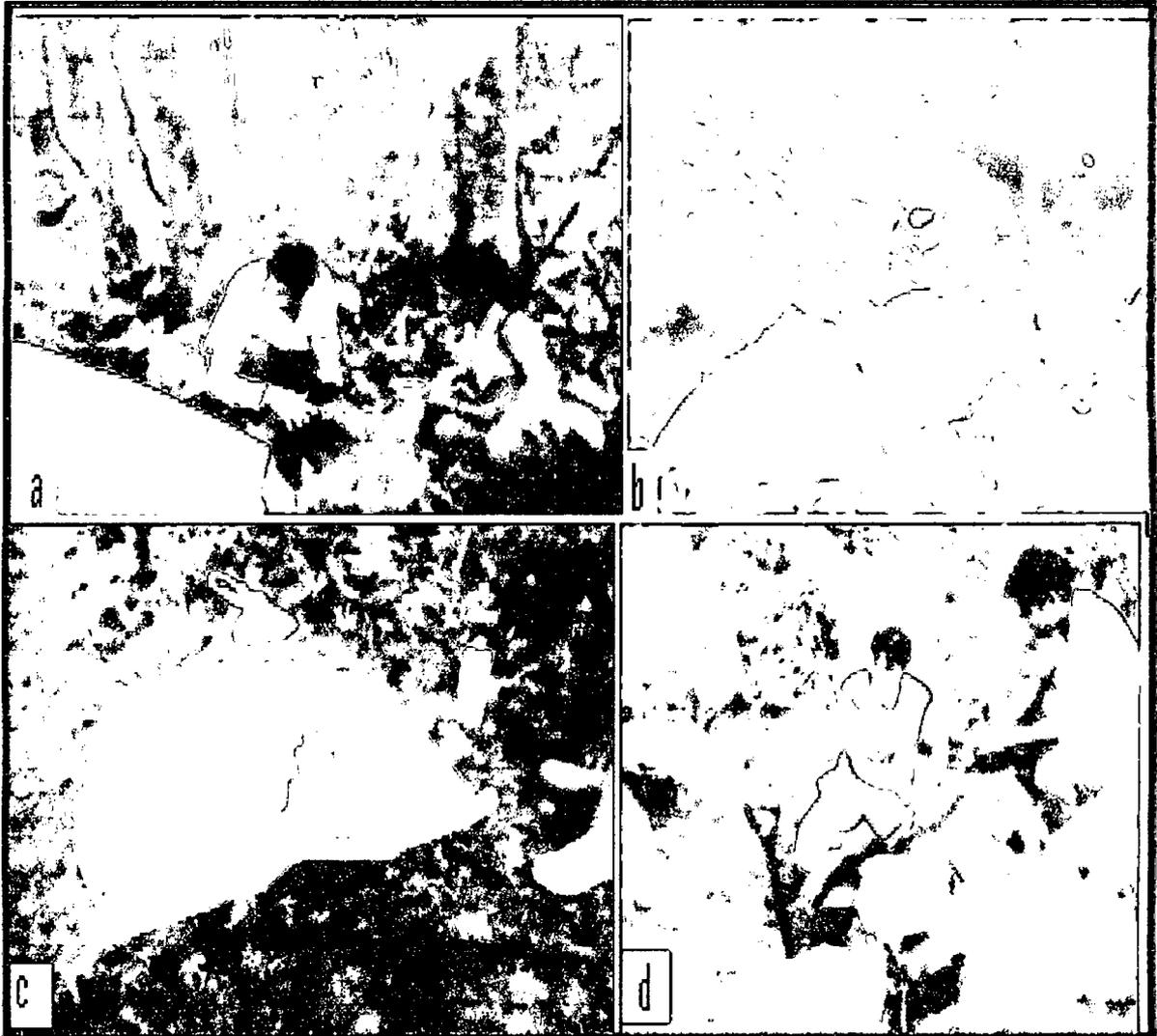


Figura 11. Trabajo de campo, (a) ubicación del área de muestreo, (b) recolección de hojarasca, (c) materiales utilizados para el muestreo y (d) sustracción de los estratos del monolito.