

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA DE SUELOS SEGÚN SU USO Y
DIFERENTES PISOS ALTITUDINALES EN EL MUNICIPIO DE TOMALA,
LEMPIRA SUBCUENCA DEL RÍO MOCAL**

POR:

PERLA YORLENY NAVARRO ALVERTO

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO**



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A.

DICIEMBRE, 2013

**CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA DE SUELOS SEGÚN SU USO Y
DIFERENTES PISOS ALTITUDINALES EN EL MUNICIPIO DE TOMALA,
LEMPIRA SUBCUENCA DEL RÍO MOCAL**

POR:

PERLA YORLENY NAVARRO ALVERTO

RAMÓN LEÓN CANACA, M.Sc.

Asesor principal

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2013

DEDICATORIA

A **Dios** todo poderoso por haberme dado la oportunidad de superarme en esta vida, por iluminar mi mente en los estudios, por las fuerzas y confianza para desarrollar bien mi estudio con satisfacción.

A mi madre **Verta Silvia Navarro Alverto**, y a mis tíos **Rene Rolando Navarro, Carlos Adolfo Navarro**, por brindarme su apoyo incondicional en mi vida, por sus consejos que siempre me han servido, por eso infinitamente gracias.

A mis hermanos, **Orquídea Margarita, Yonatan Gerardo, Henry Josué, Rosa María, Alizon Judith; Navarro Alverto**, quienes me brindaron un apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida.

A mi abuelo **José Antonio Navarro Navarro** por darme sus consejos, y ser alguien triunfador en mi vida con el propósito de sacar adelante a mi querida familia.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios todo poderoso** por iluminarme en cada momento de mi vida y por darme salud, fuerza, sabiduría de esta manera guiándome por el camino correcto guardándome en cada uno de mis pasos y así guiándome por el sendero del bien.

A mi **Madre Verta Silvia Navarro**, **Tíos Rene, Carlos Navarro** y mis hermanos, **Orquídea, Gerardo, Henry, Rosa María, Alizon**, quienes me brindaron un apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida.

A la **Universidad Nacional de Agricultura** por darme la oportunidad de formarme profesionalmente y como persona digna de una sociedad.

Al **ITC JUAN Manuel Gálvez**, (principalmente al Director **Edgardo Valerio** y, Ing. **Erick Serrano**) y a la **Municipalidad** (Alcalde Ing. **Carlos Navarro**) de **Tómala, Lempira** por permitir realizar mi trabajo de Tesis en tan prestigiadas instituciones.

A mis maestros y asesores de tesis, **MSc Ramón León Canaca, Ph.D. Elio Duron, M.S.c Gerardo Lagos** por facilitarme las herramientas de formación necesarias para hoy culminar de la mejor manera esta etapa tan importante en mi vida, muchas gracias.

A mis **Compañeros de la Clase Kayros 2013** Gracias a cada uno, por el apoyo incondicional, a mis **Amigas (os)** **Brenda, Gabriela, Karina, Ronel, Daniela, Joselyn, Cecilia, Itzel, Alejandra, Fabiola, Ana, Carlos, Marcia, Estela, Wilson, Eveling**, por compartir en las alegrías y las penas y darme sus consejos en aquellos momentos que más los necesitaba de todo corazón infinitamente gracias.

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
LISTA DE TABLAS.....	x
LISTA DE ANEXOS	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
1.1 General.....	3
1.2 Específicos	3
III REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Descripción general de suelo	4
3.1.1 Importancia de los suelos	5
3.1.2 Uso actual del suelo	5
3.1.3 Levantamientos (caracterización) generales	6
3.1.4 Características Biológicas	7
3.1.5 Macro fauna edáfica	7
3.1.6 Importancia de la macro fauna.	8
3.1.7 Importancia de la lombriz en la tierra.	9
3.1.8 Efectos negativos de las lombrices en el suelo.	9
3.1.9 Rasgos de actividad biológica	10
3.1.10 Factores que influyen en la actividad biológica de los suelos.	11
3.1.11 Efectos del manejo del suelo sobre la macrofauna.....	12

3.1.12 Distribución de la macrofauna en base al uso del suelo	12
IV MATERIALES Y MÉTODOS	15
4.1 Localización del sitio de estudio	15
4.5.1 Factores que determinan la macrofauna del suelo.....	17
Presencia de la macrofauna del suelo	17
4.5.1 Determinación de la abundancia de la actividad biológica	19
4.5.2 Abundancia	19
4.5.3 Tipo	19
4.5.4 Densidad de los organismos en el suelo	20
4.5.5 Biomasa de los organismos presentes en el suelo	21
4.5.6 Uso del suelo y su efecto sobre la macrofauna del suelo	22
4.5.7 La altitud referente a la macrofauna de un suelo	22
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
5.1.1 Presencia de la macrofauna del suelo	24
5.1.2 Densidad de macrofauna presente en el suelo de los diferentes sistemas de producción	26
5.1.3 Biomasa de la macrofauna en los suelos	28
5.2 Distribución vertical de la macrofauna del suelo y la densidad de la biomasa	30
5.4 Distribución de la macrofauna en el municipio de Tomalá.....	35
VI. CONCLUSIONES.....	38
VII. RECOMENDACIONES	39
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	40
ANEXOS	43

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de la abundancia de la actividad biológica	19
Tabla 2. Clasificación de la abundancia de la actividad biológica	20
Tabla 3 Correlaciones entre los factores y variables en el estudio de la macrofauna delsuelo.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de ubicación geográfica, municipio Tomalá, Lempira.	15
Figura 2 puntos de muestreo para la investigación	17
Figura 3 Proceso de obtención de dos a nivel de campo.	18
Figura 4 Distribución total de la macrofauna del suelo, en los distintos estratos.	24
Figura 5 Densidad de la macrofauna en los diferentes sistemas de producción en la parte media de la subcuenca del Rio Mocal.....	26
Figura 6 Biomasa obtenida de la macrofauna en el suelo de los diferentes sistemas de producción en la parte media de la subcuenca del Rio Mocal.	28
Figura 7 Distribución vertical de la macrofauna presente en los diferentes niveles evaluados del suelo.	31
Figura 8 Clúster de los macro invertebrados presentes en las 26 muestras obtenidas del estudio de la macrofauna en la subcuenca del rio Mocal, en Tomalá, Lempira, Honduras.	32
Figura 9 Distribución espacial de la densidad poblacional en el municipio de Tomalá, Lempira.	35
Figura 10 Distribución espacial de la biomasa de la macrofauna del suelo en el municipio de Tomalá.....	37

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	Mapa de cuadrícula para la ubicación de los puntos de muestreo	44
Anexo 2	puntos muestreados en Tomalá.....	45
Anexo 3	Encuesta para caracterizar la macrofauna en los diferentes niveles del suelo.....	46
Anexo 4	Inventario de clasificación de los individuos presentes.....	47
Anexo 5	Inventario de clasificación de los individuos presentes.....	48
Anexo 6	Resultado de biomasa de los individuos.....	49
Anexo 7	Resultado de densidad de los individuos.....	50
Anexo 8	Términos que fueron estudiados en las diferentes categorías.....	51
Anexo 9	Procedimiento en la toma de datos a nivel de campo.....	52
Anexo 10	Procedimiento en la toma de muestras a nivel de campo	53

Navarro Alverto P Y. 2013. Caracterización biológica de suelos según su uso y diferentes pisos altitudinales en la región sur de la subcuenca del río Mocal, Lempira. Tesis Ing. Agro. Universidad Nacional de Agricultura. 50 P.

RESUMEN

La investigación se realizó en el municipio de Tómalá, Lempira, durante los meses de Junio a Septiembre de 2013, el objetivo principal fue realizar una caracterización biológica de los suelos según el uso y diferentes pisos altitudinales, en el cual Los cuatro usos de la tierra en este estudio presentaron diversas poblaciones de macrofauna, la alta densidad de la macrofauna del suelo pueden resultar de la utilización de determinadas prácticas agrícolas que han sido previamente asociados con la fauna abundantes poblaciones del suelo, la Macrofauna del suelo fue evaluada en cuatro diferentes sistemas de producción (cobertura vegetal del suelo), La macrofauna edáfica fue recolectada según la metodología estándar propuesta por el IBFST. Los suelos con cultivos agrícolas tiene una diversidad baja en de los sistemas que se evaluaron en la colonización de macrofauna la *Phyllophaga spp* es una de las especies que se encuentran en mayores cantidades Los bosques mixtos tienen mayor diversidad en la densidad poblacional debido a que estos suelos no son perturbados por el hombre, en Barbecho la densidad poblacional fue alta, finalmente en los suelos con cobertura pastizales obtuvieron suelos con ,cabe destacar que el número de muestras que se obtuvo en los diferentes tipos de cultivo no fueron uniformes para cada uno de los diferentes tipos de cultivo.

Palabras claves: Macrofauna, cuenca hidrográfica, densidad, biomasa, Río Mocal Lempira, pisos altitudinales, uso del suelo

I. INTRODUCCIÓN

El suelo se deriva del latín *solum* que significa piso, y puede definirse como la capa superior de la tierra que se distingue de la roca sólida donde, las plantas crecen. Con este enfoque, los suelos deben considerarse como formaciones geológicas naturales desarrolladas bajo condiciones muy diversas de clima y materiales de origen, lo cual justifica su continua evolución y en consecuencia su gran variedad (Navarro, 2003).

No puede haber suelo sin actividad biológica (plantas superiores, animales, macro organismos y microorganismos) que son tan importantes en el ciclo del carbono del cual el CO₂ es uno de sus principales componentes (Buol *et al.* 1991) El suelo es un cuerpo natural, tridimensional, no consolidado, producto de la interacción de los llamados factores formadores del suelo (clima, rocas, organismos, relieve, tiempo). Está compuesto por sólidos (material mineral y orgánico), líquidos y gases, que se mezclan para formar los horizontes o capas diferenciales, resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y Transformaciones de energía y materia a través del tiempo, y cuyo espesor puede ir desde la superficie terrestre hasta varios metros de profundidad (Sposito, 1989 citado en Volke *et al.* 2005)

Los suelos que posee Honduras en su mayoría son de vocación forestal los cuales abarcan una extensión de , por lo que ha sido considerado el segundo país Centroamericano más extenso geográficamente. La franja costera que limita el mar Caribe es de 750 km de longitud al igual que la franja costera del pacífico posee 153Km; también es el país más montañoso de Centroamérica debido a que este ocupa más de dos tercios de superficie montañosa y a la vez posee un gran número de valles con tierra que son arables, compuestas por material volcánico. Su colindancia con el mar, su topografía montañosa y la variedad de los diferentes tipos de suelos logran que Honduras sobresalga por el sin

número de riquezas y variedad de ecosistemas. Es preciso hacer mención que las tierras bajas del Caribe representan cerca de 16% del territorio y junto con los valles que se unen con esta planicie costera, constituyen los suelos más fértiles del país (Embajada de Honduras 2001).

En ambientes como el trópico los organismos del suelo son uno de los principales reguladores de las propiedades físicas y químicos, la macrofauna desempeña un importante papel en los ecosistemas sobre todo, en la creación de macro poros y en la transformación y redistribución de materia orgánica. Otros son trituradores que deshacen la materia orgánica y un buen número de estos grupos son macro predadores. Debido a su importante papel en los procesos del ecosistema y a su sensibilidad ante condiciones ambientales, los grupos de macrofauna frecuentemente son utilizados o propuestos como indicadores de la calidad biológica del suelo, por tanto, se consideran un componente determinante de la biota del suelo, indicativos de la biodiversidad de suelo y de los efectos del cambio de uso y prácticas de manejo del mismo, ya que forman un importante componente de la red alimenticia en el suelo (David E. *et al . s.f*).

II. OBJETIVOS

1.1 General

Realizar una caracterización biológica de la macrofauna de los suelos según el uso y diferentes pisos altitudinales en la parte media de la subcuenca en el río Mocal, Tomalá, Lempira.

1.2 Específicos

Cuantificar la actividad biótica de la macrofauna bajo los diferentes sistemas de manejo en la subcuenca del río Mocal, Tomalá Lempira.

Determinar la variabilidad existente de macro organismos en cuanto a la profundidad del suelo por medio de un conteo sistemático a nivel de campo.

Analizar el efecto de los sistemas de explotación del suelo y los diferentes gradientes de altitud sobre la macrofauna.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Descripción general de suelo

Según Pepa. J, Sebastián H (2007-2008) es la parte externa de la corteza terrestre que ha sufrido y sigue sufriendo acciones causadas por agentes atmosféricos y seres vivos, sirve de soporte a la vegetación. El suelo no es un medio inerte y estable, sino que se altera con el paso del tiempo. El espesor del suelo varía desde unos pocos centímetros hasta 2-3 m. Este proporciona a las plantas un medio adecuado para el desarrollo de las raíces y la germinación de las semillas.

El suelo no es más que una mezcla de lo que son materiales sólidos, líquidos y gaseoso conocidos comúnmente como suelo, agua, y aire. Las concentraciones adecuadas de estos componentes son los que tienen la capacidad de hacer crecer a las plantas y la disponibilidad suficiente de nutrientes para ellas. La disponibilidad de nutrientes en el suelo se refiere a la distribución de cationes en relación al número de coloides del suelo y su disponibilidad relativa para las plantas (Smithson *et al.* 2002)

La riqueza de los suelos va a depender del porcentaje de microorganismos y macro organismos que este posea o que habiten en el mismo, ya que estos son los encargados de los procesos de transformación que ocurren a nivel microscópico de los suelos, entre ellos se pueden encontrar las lombrices, los Rhizobium, hongos y bacterias entre otros (Margalef 1992).

3.1.1 Importancia de los suelos

Los suelos a lo largo de la historia han sido muy importantes para la sostenibilidad de todas las formas de vida posibles en la tierra, este ha sido uno de los recursos base para la generación de alimento en las diferentes especies existentes, fundamental para la biodiversidad del planeta y a la vez para establecer las diferencias de la misma, de una región a otra. Los suelos más ricos de toda la región centroamericana se encuentran localizados en las planicies costeras, donde hacen de estas tierras importantes focos para la actividad agrícola y forestal de alto rendimiento. En las costas centroamericanas se producen entre otros bananos, piña, caña de azúcar, melones, cítricos, arroz, sorgo, cocos, palma africana, y ganado (IGN 1999).

3.1.2 Uso actual del suelo

Según la Política Ambiental de Honduras y GEO Honduras (2005) el territorio hondureño posee una superficie de 11, 249,200 Ha siendo el 78% del territorio de vocación forestal y suelos con alto porcentaje de pendientes y con aproximadamente el 30% de cobertura terrestre. La cobertura en suelos con vocación forestal oscila alrededor de 5, 700,000 ha equivalente a un 50.7% del territorio, con una deforestación anual estimada de 80,000 a 120,000 ha/año. Su localización geográfica coloca a Honduras en la franja subtropical, contando con cuencas hidrográficas en sus dos vertientes Mar Caribe en el Norte y Mar Pacífico en el Sur.

El país cuenta con una variedad de zonas ecológicas que albergan una amplia biodiversidad de animales y plantas. Parte de esta diversidad biológica se origina en su ubicación que constituye el paso obligado de las especies migratorias entre las dos grandes masas de tierra del continente americano y en la fisiología montañosa de su territorio que presenta altitudes desde el nivel del mar hasta los 2800 metros; posee además una multiplicidad de micro climas con precipitaciones que oscilan entre 800 y 3500 mm/año.

La situación ambiental de Honduras se ha venido deteriorando rápidamente en las últimas décadas, amenazando a la biodiversidad terrestre y marina. Uno de los factores de mayor incidencia en el rápido deterioro del ambiente es la pobre situación socio económica de un vasto segmento (principalmente rural) de la población que ha experimentado un alto crecimiento (2.9 %), siendo uno de los más altos de América Latina. La pobreza rural se refleja en una fuerte presión sobre los recursos naturales, lo que desencadena en la degradación de dichos recursos y efectos negativos sobre el ambiente.

Los suelos con que cuenta Honduras son suelos de vocación forestal, sin embargo este recurso natural es una de las fuentes que brindan ingresos económicos a las familias que viven en las áreas rurales, llegando a hacer un uso irracional de los mismos, son tierras que han sido sometidos a la actividad agrícola (producción de café, banano, caña de azúcar, granos básicos, frutas, y ganadera), los pobladores se ven obligados a explotar este recurso al implementar lo que es la ganadería extensiva en zonas boscosas y estableciendo sistemas de cultivos en laderas y zonas altas de los ríos, llevando a cabo la exportación de los bosques (extracción de madera) , como único medio de subsistencia (FAO 2001).

3.1.3 Levantamientos (caracterización) generales

Este proceso ha sido implementado en zonas de grandes dimensiones con topografías muy variables, el fin es obtener información de forma generalizada sobre el uso actual del territorio que es objeto de estudio, de esta forma se planificarán las actividades de manejo para la conservación y uso racional además dar las recomendaciones pertinentes para el manejo de los mismos de acuerdo a la capacidad de uso en estos suelos (Sonaglio 2009).

3.1.4 Características Biológicas

La biodiversidad del suelo refleja la variedad de organismos vivos, comprendidos los innumerables microorganismos invisibles (bacterias y hongos), la microfauna (protozoarios y nematodos) y la mesofauna (ácaros y tisanuros) y la macrofauna (lombrices y termitas) (FAO soil biodiversity Portal 2007).

La presencia de los organismos en el suelo son un indicador de la calidad y fertilidad del mismo debido a que los organismos son los encargados de la descomposición de la materia orgánica y en el ciclo de los nutrientes. El estudio de las propiedades biológicas es muy importante para la determinación del impacto de contaminantes en la composición y funcionamiento de la biota del suelo (Mikanova 2006).

Las funciones que realizan los organismos del suelo son muy diversas y variadas al igual a las realizadas por los que viven sobre el, en ausencia de dichas comunidades el ecosistema colapsaría (Mikanova 2006).

3.1.5 Macro fauna edáfica

La macro fauna comprende a los organismos cuyo diámetro corporal varía entre 2 y 20 mm e incluye principalmente a los de la clase Annelida: Oligochaeta: Megadrilli (lombrices) y a los Arthropoda. Mediante un sistema de digestión simbiótica con la microflora del suelo, las lombrices promueven la fertilidad produciendo la mineralización del material orgánico y la movilización de nutrientes necesarios para el crecimiento y producción de las plantas. Además junto a las hormigas (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) y a las larvas de los insectos de suelo (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae, Curculionidae, Elateridae, Chrysomelidae), modifican la estructura del suelo mediante la formación de macro poros y agregados (Álvarez Castillo *et al.* 2009).

El pastoreo es una práctica que afecta a la macrofauna del suelo. Los efectos son causados a través del corte de la vegetación, del pisoteo y por la presencia de heces (Morris 2000). Existen diferencias según el tipo de ganado en la manera y selectividad con que es cortada la vegetación y la presión que realizan en el suelo (Bell *et al.*, 2001; Hutchinson y King, 1980; Ilmarinen *et al.* 2004).

3.1.6 Importancia de la macro fauna.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (1986) reporta que los organismos edáficos aparte de ser una fuente importante de materia orgánica para el suelo y de poderse convertir en plagas para las plantas, la fauna del suelo lleva a cabo varias acciones que, a largo plazo, mejoran las condiciones del mismo: Aumentan la disponibilidad de algunos nutrientes para las plantas, con lo cual se mejora el aporte de biomasa, la lombriz incrementa disponibilidad de P, K y C; las hormigas mejoran disponibilidad de Ca y Mg, además las termitas aumentan la disponibilidad de Ca, Mg, K, Na, C y P. Algunos organismos como arácnidos, coleópteros y colémbolos son predadores y mantienen en equilibrio las poblaciones de otros organismos. Los macro invertebrados crean galerías y huecos dentro del suelo que mejoran su aireación y su permeabilidad. Además, las termitas y las hormigas seleccionan materiales finos para hacer sus nidos en superficie, con lo que van afinando la textura del suelo. Por otra parte, se presentan algunos efectos que no son benéficos como lo observó Chamorro (1990) en suelos del páramo de Sumapaz, ya que se presentó incremento en la disponibilidad de Aluminio(Al) que estuvo asociado con la presencia de lombrices y termitas en ellos.

3.1.7 Importancia de la lombriz en la tierra.

Las lombrices de la tierra son los organismos más importantes del suelo, especialmente en ecosistemas productivos; debido a su influencia en la descomposición de la materia orgánica, desarrollo de cada una de las estructuras del suelo; Aristóteles les llamo “El intestino del mundo”. Las lombrices, juntamente con las termitas, las hormigas y las larvas de algunas especies de escarabajos conforman un grupo que muchos autores denominan “los ingenieros del suelo” ya que causan importantes modificaciones en el (galerías y depósitos de excrementos) los cuales modifican el ambiente para otros organismos y a la vez alteran la disponibilidad de hábitos y alimentos para otros animales y para las plantas (Lavelle 1997, Brown et al. 2000)

Con respecto a la gran importancia de la lombriz de tierra en la agricultura, el Soil Quality Institute (SQI, 1999, citado por Jaramillo, 2002) sostiene que ellas mejoran la calidad del suelo debido a que se manifiesta un incremento en la disponibilidad de nutrientes, especialmente N, P y K. Además aceleran la descomposición de la materia orgánica al incorporarse al suelo y activar procesos de mineralización y de humificación trayendo consigo mejoras en la agregación y la porosidad. En cuanto a otras relaciones ecológicas, suprimen de los medios, varios organismos peligrosos o enfermos e incrementan la actividad de microorganismos benéficos.

3.1.8 Efectos negativos de las lombrices en el suelo.

Si bien después de los efectos benéficos que las lombrices brindan a los ecosistemas, estas también pueden tener efectos potencialmente negativos hacia el suelo o al ecosistema según (Barros1999, Hendrix y Brólleme Barros.y Bhlen 2002).

Dentro de estos aspectos se encontramos los siguientes

- 1) Remoción y entierro de residuos superficiales que de alguna manera podrían proteger la superficie del suelo de la erosión.
- 2) La producción de excretas frescas (coprolitos) que incrementan la erosión y el sellado de la superficie.
- 3) Deposición de excretas sobre la superficie del césped o en las zanjas de riego causando molestias, o en los pastizales donde interfieren con las operaciones de ensilaje.
- 4) Dispersión de semillas de malezas en jardines y campos agrícolas.
- 5) transmisión de patógenos de plantas y animales.
- 6) Incremento de la pérdida de nitrógeno del suelo a través de la lixiviación y la Desnitrificación.
- 7) Incremento de las pérdidas del carbono del suelo, al incrementar la respiración microbial.

Los resultados netos de los efectos positivos y negativos son los que determinan que las lombrices sean consideradas benéficas o perjudiciales en una determinada situación, pero por lo general son consideradas de gran ayuda para las propiedades y fertilidad del suelo según estudios realizados por Brown *et al.* (2000).

3.1.9 Rasgos de actividad biológica

Los rasgos biológicos, como las krotovinas, madrigueras de termitas, nidos de insectos, galerías de lombrices y madrigueras de animales más grandes se describen en términos de abundancia y tipo. Adicionalmente, se pueden registrar otras características como la localización específica, patrones, tamaño, composición, etc. Según criterios la FAO (2009)

3.1.10 Factores que influyen en la actividad biológica de los suelos.

El modelo factorial de los sistemas de suelos más conocido y más frecuentemente empleado son los **factores de formación del suelo** popularizado por Jenny (1941), que establece que los suelos son una función de cinco factores que definen el estado y la historia de los sistemas de suelos, por lo que se denominan factores de estado. Los cinco factores sugeridos por Jenny son: 1. Clima (cl), 2. Organismos (o), 3. Topografía (r), 4. Material parental (p), y 5. Tiempo (t)

Ettema y Wardle (2002) estudiaron el ambiente de cada uno de los suelos tiene una influencia directa en lo que es la distribución de la fauna en los mismos en diferentes niveles temporales y espaciales. **Espacialmente:** la distribución de la fauna del suelo está influenciado por la variación en las diferentes influencias ambientales que operan a distintas escalas. Estas influencias incluyen la precipitación, uso del suelo, la textura del suelo, humedad del suelo, profundidad del suelo, temperatura, topografía, tipo de vegetación profundidad de enraizamiento, calidad de la cama y la disponibilidad de materia orgánica. **Temporalmente:** las poblaciones de macrofauna del suelo y los niveles de actividad varían cada año, en temporada, diurna y en respuesta a perturbaciones tales como los fenómenos meteorológicos, incendios, remoción de tierra, la labranza y la aplicación de productos químicos de síntesis (Netuzhilin *et al.* 1999).

La variabilidad espacial y temporal típica de las comunidades de macrofauna del suelo se ha considerado como "ruido" indeseable desde hace algunos años, lo que hizo la difícil cuantificación de las poblaciones de la biota del suelo (Ettema y Wardle 2002)

3.1.11 Efectos del manejo del suelo sobre la macrofauna

Los procesos que ocurren en los suelos son medidos por los organismos que lo habitan, entre ellos la principal es la macrofauna ya que directa o indirectamente afecta y modifica la estructura de los suelos, las poblaciones que se encuentran presentes en los suelos están determinados por el manejo que se les da o que se realiza en estos (perturbaciones físicas, distribución de residuos y vegetación) (Zerbino 2005)

3.1.12 Distribución de la macrofauna en base al uso del suelo

En los últimos años la diversidad de los diferentes sistemas de producción han sido un tema de preocupación debido a los cambios en los ecosistemas por acciones realizadas por el hombre con actividades agrícolas, pecuarias y forestales (Lavelle citado por Delgado *et al* 2010) las cuales ocasionan grandes alteraciones en los procesos de la configuración del hábitat de los organismos que se desarrollan en ese medio, forjando así, efectos negativos en la diversidad de la macrofauna, y perturbando el buen funcionamiento del suelo (Zerbino *et al.*, 2007).

En estudios sobre la acción de la macrofauna Sevilla *et al*, (2002) demostró que la estructura de los macro invertebrados fue más compleja en ambientes edáficos mejor conservados o estructurados presentándose una mayor diversidad y abundancia de grupos depredadores, además, sustentaron la importancia ecológica de la costumbre de los agricultores de dejar descansar suelos que muestran síntomas de infertilidad

La fertilidad en los suelos de vital importancia para el desarrollo de las planta a largo plazo. La diversidad de microorganismos del suelo es un indicador muy sensible de la contaminación y degradación de los ecosistemas. Dado que la mayor parte de la alteración química que se produce en el suelo se debe a la actividad de sus microorganismos, la capacidad del suelo para proporcionar nutrientes al cultivo en desarrollo a partir de sus propias reservas, es cada vez menor. Se puede decir que la productividad actual sólo se mantiene por la aplicación de abonos químicos en cantidades cada vez mayores.

Un suelo sano es aquel que es capaz, a través de su actividad biótica y su propia fertilidad, de hacer fructificar cultivos y permanecer productivo durante largos periodos sin necesitar de grandes aportaciones exteriores (Rodas, P. 2006)

3.2 Sistemas de Información Geográfica “SIG”

Los SIG son sistemas de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, administración, manipulación, análisis, modelamiento y traficación de datos u objetos referenciados espacialmente, para resolver problemas complejos de planeación y administración. En otras palabras, el SIG es un sistema de computador capaz de mantener y usar datos con localizaciones exactas en una superficie terrestre. Un sistema de Información geográfica es una herramienta de análisis de información, esta debe tener una referencia espacial y debe conservar sus características de topología y representación (Carmona y Monsalve 1997).

Para la selección de los sitios de muestreo se pueden utilizar fotos aéreas o imágenes de satélite de alta resolución. Mapas detallados de uso de suelo y de vegetación también son adecuados para este propósito. Cuando se encuentran disponibles mapas digitales de uso de suelo, el área ocupada por cada uso, dentro de un sitio definido puede ser determinado utilizando software de Sistemas de Información Geográfica (SIG) estándar, lo que facilitará la selección de las ventanas o sitios. Cuando únicamente están disponibles materiales análogos, se hace una selección manual por interpretación visual, utilizando un papel traslúcido sobre la fotografía, los SIG son empleados generalmente servicios de recursos manejo y conservación de suelos, para la investigación de recursos biológicos, para identificación y determinación de tipos de vegetación en los suelos a través de imágenes satelitales. (Huising 2005).

En este estudio se utilizó con el objetivo de obtener puntos exactos para la obtención de los datos a nivel de campo ya que el uso del GPS garantiza una precisión milimétrica, aún en los lugares de difícil acceso. El proceso viabiliza proyectos, ratifica datos relevados por otros métodos topográficos y, en algunos casos, puede rectificar algunos datos dudosos. (Silva 2009).

3.3 Métodos Jerárquicos de Análisis Clúster

Con la finalidad de clasificación se utilizó el análisis Clúster, también conocido como Análisis de Conglomerados, Taxonomía Numérica o Reconocimiento de Patrones, es una técnica estadística multivariante cuya finalidad es dividir un conjunto de objetos en grupos de forma que los perfiles de los objetos en un mismo grupo sean muy similares entre sí (cohesión interna del grupo) y los de los objetos de clústers diferentes sean distintos (aislamiento externo del grupo) (Figueras 2001).

IV MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización del sitio de estudio

El estudio de investigación se realizó en el municipio de Tómalá Lempira está ubicado a una altura de 1150 msnm a una Latitud de 14.2167 y una Longitud de -88.7833 con influencia en la zona de la subcuenca del Rio Mocal el cual se encuentra situado en el este del municipio, en el departamento de Lempira, Occidente de Honduras departamento que ha sido declarado “Municipio Verde” por su seguimiento a campañas de reforestación, la cero quema y el alto grado de concientización por parte de la población, la temperatura máxima anual es de 26 °C y una humedad relativa de 50%, con una precipitación promedio anual de 2300 mm y una altitud 1100 m por Ramírez (2012). (Figura 1).

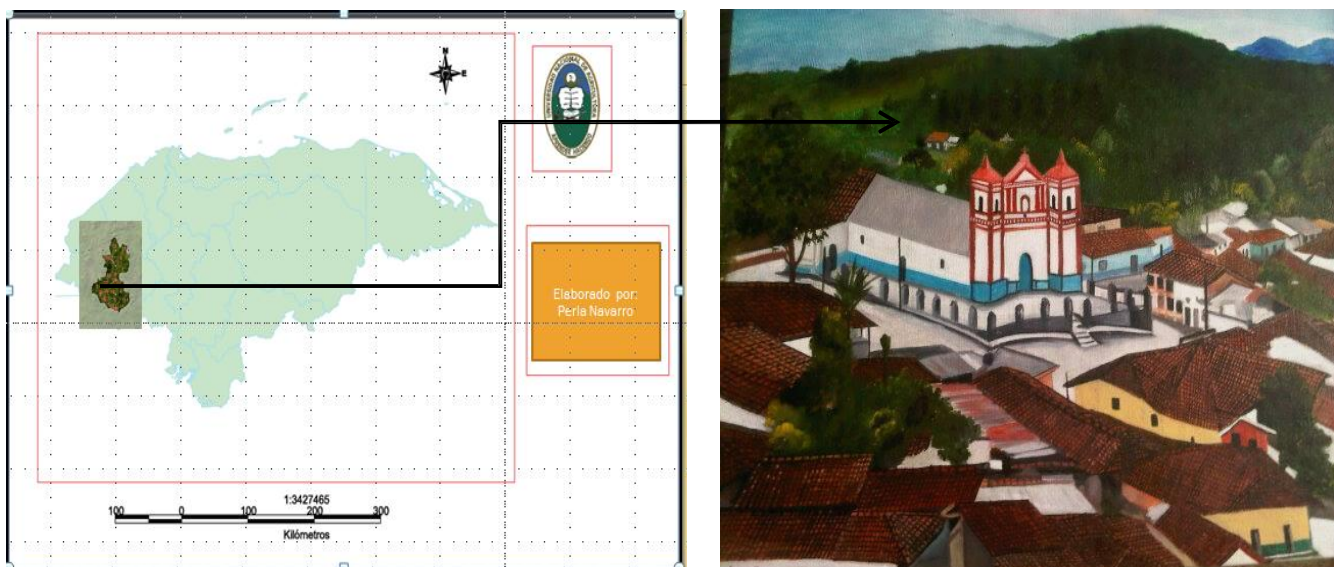


Figura 1 Mapa de ubicación geográfica, municipio Tomalá, Lempira.

Se localizó cada uno de los puntos, posteriormente se procedió a extraer cada una de las muestra, para realizar el conteo de los organismos presentes en cada segmento de Suelo, El uso de la cuadrícula facilitó la ubicación de las muestras de forma regular y estas fueron representativas del área que cubre la subcuenca, para la ubicación de los sitios de muestreo se hizo uso de una herramienta informática de geo- referencia gv SIG 1.12 .

4.2 Materiales.

Se usaron herramientas de campo, computadora, calculadora, metro, balanza, barra, hojas cartográficas, cámara digital, bandejas plásticas, marco elaborado de madera de 25x25 cm, además herramientas y programas informáticos para una mejor interpretación de los resultados.

4.3 Localización de los sitios de muestreo

Por medio de un mapa elaborado con la ayuda de un programa Sistema de información Geográfica (SIG) se elaboró una cuadrícula conocida como red de puntos se tomó cada uno de los puntos a un distanciamiento de 1,400 m entre cada uno de ellos puntos, tomando como referencia el distanciamiento y aleatorización realizado en la subcuenca de este municipio por Nery Ramírez (2012).

4.4 Descripción de las variables bajo estudio

Se utilizan variables únicamente descriptivas, como ser presencia de la macrofauna del suelo, determinación de la abundancia de la actividad biológica, densidad de los organismos en el suelo, Biomasa de los organismos presentes en el suelo, uso del suelo y su efecto sobre la macrofauna del suelo, y la altitud referente a la macrofauna de un suelo.

4.5 Puntos de muestreo

La determinación de los puntos de muestreo se tomó como base al mapa elaborado para el estudio que realizado por Ramírez (2012) (Anexo 2) utilizando las coordenadas que se determinaron para ese estudio véase (figura 2).

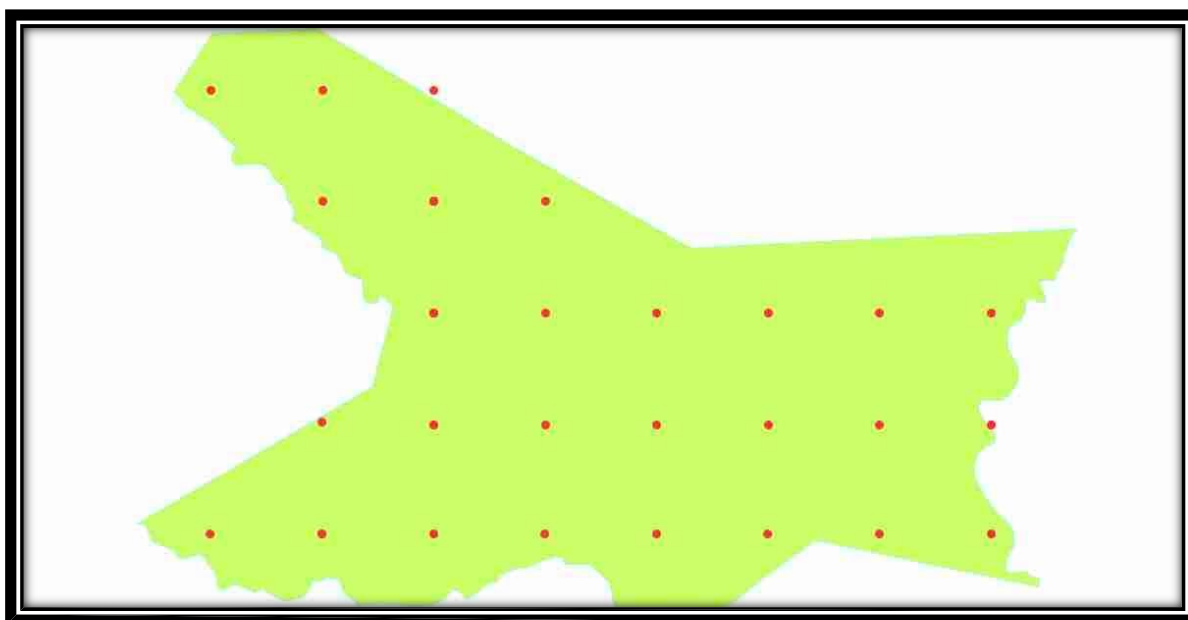


Figura 2 puntos de muestreo para la investigación

4.5.1 Factores que determinan la macrofauna del suelo.

Presencia de la macrofauna del suelo

Para la localización de los puntos, fueron ingresadas las coordenadas en un GPS obtenidas del mapa de cuadrícula, por medio de los cuales posteriormente se ubicaron en el campo, los procedimientos generales son dictados por Anderson e Ingram (1993). (Anexo 8) Para la obtención de los datos en cada una de las muestras después de haber localizado el punto de muestreo primero se colocó un marco de 25 x 25 cm para marcar la posición del monolito y cualquier hojarasca o madera dentro de él es removida e introducida en una

charola. Se aisló el monolito utilizando una pala a unos pocos centímetros fuera del marco y luego se procedió a cavar una zanja a su alrededor de 25 cm de ancho y 30 cm de profundidad, para obtener un pilar no perturbado. Se dividió el bloque del monolito en tres capas, de 0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm; esto se realizó de manera sencilla, utilizando un machete, tomado de forma horizontal y agarrado por ambos lados figura 3.



Figura 3 Proceso de obtención de dos a nivel de campo.

Al momento de roturar los suelos se llevó a cabo el conteo de los organismos encontrados ya que lo que se pretendía es obtener un diagnóstico biológico de los suelos, el conteo fue de forma inmediata haciendo uso de las formulas establecidas anteriormente, en el campo, por lo tanto no ha sido necesario llevar las muestras al laboratorio. Se obtuvo un total de 26 muestras, las cuales fueron localizadas a una distancia de 1400 m una de la otra, en el trayecto de las 20 comunidades que le conforman, la determinación del total de los organismos presentes fue recopilado (anexo 6.)

4.5.1 Determinación de la abundancia de la actividad biológica

Se realizó de forma visual Según criterios establecidos por la FAO (2009) sobre el área a muestrear, tomando en cuenta criterios de clasificación (Nada, Poco, Normal Mucha) dependiendo del nivel de actividad biológica que existe y observado en los suelos muestreados, para determinar los niveles de actividad se usaron indicadores visibles y de importancia como ser galerías formadas por lombrices o por hormigas, termitas u otros organismos vivos, también se hizo énfasis en nidos de hormigas, pedazos de árboles en proceso de descomposición y madrigueras grandes abiertas o cubiertas con carbón, y cualquier otra actividad de insectos.

4.5.2 Abundancia

La abundancia de la actividad biológica es registrada siguiendo los términos generales de la tabla 1:

Tabla 1. Clasificación de la abundancia de la actividad biológica

N	Ninguna	No se observa ningún organismo
F	Poca	Entre 1-20 organismos
C	Común	Entre 20-60 organismos
M	Mucha	Se observa más de 60 organismos

Fuente: FAO, 2009. Guía práctica para la descripción de suelos.

4.5.3 Tipo

La presencia y actividad de lombrices de tierra pueden estar asociadas con el número de turrículos dejados en la superficie del suelo adyacente en la salida de sus galerías. Cabe señalar que esta medida puede variar considerablemente de acuerdo a los tipos de lombrices predominan en el área. Por ejemplo, hay lombrices que no depositan turrículos en la superficie del suelo si no en sus galerías, pero hay otros que depositan turrículos en la

superficie cada vez que están activas. De esta manera el conteo de turrículos por unidad de área permite tener una primera idea de tamaño y actividad de la población de lombrices en suelos bajo un uso dado el Cuadro 2 muestra ejemplos de rasgos biológicos. En suelos que presentan $\geq 50\%$ (por volumen) de agujeros de lombrices o gusanos, o túneles, el horizonte que posee es vorónico y calificador vérmico, en suelos con $\geq 25\%$ (por volumen) de poros animales, coprolitos u otros resto de actividad animal, se denominan Horizontes hórtico e irrágico (FAO 2009).

Tabla 2. Clasificación de la abundancia de la actividad biológica

A	Artefactos
B	Madrigueras (sin especificar)
BO	Madrigueras grandes abiertas
BI	Madrigueras grandes rellenas
C	Carbón
E	Canales de lombrices
P	Pedotubulos
T	Canales y nidos de termitas u hormigas
I	Otra actividad de insectos

Fuente: FAO, 2009. Guía práctica para la descripción de suelos.

4.5.4 Densidad de los organismos en el suelo

Según Anderson e Ingram (1993) la densidad podrá ser calculada con base en las muestras de 25 x 25 cm, es decir, la anchura aproximada del monolito más 30 cm de profundidad. La hojarasca y los individuos presentes en la superficie deben ser extraídos en un material seguro para luego ser incorporados en el conteo. La densidad en general se estimó, como el número de individuos en un área estimada encontrados en el suelo, abundancia total en número por 0.25 siendo este el ancho aproximado del monolito, más dos anchuras de zanja. La densidad en general se determina a través de la siguiente ecuación.

Fórmula: $\# / m^2 = \underline{\hspace{2cm}}$

$$\# / Ha = \# / m / m^2 \times 10,000$$

Donde:

$\# m^2$ = Número de individuos por metro cuadrado.

$\# / m$ = Número d individuos por muestra.

$\# / Ha$ = Número de individuos por hectárea.

4.5.5 Biomasa de los organismos presentes en el suelo

Es de suma importancia medir la biomasa de los individuos encontrados debido a que muchos parámetros de procesos en el ecosistema son proporcionales a la biomasa y no a la densidad. La medición del peso se llevó a cabo utilizando una balanza digital; se estimó la biomasa en $g.m^{-2}$ de manera similar a como se calcula la abundancia; se utilizó peso fresco o la masa de un espécimen parcialmente seco, si es posible se evita el uso del peso seco debido a las diferentes temperaturas de los hornos que usan algunos investigadores y por el contenido variable de agua de los diferentes tipos de organismos. Donde se dispone de especímenes de insectos de varios tamaños, existe un método alternativo que consiste en calibrar la biomasa viva con el ancho de cabeza, en especímenes representativos que cubren todo el rango de tamaños. El peso de los desconocidos puede entonces estimarse desde la curva (Bignell, *et al* s.f.).

Fórmula: $Biom (g/m^2) = \underline{\hspace{2cm}}$

$$Biom (kg/ha) = biom (g/m^2) \times 10,000 m^2$$

4.5.6 Uso del suelo y su efecto sobre la macrofauna del suelo

Esta actividad fue llevada a cabo mediante un análisis actual sobre el uso que se les ha dado a los suelos teniendo en cuenta aspectos referentes a la densidad, biomasa y actividad biológica presente en los suelos objetos de estudio, la biodiversidad sobre el suelo es determinada por el tipo de vegetación y cultivos presentes y el manejo que se le da a dichas áreas y por los elementos vegetales asociados con barbechos, rompe vientos, cercos vivos, tramos de bosque y otros elementos de manejo de paisajes (Swift, M.J. *et al*, s.f.). Se pueden utilizar dos categorías de expresión de la riqueza de especies: 1) el número de especies registrado en todos los monolitos, en cada tipo de uso de suelo, 2) la diversidad promedio expresada en términos de la media de número de especies por cada tipo de uso de suelo (Bignell, *et al* s.f.).

Según los autores antes descritos, una caracterización biológica puede definir, si la biota del suelo responde a intervenciones humanas dentro del ámbito agrícola como ser las talas, incendios, contaminación por productos químicos. Si se dan estas situaciones el impacto en la producción puede ser directo y negativo, ya que la fertilidad de los suelos es degradada dando lugar a la intervención de enfermedades en los cultivos y plantaciones agregando a esto la ligera degradación de la capa fértil conocida como erosión de los mismos.

4.5.7 La altitud referente a la macrofauna de un suelo

Para este parámetro de evaluación, se utilizó para establecer las diferentes altitudes correspondientes e identificación de los puntos de muestreo. Las poblaciones de macro organismos se analizaron en base a los diferentes gradientes altitudinales. en el nivel más alto, la distribución espacial de la biodiversidad bajo suelo estará fuertemente influenciada por los gradientes de altitud y temperatura, por los gradientes o transiciones de las condiciones de humedad o por los gradientes de las propiedades del suelo, derivados de la base mineral y vegetal según Swift y sus colaboradores (s.f.),

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización de la macrofauna presente en los suelos de la subcuenca del río Mocal en Lempira, se obtuvo de acuerdo a una clasificación ordenada y agrupada en los diferentes sistemas de producción a los que estos suelos están siendo sometidos en la actualidad, determinando la concentración de individuos a nivel de macrofauna en cada uno de los diferentes estratos, incluyendo la hojarasca o capa externa del suelo. El trabajo de investigación se realizó en el municipio de Tomalá, departamento de Lempira, el cual se llevó a cabo en los meses de Junio a Octubre del presente año.

5.1 Las diferencias en la macrofauna del suelo y la densidad de la biomasa entre los usos de la tierra.

Según los datos que se obtuvieron presentaron una ligera diferencia es cuanto a la densidad poblacional de los organismos presentes en el suelo en los diferentes tipos de cobertura o al tipo de cultivos que están sometidos estos suelos. Ya que en suelos que se encuentra bajo cultivos agrícolas y la que están cubiertos por pastizales presentaron mayor concentración organismos, en cambio los suelos que poseen bosque mixto y barbecho fue baja la población que se encontró, por lo que se dice que el tipo de vegetación influye en la presencia o no de macrofauna en los suelos.

5.1.1 Presencia de la macrofauna del suelo

En total fueron colectados 380 individuos correspondientes a 22 morfo especies. Los dos grupos más abundantes fueron Oligochaeta e Hymenoptera (principalmente hormigas), que representaron respectivamente 51% y 18% del total de individuos (Cuadro 4).

La distribución espacial de los organismos refleja el número total de individuos que fueron identificados en cada uno de los diferentes estratos que se evaluaron tomando diferentes profundidades en el suelo, la cual es evidente su distribución ya que las primeras capas del suelo presentan mejores condiciones para la adaptación y sobrevivencia de los individuos (Figura 4).

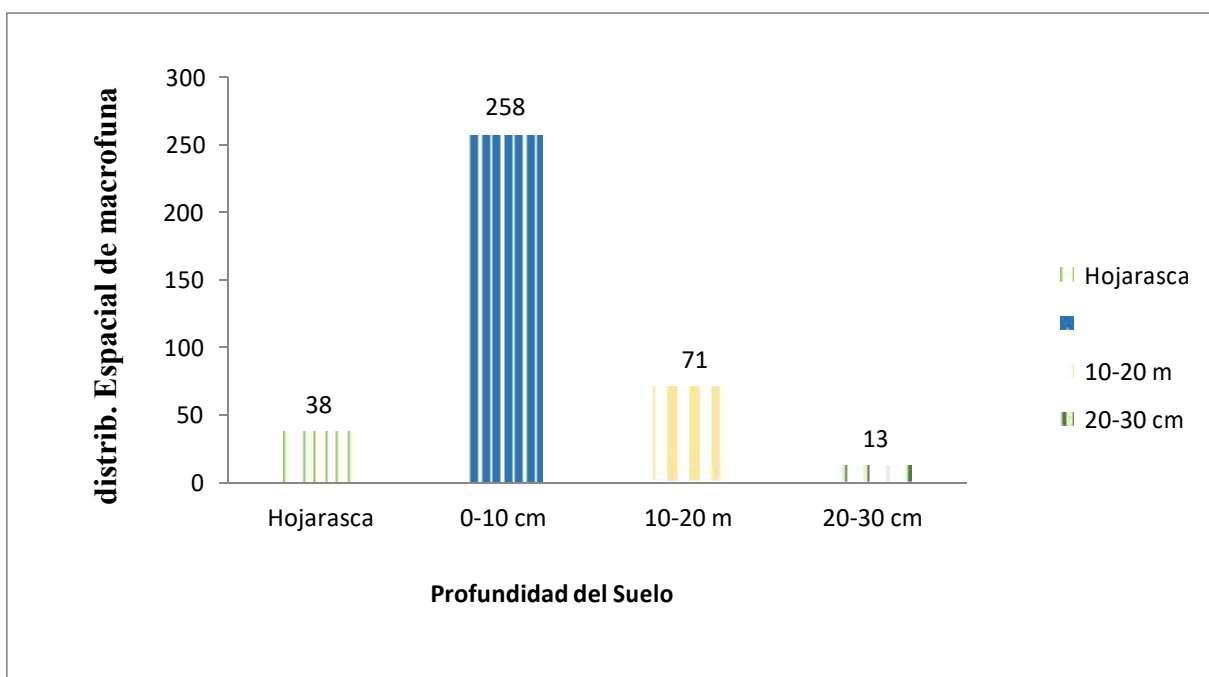


Figura 4 Distribución total de la macrofauna del suelo, en los distintos estratos.

La figura 4 refleja la distribución total de la macrofauna presente en la hojarasca de los diversos sistemas de cultivo que fueron evaluados, la macrofauna presente en la hojarasca obtuvo un total de 38 individuos. Siendo un dato representativo dentro de la población total

(380 organismos encontrados) ya que es donde se concentra un gran parte de organismos que aportan a la descomposición de materia que componen los suelos. En la segunda fase representa la población total que se concentra en el primer estrato del suelo, el cual está de 0-10 cm de profundidad, aquí es donde se concentra la mayor cantidad de individuos presentes en la capa terrestre se encontró un total de 258 individuos distribuidos en los diferentes puntos que fueron estudiados, además esta es la capa con que mayor cantidad de materia orgánica cuentan los suelos, son los estratos con mayor porosidad y materia en proceso de descomposición. En la barra intermedia muestra el total de la macrofauna presente en los estratos de 10-20 cm de profundidad en los suelos que fueron sometidos a estudio, este estrato presento un total de 71 individuos y fue más bajo que el primer estrato, debido a lo que se observó la actividad biológica a esta profundidad es de menor intensidad debido a la poca población presente. Las concentraciones disminuyen a mayores profundidades, este patrón se refleja en la disminución de la densidad de la macrofauna del suelo a medida que aumenta la profundidad del suelo

En el último estrato evaluado fue a una profundidad de 20 -30 cm de profundidad, la población que se encontró en estos suelos fue la de menor densidad de organismos de los tres estratos que se evaluaron, presentando un total de 13 individuos, debido que no todos los puntos que se muestrearon poseen una profundidad mayor a los 20 cm la población a esta profundidad es muy reducida debido a que los suelos no tienen las condiciones para que puedan los organismos vivir en dicho ambiente.

Este comportamiento de la macrofauna en las diferentes profundidades en el suelo se debe a que; en las primeras capas de suelo se encuentra mayor concentración de materia orgánica/alimento para su funcionamiento y desarrollo, debido a que algunos de estos organismos se alimentan de materia vegetal como ser raíces de plantas entre otros. Estos datos coinciden con estudios realizados por Pauli, y con Pashanasi

5.1.2 Densidad de macrofauna presente en el suelo de los diferentes sistemas de producción

La densidad de la macrofauna presente de acuerdo al sistema de producción o tipo de cobertura que poseen los suelos, representa la diversidad total de organismos que poseen (figura5)

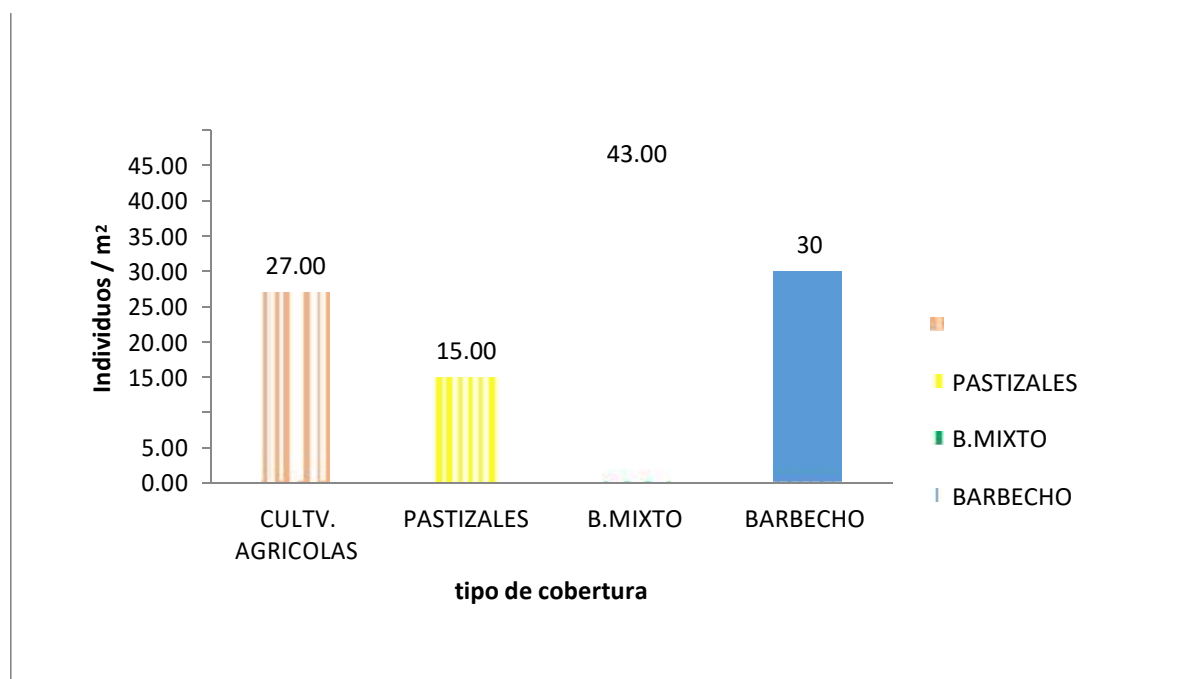


Figura 5 Densidad de la macrofauna en los diferentes sistemas de producción en la parte media de la subcuenca del Rio Mocal.

En figura 5 se presenta la clasificación de los suelos con respecto al uso, para la obtención de la densidad poblacional de la macrofauna en los suelos el cual indica que para el sistema de Cultivos agrícolas se encontró un total promedio de 27 individuos por m² en la población actual de estos suelos el cual fue inferior al estudio que se realizó en la Amazonia Peruana que presento 397 individuos por m². Los cultivos agrícolas se refieren al cultivo de especies vegetales para satisfacer las necesidades tanto del ser humano como de algunos animales domésticos, se clasifican en cultivos básicos, hortícolas, frutales y ornamentales, en este tipo de sistema la densidad poblacional que se encontró fue el segundo porcentaje más bajo

con respecto al resto de los sistemas, estos resultados se deben a que los suelos han sido ligeramente perturbados por el ser humano, lo que limita el medio para la sobrevivencia de los organismos ya que constantemente están siendo expuestos a la radiación, la erosión del suelo y falta de nutrientes etc.

De acuerdo a la densidad de los organismos presentes en el suelo, en el sistema caracterizado como pastizales se encontró un total de 15 individuos por m² siendo el tipo de cobertura de los estudiados con menor cantidad de organismos, en relación al estudio realizado por Pashanasi B (2001) fue relativamente bajo ya que aquí se presentó 785 individuos/m² además obtuvo un porcentaje menor a los sistemas de barbecho y bosque mixto lo que indica que estos suelos están pobres con respecto a la fauna del sub suelo, al indicar los sistemas como pastizales son aquellos terrenos que son cultivados ya sea de manera natural o artificial con pasto de forma abundante para la alimentación o subsistencia del ganado vacuno y caprino se dan con mayor facilidad en zonas tropicales por su privilegiada ubicación y en la zona rural es donde generalmente se dedican a este rubro.

Se puede observar que en el sistema de cultivo y el tipo de suelo que posee el bosque mixto la densidad de los organismos es de 43 individuos m² la cual supera al resto de sistemas, ya que es el sistema, en el cual se concentró la mayor cantidad de la población por muestra obtenida, bosque mixto describe aquellos suelos o ecosistemas que no son perturbados con abundante y variada vegetación, son terrenos con diversidad en flora y fauna, los cuales poseen arboles de pinos de las diferentes especies, *Pinus spp* , *Encino*, *Quercus spp*. en su mayoría, los que ayudan al medio ambiente. Este es un dato relativamente bajo con respecto al que se obtuvo en el estudio realizado en los bosques de la Amazonia Peruana, ya que se presentó una incidencia de 618 individuos/m² estudiados por Pashanasi B (2001)

En última barra de la figura 5 muestra la concentración de organismos presentes, en barbecho, encontrándose un total de 30 individuos/m² Barbecho es más una técnica la cual consiste en dejar la tierra sin cultivar por uno o varios años con el objetivo de almacenar materia orgánica y humedad de esta forma recuperar los suelos. A la vez se evita la

proliferación de patógenos ya que se espera que termine su ciclo sin poder renovarse por la falta de hospederos. Según los datos obtenidos, en barbecho la densidad poblacional es relativamente alta.

Este análisis concuerda con el estudio que se realizó por Beto Pashanasi 2001, y Pauli, N. 2008 debido a que las densidades poblacionales que se presentaron en menor densidad poblacional en suelos que poseen cultivos (cultivos anuales), ya que estos suelos son susceptibles y sometidos a agentes químicos en el proceso de manejo más la perturbación que estos poseen al ser roturados o quemados por el hombre.

5.1.3 Biomasa de la macrofauna en los suelos

La biomasa de la macrofauna actual en los suelos de acuerdo al sistema de producción o tipo de cobertura que poseen los suelos representa la abundancia de individuos estos con respecto al tamaño y peso total de estos (Figura 6).

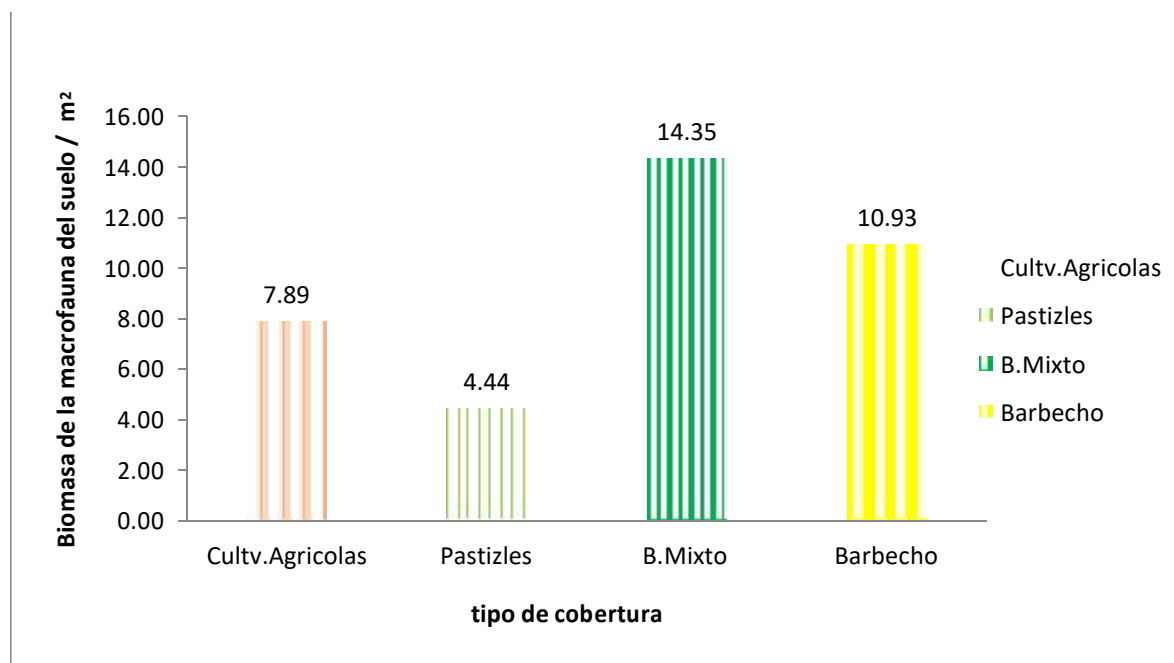


Figura 6 Biomasa obtenida de la macrofauna en el suelo de los diferentes sistemas de producción en la parte media de la subcuenca del Río Mocal.

De acuerdo con lo que indica la Figura 6 el total de biomasa que se obtuvo de los organismos del suelo en los cultivos agrícolas fue de 7.89 g/m^2 siendo un sistema de los que presento la riqueza más baja de biomasa con respecto a los diferentes tipos de sistemas que fueron evaluados,(barbecho 10.93 g/m^2 , bosque mixto 14.35 g/m^2 , y pastizales 4.44 g/m^2) En los suelos de la Amazonia peruana presentó este tipo de cobertura $32,4 \text{ g/m}^2$ valor mucho más alto.

La biomasa que se obtuvo de la macrofauna en los suelos cubiertos por pastizales está en el segundo datos más bajo de los sistemas evaluados ya que este alcanzó un total de 4.4 g/m^2 siendo inferior a la biomasa de los organismos que se encuentran bajo cobertura de cultivos agrícolas, lo que indica en este sistemas que el peso y número de población no fue reducido ya que las condiciones actuales del suelo no son favorables para que los individuos obtengan un peso superior al actual, presentando un valor más alto en los pastizales evaluados en la Amazonia Peruana ya que estos presentaron 111.6 g/m^2 .

Los suelos con cobertura de bosque mixto presento un valor bajo en comparación con los otros tres sistemas estudiados obteniendo este un total de 14.35 g/m^2 , esto refleja que los individuos que tienen un índice intermedio de adaptación y por lo tanto se encuentran en cantidad y tamaño medios en este sistema de producción, siendo el tipo de cobertura más alta en Biomasa, los suelos de la Amazonia Peruana alcanzando 51.28 g/m^2 , por Pashanasi B (2001)

En cuanto a la biomasa en sistema de Barbecho se presentó un total de 10.93 g/m^2 , siendo este el peso intermedio y segundo más alto de los valores entre los cuatro sistemas que fueron estudiados, lo cual demuestra que el desarrollo de los organismos en este sistema de cultivo presenta un tamaño y peso mayor.

La Biomasa en este estudio fue relativa con la densidad poblacional por lo tanto este estudio coincide con el estudio que se realizó por Beto Pashanasi 2001 y por Pauli, N. 2008 ya que las densidades poblacionales que se presentaron en menor densidad poblacional en suelos que poseen cultivos (cultivos anuales), ya que estos suelos son susceptibles y sometidos a agentes químicos en el proceso de manejo por ende la biomasa también fue baja.

5.2 Distribución vertical de la macrofauna del suelo y la densidad de la biomasa

Los parámetros de distribución de los taxones fueron relacionados con el uso actual y la profundidad del suelo, la mayoría de las diferencias encontradas entre la densidad y la biomasa fue en la hojarasca y en la capa superior del suelo o en los primeros 10 cm de profundidad, también se observó que es la capa que posee mayor cantidad de materia orgánica y por ende donde se concentró la mayor población de los individuos. En su mayoría los suelos son poco profundos alcanzando la capa arable un espesor inferior a los 30 cm, la densidad fue obtenida haciendo uso de la fórmula

$$\# / m^2 = \text{—————} \quad (\text{figura 7}).$$

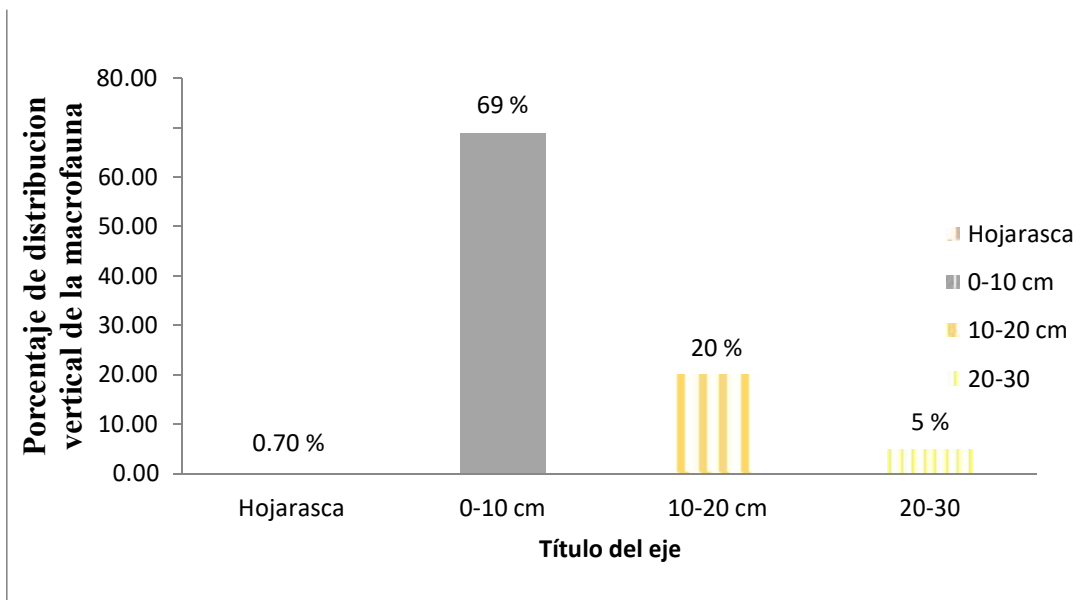


Figura 7 Distribución vertical de la macrofauna presente en los diferentes niveles evaluados del suelo.

Figura 7 Presenta un porcentaje de distribución de la macrofauna en cada uno de los estratos del suelo que fueron evaluados, presentando una incidencia poco representativa en la primera capa la cual corresponde a la parte superficial donde se presentan los organismos presentes en la hojarasca 0.70% y presentando una mayor incidencia el estrato de 0-10 cm de profundidad el cual representa un 69% , La capa que corresponde de 10-20 cm se distribuye un 20% siendo la segunda capa más poblada por macrofauna y la última capa que es la más profunda que se encuentra de 20-30 cm se encontró 5% fueron las que presentaron una densidad inferior a las primera capa de suelo, en la última capa de 20-30 fue escasa la presencia de organismos presentando tan solo un 5%, ya que las condiciones para que estos puedan sobrevivir son limitadas debido a que no todos los suelos alcanzan esta profundidad, la disminución de la densidad de la macrofauna del suelo disminuye a medida que aumenta la profundidad del suelo.

Según (Cervantes F. 2010) la mayor actividad de estos microorganismos se realiza desde la superficie del suelo, hasta unos 20 centímetros de profundidad. Sus colonias permanecen adheridas en las partículas del suelo y sobre las raíces de las plantas, ya que así les aportan sustancias orgánicas, que son utilizadas como alimento Cervantes F. (2010)

5.3. Métodos Jerárquicos de Análisis Clúster

Mediante el método jerárquico se formaron siete conglomerados los cuales poseen características similares entre si el dendrograma refleja siete conglomerados en la agrupación mediante un índice de similitud de 0.060 se reflejan los conglomerados o agrupaciones que se forman a través de un dendrograma (figura 8).

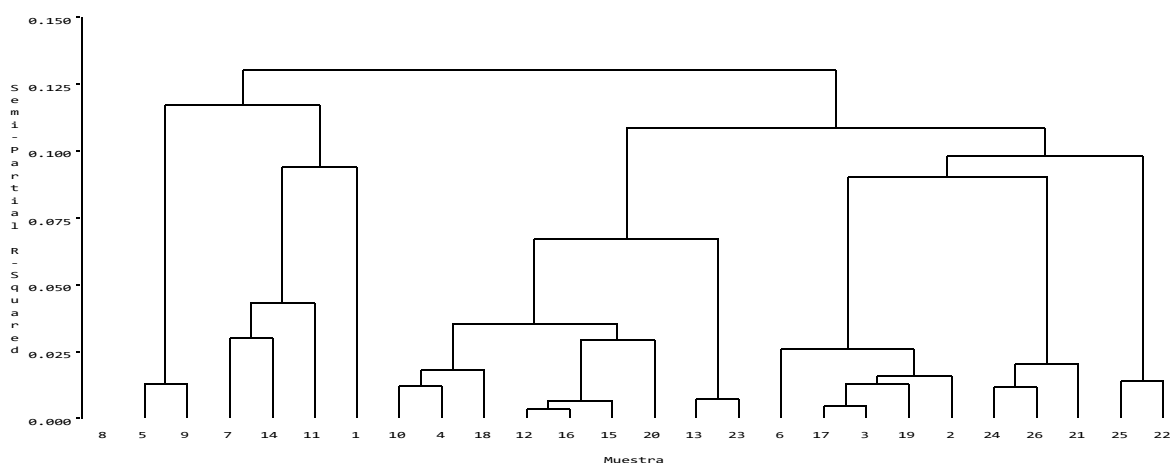


Figura 8 Clúster de los macro invertebrados presentes en las 26 muestras obtenidas del estudio de la macrofauna en la subcuenca del rio Mocal, en Tomalá, Lempira, Honduras.

Como se aprecia en la figura 8 el análisis multivariado agrupa variables que poseen cierta similitud entre si logrando la mayor homogeneidad a la vez obtener la mayor diferencia entre estos, a través del método jerárquico análisis de clúster en este estudio se agrupa las variables de biomasa y densidad de la macrofauna bajo la influencia de los usos de suelo y los gradientes de altitud pH, Materia Orgánica, uso del suelo, individuos/ m^2 , Peso/ m^2 y Textura del suelo en la zona bajo estudio, el primer y más amplio conglomerado está comprendido por las muestras de 10 a 20 los cuales poseen una densidad poblacional de 10

a 23 ind.m⁻² y un contenido de biomasa, de 1.79 a 5.46 g/ m² situado en el centro del dendrograma este presenta el uso de suelo en común; cultivos agrícolas, con un pH muy similar que oscila entre 4.9 y 5.3, las cuales presentan una similitud entre sí, y se encuentran en altitudes de 531 a 885msnm.

El segundo conglomerado está constituido por las muestra de 6 a 2 (parte derecha del dendrograma) presentaron similitud en cuanto a la textura ya que tienen en común suelos arenosos y una densidad poblacional de 17.88 a 17.86 ind.m² y con biomasa muy variada de 3.64 a 13.93 g/m² presentaron pH de 5.4 a 6.4 y estas se distribuyen en una altitud de 780 a 1122 msnm, el tercero está compuesto por las muestras por las muestra de 24 a 21 (parte derecha del dendrograma) el uso de suelo en común fueron cultivos agrícolas, además fueron similares en cuanto al pH 4.9 a 5.3 y una población densidad de 32.8 a 43.57 y biomasa de 12.54 a 18 g/ m² el pH se encuentra entre 4.5 a 5.1 y el tipo de textura común fue Franco arenoso estos se presentan en altitudes 910 a 1002 msnm.

El cuarto conglomerado (situado a la izquierda del dendrograma) está comprendido por las muestras de 7 a 11 son los cuales poseen una densidad poblacional de 41.07 a 64.64 ind.m² y un contenido de biomasa, de 12.54 a 21.50 g/m² con un pH muy similar que oscila entre 6.1 a 5.6 y 6.2, las cuales presentan una similitud entre sí, y se encuentran en altitudes de 630 a 980 msnm. El quinto conglomerado 5 a 9 presento similitud en cuanto a la concentración de materia orgánica ya que se encuentran en 36.9 y 37.9 al igual el pH que poseen es de 6.1 y 6.7 y el tipo de uso del suelo que poseen en común son pastizales, estos poseen una densidad de organismos de 9.29 a 13.93 ind.m² y biomasa es de 1.86 a 2.32 g/m² presentes a una altura de 617 a 848 msnm este conglomerado es el que presenta menor densidad poblacional al igual que menor cantidad de biomas con respecto al resto de los clúster.

El sexto conglomerado (situado a la derecha del dendrograma) muestras 22 y 25 el tipo de uso de suelo común es el bosque mixto, es el quien presentó mayor cantidad tanto en densidad poblacional como en la concentración de biomasa, el cual presenta una densidad poblacional de 38.57 y 25 ind.m², con una biomasa de 14.41 y 7.14 g/m² posee un pH de 5 a 5.5, se encuentra a una altitud de 1222 a 1230 msnm.

Es preciso destacar que los conglomerados; el uno fue diferente al resto de conglomerados al igual que en la muestra 8 no tuvo ninguna similitud con ninguno de los clúster que se presentaron.

De acuerdo con las correlaciones entre las variables de la macrofauna uso de suelo, pH, Materia Orgánica y altitud, los valores que se acercan a 1 significan una mayor correlación ó asocio (Cuadro 3). La densidad se relaciona con un máximo nivel de significancia con el peso de los individuos de forma positiva ($r= 0.93$), con la cobertura ó uso de suelo y la altitud no es significativa, ya que los valores son bajos. Sin embargo la presencia de materia orgánica se correlaciona de forma positiva con el pH ($r=0.59$), con la cobertura hay un asocio positivo de menor grado ($r= 0.24$) y la altitud se correlaciono de forma positiva con respecto a la densidad y biomasa de los organismos ($r= 0.5$).En cuanto a la altitud y cobertura del suelo no existe una correlación significativa ($r= 0.0006$) y la textura es un asocio que se correlaciono de forma negativa con el resto de las variables.

Tabla 3 Correlaciones entre los factores y variables en el estudio de la macrofauna del suelo.

Correlaciones							
	Altitud	Ph	Mat orgánica	USO	Individ m ⁻²	Biomasa de indiv.	Textura
Altitud	1	-0.3	-0.25	-0	0.51	0.5067	-0.1027
Ph	-0.32	1	0.59	0.18	0.05	-0.0959	-0.4081
Materia organica	-0.25	0.59	1	0.12	-0.12	-0.1498	-0.2306
USO	-0.0006	0.18	0.12	1	0.24	0.3156	-0.3029
Individuos.m ⁻²	0.51	0.05	-0.12	0.24	1	0.9309	-0.3719
Biomasa de indiv.	0.51	0.05	-0.1208	0.24	1	0.9309	-0.3719
Textura	-0.1027	-0.4	-0.2306	-0.3	-0.3719	-0.3643	1

5.4 Distribución de la macrofauna en el municipio de Tomalá

El sitio donde se realizó la investigación presenta un amplio rango en cuanto a pisos altitudinales desde los 531 a 1312 msnm lo que favorece para que se genere una diversidad de organismos en diferentes ambientes, haciendo énfasis en la presencia de macrofauna del suelo se detalla la distribución de los organismos en varias categorías de rangos en toda la zona con influencia del municipio de Tomalá (Figura 9)

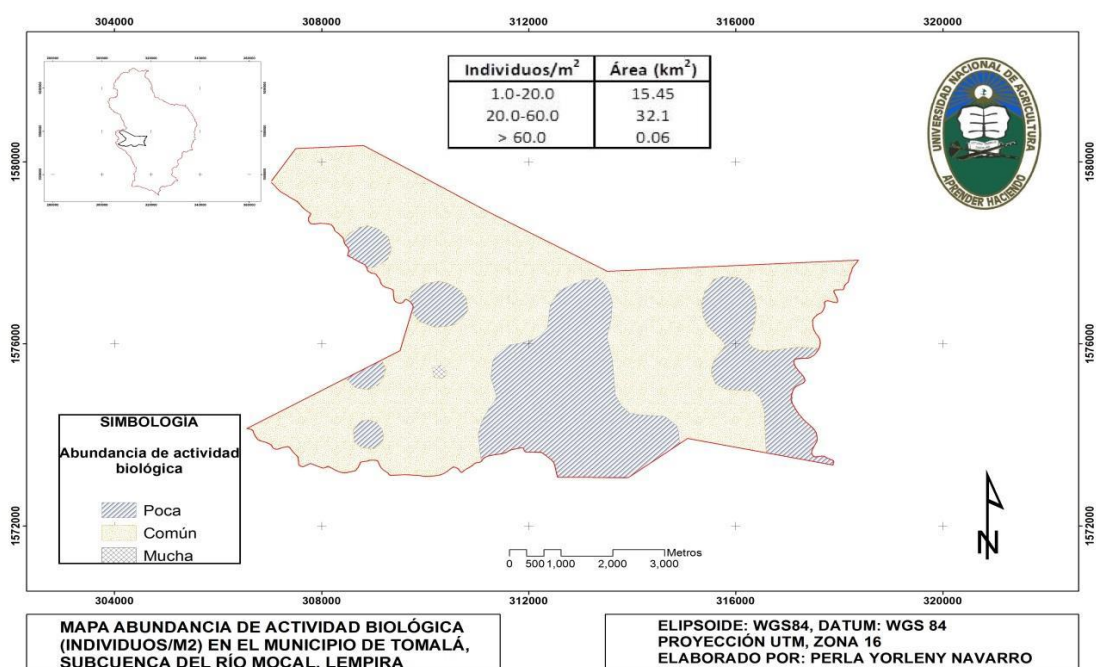


Figura 9 Distribución espacial de la densidad poblacional en el municipio de Tomalá, Lempira.

En la figura 9 se presentan los organismos con poca distribución 1-20 ind.m⁻² distribuyen a una pequeña parte del municipio, las que se concentran en las comunidades de San Marquitos, Planes, Aceitunito, San Pablo Consolación Y santo Domingo, San y Cristóbal que es de 15.45K² (Anexo 7). La presencia común de organismos que fue de 20-60 ind.m⁻² siendo esta categoría con la más alta distribución en la parte media de la subcuenca siendo un área de 32.1 km² ya que se extiende casi por todo el municipio. La frecuencia de aquellos sitios con mucha densidad es < 60 individuos/ m²-esta categoría presento mínima presencia en las comunidades de Copante y el área urbana del municipio que solo es 0.02 k².

Sin embargo la distribución espacial de biomasa de la macrofauna del suelo en esta zona presenta una distribución heterogénea en todo el municipio (Figura 10). Esta categorizada en rangos, y los valores bajos oscilan 0-5 g.m⁻² siendo este el segundo rango más encontrado ya que ocupa un área de 10.4 km² también está el rango de 5-10 g.m⁻² que está representada en un área aproximada de 27 km² siendo la el rango más encontrado en todos los usos de suelo y las diferentes altitudes en la zona caracterizada. Por otro lado, el rango de 10-15 g.m⁻² se encuentra agrupado en 9.3 km² siendo el tercer rango con mayor cantidad de biomasa, el rango de 15 a 20 g.m⁻² que ocupa un área de 0.9 km² y por último el rango con menor cantidad de biomasa que es el de < 20 g.m⁻² que solo ocupa 0.1 9.3 km²

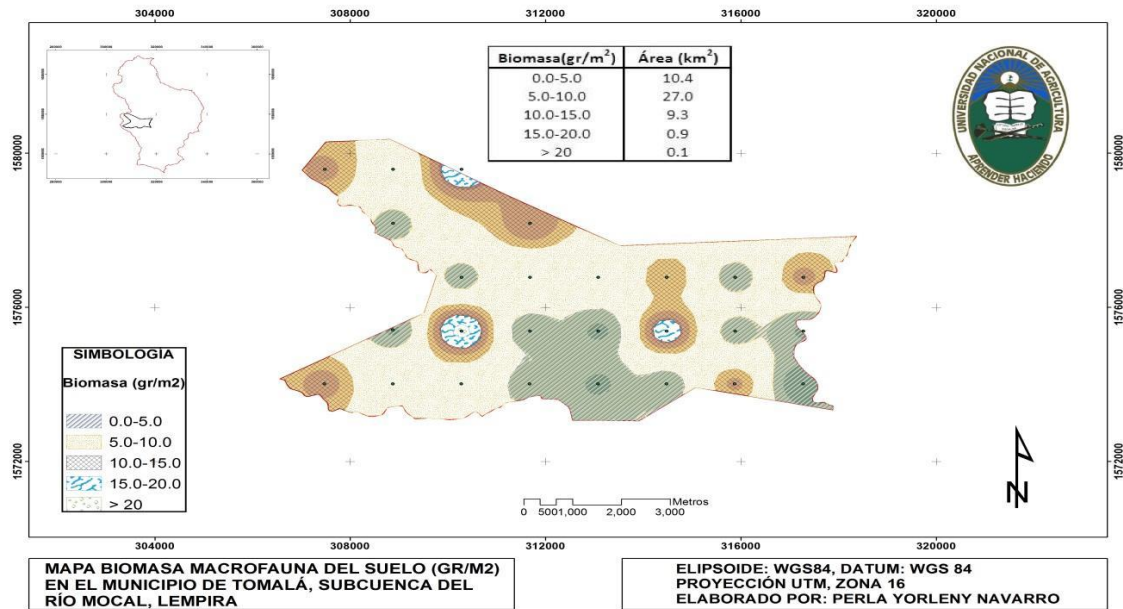


Figura 10 Distribución espacial de la biomasa de la macrofauna del suelo en el municipio de Tomalá.

VI. CONCLUSIONES

Los patrones de distribución de todos los taxones se relacionaron significativamente con la profundidad del suelo, y muchos de estos patrones de distribución también están estrechamente vinculados con el uso de la tierra y de temporada. La mayor densidad y los valores de biomasa se encuentran en la capa de suelo de 0-10 cm de profundidad. La capa superior del suelo fue biológicamente activa, en términos de la macrofauna.

Los diferentes tipos de cultivo/cobertura que fueron evaluados tuvieron una relación altamente significativa en cuanto a la densidad poblacional de la macrofauna presente en los suelos.

De acuerdo al análisis realizado con el método de clúster se concluye que existe una correlación altamente positiva en cuanto a la densidad de macrofauna y la biomasa de la misma, y una baja positiva con respecto al uso de los suelos, sin embargo no existe correlación con el resto de las variables evaluadas.

De acuerdo con el análisis Clúster los organismos se agruparon en tres grandes grupos que son de organismos los Oligochaeta e Hymenoptera 51% y 18% del total de individuos, y el 31% corresponde al resto que fue una diversidad poco representativa de diferentes familias de organismos, lo que obtuvo una relación significativa en cuanto a las diferentes profundidades del suelo que fueron evaluadas.

VII. RECOMENDACIONES

Proseguir con este tipo de estudios a fin de identificar los factores que interfieren en la salud de los suelos ya que este estudio describe aquellas especies que pueden ser nocivas o saludables tanto para los suelos como para los cultivos de la zona.

Emplear estrategias para reducir la continua proliferación de algunas especies que son dañinas en grandes cantidades como lo es la *Phyllophaga spp.* Ya que es una de las especie que se encuentra en mayores cantidades;

En próximos estudios, incrementar el número de puntos de muestreo en fincas, parcelas agrícolas, y bosques, con el fin de tener mayor confiabilidad de los datos.

Con fines de control se debe iniciar los muestreos de *Phyllophaga spp.*, cuando está inicia la colonización de los cultivos paralelo al ciclo de vida, para establecer técnicas de control inmediata.

Evaluar experimentalmente los impactos que tienen los métodos de control de *Phyllophaga spp.* en áreas boscosas y parcelas agrícolas, debe continuar apoyando especialmente a los productores de granos básicos, porque además de ser una de las actividades que genera ingresos a la población que radica en el área rural, es un beneficio directamente para toda la población en general, el control en parcelas con cultivos agrícolas evita daños en la producción y por ende en las pérdidas económicas.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Alvarez, C., H.Gizzi, A,Manetti l.; Lopez A.; Clemente N.; Studdert P. 2009. Caracterización de la meso y macrofauna edáfica en sistemas de cultivo del Sudeste Bonaerense. Ciencia del suelo. vol.27 no.1.Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Bolstad, P. (2005) GIS Fundamentals: A first text on Geographic Information Systems, Second Edition. White Bear Lake, MN: Eider Press, 543 p disponible en: [www.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Informacion_Geográfica](http://www.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Informacion_Geografica).

Chamorro, C. 1990. Las lombrices de tierra (macrofauna) en correlación con las características químicas del páramo de Sumapaz. En: Biología de suelos. Investigaciones Subdirección Agrológico. Vol. 2 N°. 1. IGAC -Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. pp. 21-45.

David E. *et al* .Manual de biología de suelos tropicales.

Del Cid, JR, Walker, I; Sauzo, J; Martell,. 1998. Fortaleciendo las perspectivas para el desarrollo sostenible en América Central. Caso Honduras. Fondo Mundial de la Naturaleza (WWF), FUMANITAS. Tegucigalpa, Honduras

FAO (Organización de las naciones unidas y la Alimentación) 1989 leyenda Revisada del mapa Mundial de Suelos. FAO, Roma, Italia. Consultado (en línea) el 12 de abril de 2013 Disponible en la web <http://www.met.igp.gob.pe/proyectos/incagro/datos/manual.pdf>.

Fernández. R.A 1992. Planeta Azul, Planeta Verde. Prensa Científica, Universidad de Oviedo,(en línea) disponible en:
<http://www.unioviedo.es/chely/CHELY/docencia/Lecciones/Suelos.%20Lec%206.pdf>.

Figueras, S.2001:"Análisis de conglomerados o cluster", [en línea] *5campus.org, Estadística* <http://www.5campus.org/leccion/cluster>

Ibáñez 2007 Funciones de los Organismos del suelo la biot edáfica FAO soil biodiversity Portal, disponible en línea <http://www.madrimasd.org/blogs/universo>.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).1986. Acción pedobiológica de la mesofauna en algunos suelos de la Orinoquia. En: Diagnóstico geográfico nororiente del Vichada. Vol. 5.2: Suelos. IGAC. Bogotá. pp: 60-92.

Instituto Geográfico Nacional .1999.segundoanuario estadístico de honduras. Caracterización de geografía y ambiental. Tegucigalpa-Comayagüela. Honduras, Volumen .120p.

Kerlei Eniele Sonaglio 2009 Universidad Federal de Rio Grande del Norte Brasil Liane da Silva Bueno 2009 CEDUP-Florianópolis Brasil Zonificación, ocupación y uso del suelo por medio del Sig disponible en <<http://www.scielo.org.ar/>.

Ramírez N. 2012. Caracterización de los sistemas de producción de cultivos y determinación de la capacidad de uso de los suelos, tesis Ingeniero Agrónomo, Catacamas Olancho, Honduras, Universidad Nacional de Agricultura.

Pauli, N.2008. Influencias ambientales sobre la distribución espacial y temporal de la macrofauna del suelo en pequeñas explotaciones agroforestales del oeste de Honduras. Tesis Ph.D. School of Hearth and Geographical Sciences. The University of Western Australia. 333 p

Pashanasi, B.2001. Estudio Cuantitativo de la Macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la Tierra en la Amazonia Peruana. Tesis Ph.D. VOL. 12 (1-2).

Situación ambiental en honduras citado en (2011, 07). Situación Ambiental En Honduras. Buenas Tareas.com. Recuperado 07, 2011, de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Situacion-Ambiental-En Honduras/2532876.html>.

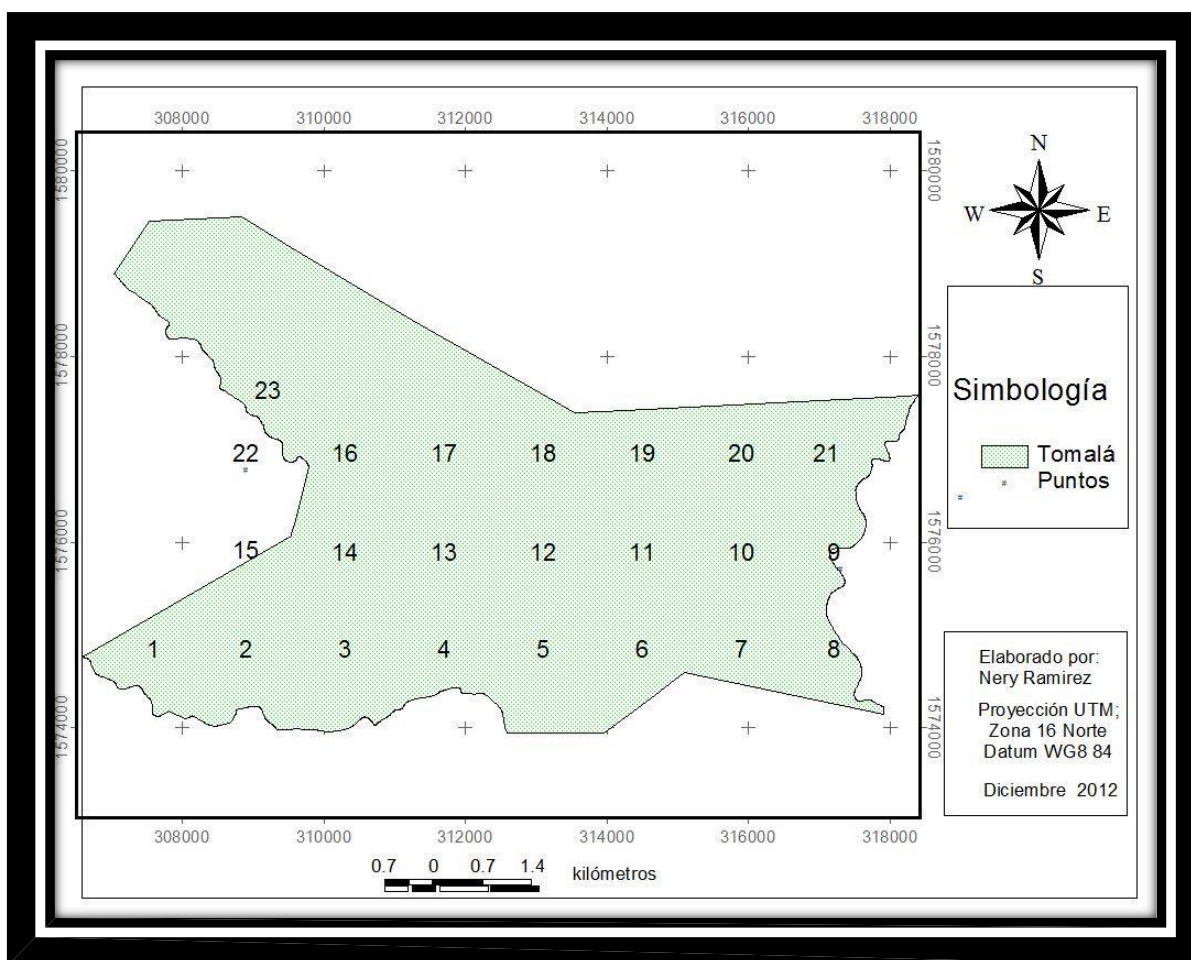
Swift, MJ; Bignell, DE; Moreira, FM; Huising, EJ. S.f. El inventario de la biodiversidad biológica del suelo: conceptos y guía general (en línea). Consultado el 15 may. 2013. Disponible en la web: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/667/cap1.pdf>.

Vargas, J. R. 1999. Sistema de gestión y Ordenamiento Territorial a través de la Teledetección y Sistemas de Información Geográfica para el Municipio de Cercado Cochabamba. Tesis de grado Ing. Agr. FCA y P. UMSS. 5-15 p.

WRI - World Resources Institute (1997) “Banco de textos sobre desenvolvimento sustentável. Gestão ambiental urbana aplicável a parcelamentos urbanos no Distrito Federal”. 1997. Disponible en: <http://www.unilivre.org.br/centro/textos/Forum/gaudf.htm>. Visitado el 10 de julio de 2005

ANEXOS

Anexo 1 Mapa de cuadrícula para la ubicación de los puntos de muestreo



Anexo 2 puntos muestreados en Tomalá

Tomalá ,Lempira			coordenadas	
Código	Lugar	Profundidad/cm	X	Y
T01	TOMALA,TOMALA	30	307476.241719	1574013.220925
T02	HORCONCILLOS	38	308876.241719	1574013.220925
T03	SAN MARQUITOS	41	310276.241719	1574013.220925
T04	SAN MARCOS-PLANES	18	311676.241719	1574013.220925
T05	SAN PABLO DE CONSOLACION	27	313076.241719	1574013.220925
T06	SANTO DOMINGO	30	314476.241719	1574013.220925
T07	SANTO DOMINGO	20	315876.241719	1574013.220925
T08	SAN CRISTOBAL	63	317276.241719	1574013.220925
T09	SAN CRISTOBAL	44	317281.886745	1575381.463807
T10	SAN CRISTOBAL	34	315881.886745	1575381.463865
T11	SAN CRISTOBAL	25	314481.886745	1575381.463807
T12	SAN MARQUITOS	41	313081.886745	1575381.463807
T13	SAN JUAN	19	311681.886745	1575381.463807
T14	COMPANTE	16	310281.886745	1575381.463807
T15	SAN LORENZO	33	308876.241719	1575413.220925
T16	SAN LORENZO	30	310281.886745	1576781.463807
T17	san lorenzo	27	311681.886745	1576781.463807
T18	SAN PABLO DE CONSOLACION	42	313082.886745	1576781.463807
T19	LA SOLEDAD DEL MORRO	55	314481.886745	1576781.463807
T20	ACEITUNITO	33	315881.886745	1576781.463807
T21	SAN LORENZO	38	317281.886745	1576781.463807
T22	ALDEA NUEVA-AZACUALPA	58	311681.884765	1578181.463807
T23	AZACUALPA	45	310281.886745	1578181.463807
T24	EL CERRON	44	308881.886745	1578181.463807
T25	AZACUALPA	85	307481.886745	1579581.463807
T26	ZAPOTE	65	308881.886745	1579581.463807
T27	AZACUALPA	73	310281.886765	1579581.463807

Anexo 3 Encuesta para caracterizar la macrofauna en los diferentes niveles del suelo
Universidad Nacional de Agricultura (UNA).

Trabajo de Tesis
Tómala, Lempira, Honduras, C.A **CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA**
DE SUELOS SEGÚN SU USO Y DIFERENTES PISOS
ALTITUDINALES

Datos a considerar para:

Fecha: _____ **Número de punto:**

Altura: _____ **Precipitación de la fecha:** _____

Uso del suelo: _____

Numero de especímenes encontrados en:

Hojarasca: _____ **0- 10 cm:** _____ **10-20 cm:** _____ **20-30 cm:** _____

Total: _____

Peso total (g) de los individuos por capa del monolito:

Hojarasca: _____ **0- 10 cm:** _____ **10-20 cm:** _____ **20-30 cm:** _____

Total: _____

Descripción de especies y número de individuos / especie:

Capas donde se encontraron las lombrices (no.):

Superficie: _____ **sub superficie:** _____ **horizontes profundos:** _____

Observaciones de actividad biológica: _____

Anexo 4 Inventario de clasificación de los individuos presentes

No.	Clase	Orden	Código por orden	Familia	Código por familia	Especie	Nombre común	3	2	4	1	Total
1	Insecta	Coleoptera	1-A	Lampiridae	1-Aa	<i>Lampyris noctiluca</i>	Luciérnaga	0	0	1	0	1
2		Coleoptera	1-A	Coccinellidae	1-Ab	<i>Epilachna spp.</i>	Mariquita	3	8	0	0	11
3		Coleoptera	1-A	Carabidae	1-Ac		Escarabajos	1	2	0	2	5
4		Hemiptera	2-B	Pentatómidae	2-Ba	<i>Disdercus sp</i>	chinche	0	0	0	4	4
5		Dermaptera	3-C	Forficulidae	3-Ca	<i>Forficula spp.</i>	Tijerilla	0	0	0	2	2
6		Lepidoptera	4-E	Pieridae	4-Ea	<i>Pieris sp.</i>	mariposa	0	6	4	8	18
7		Lepidoptera	4-E		4-Eb		gusano verde peludo	0	4	0	0	4
8		Lepidoptera	5-F	Geometridae	5-Fa	<i>Geometra spp.</i>	Gusano medidor	0	0	0	2	2
9		Orthoptera	6-G	Acrididae	6-Ga	<i>Melanoplus spp.</i>	saltamonte	0	5	0	4	9
10		Orthoptera	6-G	Tettigonidae	6-Gb	<i>Tettigonia viridissima</i>	Esperanzas	0	1	0	0	1
11		Orthoptera	6-G	Gryllidae	6-Gc	<i>Gryllus sp</i>	Grillo	2	1	0	5	8
12		Hymenoptera	7-H	Formicidae	7-Ha	<i>Solenopsis sp</i>	Hormigas	10	22	4	57	93
13		Hymenoptera	7-H	Formicidae	7-Hb	<i>Atta sp</i>	Zompopo	0	0	2	1	3
14		Hymenoptera	7-H	Apidae	7-Hc	<i>Apis sp</i>	Abeja	0	0	0	3	3
15		Homoptera	8-I	Cicadellidae	8-Ia	<i>Empoasca kraemeri</i>	Lorito verde	0	2	0	0	2
16		Diptera	9-J	Muscidae	9-Ja	<i>Musca sp.</i>	Mosca	0	4	0	0	4
17		Isóptera	10-K	Termitidae	10-Ka	<i>Psammotermes allocerus</i>	Termitas	0	0	0	10	10
18		Odonata	11-L	Libellulidae	11-la	<i>Libellula spp.</i>	Libelula	0	0	3	0	3
19		Phasmida	12-M	Phasmatidae	12-Ma	<i>Carausius morosus</i>	Insecto palo	0	1	0	0	1
20		Coleoptera	1-N	Scarabaeidae	1-Ad	Phyllophaga spp.	Gallina Ciega	2	3	12	35	52

Anexo 5 Inventario de clasificación de los individuos presentes

No.	Clase	Orden	Código por orden	Familia	Código por familia	Especie	Nombre común	3	2	4	1	Total
21	Oligochaeta	Haplotaxida	13-O	Lumbricidae	13-Oa	<i>Lumbricus terrestris</i>	Lombriz de tierra	28	44	51	148	271
22		Haplotaxida	13-O	Lumbricidae	13-Ob	<i>Lumbricus terrestris</i>	Huevo Lombriz de tierra	0	0	4	11	15
23	Chilopoda	Geophilomorpha	14-P	Himantariidae	14-Pa	<i>Haplophilus subterraneus</i>	ciempies	0	0	0	1	1
24	Arachnida	Araneae	15-Q	Araneidae		<i>Araniella sp.</i>	Arañas	0	0	0	3	3
25	Amphibia	Anura	16-R	Bufonidae		Bufo	sapo	0	1	0	0	1
Total de organismos								46	104	81	296	527
Promedio								1.84	4.16	3.24	11.84	
Total de muestras								2	7	3	14	26

Anexo 6 Resultado de biomasa de los individuos

#	coordenadas		Uso actual del suelo	Altitud/ msnm	peso (g) de organsm / Hojarasca	Peso (g) c/d capa monolito			Peso Total de indiv. (g)	Peso de indiv . (g)/m ²
	X	Y				0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm		
1	307476	1574013	1	1176	2	4	3	0	9.00	16.07
2	308876	1574013	1	1122	0.3	4	0	0	4.30	7.68
3	310276	1574013	1	871	0.2	3	1	1	5.20	9.29
4	311676	1574013	2	640	0.1	2	0	0	2.10	3.75
5	313076	1574013	2	617	0.2	1	0	0	1.20	2.14
6	314476	1574013	2	780	0.2	1.5	0.5	0	2.20	3.93
7	315876	1574013	1	799	0.1	6	1	0	7.10	12.68
8	317276	1574013	2	1020	4	0	0	0	4.00	7.14
9	317282	1575381	2	848	1	1	0.1	0	2.10	3.75
10	315882	1575381	1	531	0.2	2	0.1	0	2.30	4.11
11	314482	1575381	3	630	0.2	8	2	0	10.20	18.21
12	313082	1575381	1	715	0	1	0	0	1.00	1.79
13	311682	1575381	1	910	0	1.5	0	0	1.50	2.68
14	310282	1575381	4	980	0.2	7	3	2	12.20	21.79
15	308876	1575413	1	781	0.1	1	0.2	0	1.30	2.32
16	310282	1576781	1	885	0.2	1.5	0.5	0	2.20	3.93
17	311682	1576781	1	997	0.2	3	1	0	4.20	7.50
18	313083	1576781	2	650	0.3	3	0	0	3.30	5.89
19	314482	1576781	2	962	14	5	0	0	19.00	33.93
20	315882	1576781	3	630	0.1	2	0	0	2.10	3.75
21	317282	1576781	1	1279	0.3	4	3	0.1	7.40	13.21
22	311682	1578181	4	1230	0.1	5	3	0.01	8.11	14.48
23	308882	1578181	1	1002	0.5	2	0	0	2.50	4.46
24	307482	1579581	1	1216	0.1	6	1	0	7.10	12.68
25	308882	1579581	4	1222	0	3	1	0	4.00	7.14
26	310282	1579581	1	1312	0.4	8	2	0	10.40	18.57
Peso Total					25.00	85.50	22.40	3.11	136.01	
Promedio					0.96	3.29	0.86	0.12	5.23	9.34
Porcentaje					18.38	62.86	16.47	2.29		
desviación estándar					2.79	2.27	1.10	0.43		
Error estándar de desv. estándar					0.55	0.45	0.22	0.08		
Peso/m²					1.72	5.87	1.54	0.21		

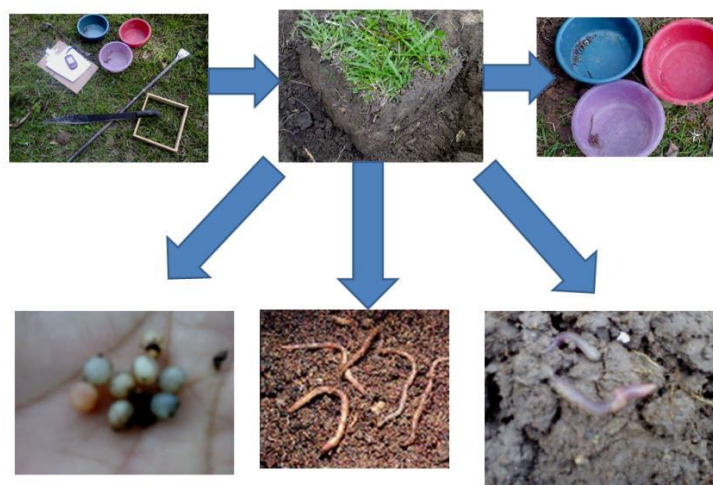
Anexo 7 Resultado de densidad de los individuos

N° punto	Total de individuos / hojarasca	# Indiv. encontrados en el suelo			Total	# Indvi./m ²
		0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm		
1	10	20	12	0	42	75.00
2	6	9	0	0	15	26.79
3	3	10	3	3	19	33.93
4	7	5	0	0	12	21.43
5	6	4	0	0	10	17.86
6	10	6	2	0	18	32.14
7	12	17	3	0	32	57.14
8	8	0	0	0	8	14.29
9	9	5	1	0	15	26.79
10	4	7	2	0	13	23.21
11	5	20	5	0	30	53.57
12	0	6	0	0	6	10.71
13	0	8	0	0	8	14.29
14	11	20	7	7	45	80.36
15	3	6	2	0	11	19.64
16	12	4	2	0	18	32.14
17	9	7	4	0	20	35.71
18	1	8	0	0	9	16.07
19	19	16	0	0	35	62.50
20	10	6	0	0	16	28.57
21	8	12	8	2	30	53.57
22	3	13	7	1	24	42.86
23	21	7	0	0	28	50.00
24	2	14	4	0	20	35.71
25	0	10	4	0	14	25.00
26	7	18	5	0	30	53.57
Gran Total	186	258	71	13	528	942.86
promedio	7.15	9.92	2.73	0.50		36.26
densidad	12.77	17.72	4.88	0.89		64.76
Desv. estándar	35.23	48.86	13.45	2.46		693.23
error estándar de la muestra						
	5.34	5.66	3.13	1.50		19.12
	1.05	1.11	0.62	0.30		3.76

Anexo 8 Términos que fueron estudiados en las diferentes categorías

N° punto	Altitud /msnm	Presencia de lluvia	Uso actual del suelo	Lugar	Clase Textural
1	1176	no hubo	Cultivo Agrícola	Tomala	Franco Arcilloso
2	1122	no hubo	Cultivo Agrícola	Horconcillos	Franco Arenoso Arcilloso
3	871	no hubo	Cultivo Agrícola	San Marquitos	Franco Arenoso
4	640	Día anterior	Pastizales	san marquitos - planes	Franco Arenoso
5	617	Día anterior	Pastizales	San Pablo, Consolación	Franco Arenoso Arcilloso
6	780	no hubo	Pastizales	Santo Domingo	Franco Arenoso
7	799	no hubo	Cultivo Agrícola	Santo Domingo	Franco Arenoso
8	1020	no hubo	Pastizales	San cCristobal	Franco Arenoso
9	848	Día anterior	Pastizales	San cCristobal	Franco Arcilloso
10	531	Día anterior	Cultivo Agrícola	San cCristobal	Franco
11	630	no hubo	barbecho	San Cristobal.	Franco Arcilloso
12	715	Día anterior	Cultivo Agrícola	San Marquitos	Franco Arenoso
13	910	no hubo	Cultivo Agrícola	San Juan	Rocoso
14	980	no hubo	bosque mixto	Copante	Franco Arenoso Arcilloso
15	781	no hubo	Cultivo Agrícola	San Lorenzo	Franco Arenoso Arcilloso
16	885	Día anterior	Cultivo Agrícola	San Lorenzo	Franco Arenoso
17	997	no hubo	Cultivo Agrícola	San Lorenzo	Franco Arenoso
18	650	no hubo	Pastizales	San Pablo, Consolación	Pedregoso
19	962	no hubo	Pastizales	La Soledad del Morro	Franco Arenoso Arcilloso
20	630	no hubo	barbecho	Aceitunito	Franco Arenoso Arcilloso
21	1279	Día anterior	Cultivo Agrícola	San Lorenzo	Franco Arenoso
22	1230	Día anterior	bosque mixto	Aldea Nueva-Azacualpa	Franco Arenoso Arcilloso
23	1002	no hubo	Cultivo Agrícola	el Cerron	Arcilla
24	1216	no hubo	Cultivo Agrícola	Azacualpa	Franco Arenoso Arcilloso
25	1222	Día anterior	Bosque Mixto	Zapote	Franco Arenoso
26	1312	Día anterior	Cultivo Agrícola	Azacualpa	Franco Arenoso

Anexo 9 Procedimiento en la toma de datos a nivel de campo



Anexo 10 Procedimiento en la toma de muestras a nivel de campo

