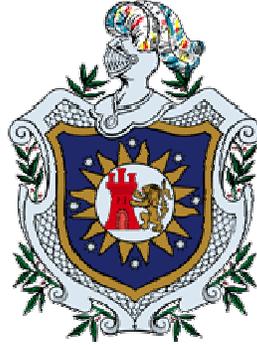


**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA – LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**INGENIERÍA EN AGROECOLOGÍA TROPICAL**



**EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE LA MACROFAUNA EN LAS FINCAS  
PLATANERAS CUERNO ENANO (AAB) EN LOS MUNICIPIOS DE LEÓN Y  
POSOLTEGA EN EL CICLO AGRICOLA 2014.**

**Integrantes:**

**Br. Wualia Valeska González Hernández**

**Br. Iris Marcela Hernández Díaz**

**Br. Socorro Del Carmen Espinales Llanes**

**Trabajo presentado como requisito previo para optar al título de Ingeniero en  
Agroecología Tropical**

**Tutores**

**M.Sc. Álvaro José Caballero Hernández**

**Lic. Mirna Del Socorro Ortiz Corrales**

**Asesora**

**Lic. Noelia Erlinda Cea Navas**

**Marzo del 2015**

## **DEDICATORIA**

Principalmente a Dios, por habernos dado la vida y fortaleza para permitirnos llegar hasta este momento tan importante en nuestra formación profesional. A nuestros padres quienes nos apoyaron tanto económicamente como moralmente todo este tiempo y nos alentaron con sus sabios consejos cuando parecía que nos íbamos a rendir, a nuestros hermanos, y amigos que han sido instrumento de fortaleza y sabiduría para cultivar un corazón noble en cada una de nuestras marchas; que con sus sabios consejos supieron guiarnos por sendero plano, fortaleciendo cada paso dado en este competitivo mundo.

A nuestros profesores, gracias por su tiempo, su apoyo así como todos los conocimientos que nos transmitieron en el desarrollo de nuestra formación profesional.

Hay otras personas que deseamos dedicarles este trabajo, quienes aportaron sin descanso todo este proceso de formación y que día a día esperaban ansiosos por escuchar sobre los pasos que íbamos dando.

**Wualia Valeska González Hernández**

**Iris Marcela Hernández Díaz**

**Socorro del Carmen Espinales Llanes**

## **AGRADECIMIENTO**

Al terminar nuestra investigación queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a Dios nuestro padre, quien nos guio y nos dio fortaleza para culminar nuestra investigación, enseñándonos el verdadero valor de la vida sobre la tierra.

Quisiéramos agradecer a nuestros Tutores M.Sc. Álvaro Caballero por brindarnos su ayuda y asesoramiento en todo el proceso de la investigación. Lic. Mirna Ortiz por su paciencia y tiempo para ayudarnos con la identificación de los insectos y asesora Lic. Noelia Erlinda Cea Navas por brindarnos tiempo para poder presentar nuestros resultados con más claridad y precisión.

A todos los productores del municipio de León Sr. Luis Ramos, Sr. Enrique Muños, Sr. Félix Ruiz, y a las cooperativas Chiquimulapa y el Trianon, integradas por los productores de los municipios de Posoltega Sr. Juan Palacios, Sr. Santos Ureña, Sr. Manuel Gutiérrez, Sr. Rene Bequiar, Sr. Borgen Chávez y Sr. Francisco Peralta, por su amabilidad, los cuales tornaron el trabajo mucho más especial y placentero.

Al Director Dr. Wilber Salazar que nos permitió trabajar en el Laboratorio de Entomología y Fitopatología de la UNAN-León brindándonos espacio e instrumentos para realizar la identificación de la macrofauna y procesar los datos para obtener nuestros resultados.

A nuestras madres y padres queridos, quienes nos han enseñado a no desfallecer ni rendirnos ante nada y siempre perseverar a través de sus consejos a ellos les debemos todo lo que somos. También agradecemos a todas las personas que confiaron en nosotras. De igual manera deseamos agradecer a las personas que no confiaron en nosotras, este trabajo demuestra que con sudor y sacrificio se pueden alcanzar los sueños que nos proponamos solo es cuestión de esfuerzo y no decaer ante los reveses.

**Wualia Valeska González Hernández**

**Iris Marcela Hernández Díaz**

**Socorro del Carmen Espinales Llanes**

# INDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	i
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	ii
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE CUADRO</b> .....	vii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	viii
<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	5
2.1. Objetivo General .....	5
2.2. Objetivos específicos .....	5
<b>III. HIPÓTESIS</b> .....	6
<b>IV. MARCO TEÓRICO</b> .....	7
4.1. Origen, taxonomía e importancia del cultivo de plátano en América Latina y el Caribe .....	7
4.2. Impacto socioeconómico del cultivo de plátano en Nicaragua .....	8
4.3. Limitaciones de los sistemas productivos de plátano en Nicaragua .....	10
4.4. Principales enfermedades del plátano .....	11
4.5. Importancia de los suelos tropicales en la producción de plátano .....	11
4.6. Impacto de la biodiversidad de la macrofauna en los suelos tropicales .....	12
4.7. Clasificación de la macrofauna y su importancia funcional .....	13
4.8. Principales grupos funcionales de la macrofauna edáfica .....	15
<b>V. MATERIALES Y METODOS</b> .....	22
5.1. Ubicación del estudio .....	22

5.2.	Tipo de experimento .....	22
5.3.	Ubicación de los lugares de muestreo.....	22
5.4.	Método de muestreo.....	23
5.5.	Identificación de la macrofauna:.....	25
<b>5.5.1</b>	<b>Fase de Laboratorio</b> .....	25
5.6.	Variables a medir .....	26
5.7.	Análisis de datos .....	30
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	31
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	46
<b>VIII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	47
<b>IX.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	48
<b>X.</b>	<b>ANEXO</b> .....	53

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Población total de los órdenes, familias y géneros encontradas y abundancia relativa total del número de individuos por metro cuadrado (número ind x m <sup>2</sup> ).....	32
Gráfico 2. Población total de los órdenes, familia y géneros encontrados y abundancia relativa total (número ind x m <sup>2</sup> ) de la macrofauna recolectada en los suelos de las fincas plataneras del municipios de León durante el mes de julio del 2014.....	33
Gráfico 3. Población total de los órdenes, familia géneros encontrados y abundancia relativa total (#ind*m <sup>2</sup> ) de la macrofauna recolectada en los suelos de las fincas plataneras del municipios de Posoltega durante el mes de julio del 2014.....	34
Gráfico 4. Índices Diversidad Margalef (Dmg.), Diversidad de Shannon-Wiener (SW), Dominancia de Simpson (S) y la equidad Pielou (J') según la riqueza específica y la abundancia relativa total (número ind x m <sup>2</sup> ) de la macrofauna recolectada en los suelos de las fincas plataneras de los municipios de León y Posoltega durante el mes de julio del 2014.....	36
Gráfico 5. Abundancia relativa total (número ind x m <sup>2</sup> ) por clasificación de los grupos funcionales de la macrofauna recolectada en los suelos de las fincas plataneras distribuidas en los municipios de León y Posoltega durante el mes de Julio del 2014.....	37
Gráfico 6. Abundancia relativa total (núemro ind x m <sup>2</sup> ) por clasificación de los grupos funcionales de la macrofauna recolectada en los suelos de las fincas plataneras del municipios de León durante el mes de Julio del 2014.....	38
Gráfico 7. Abundancia relativa total (número ind x m <sup>2</sup> ) por clasificación de los grupos funcionales de la macrofauna recolectada en los suelos de las fincas plataneras del municipio de Posoltega durante el mes de Julio del 2014.....	38
Gráfico 8. Índices de Diversidad Margalef (Dmg.), Diversidad de Shannon-Wiener (SW), Dominancia de Simpson (S) y la equidad Pielou (J') según grupo funcional, riqueza específica y la abundancia relativa total (número ind x m <sup>2</sup> ) de la macrofauna recolectada en los suelos de las fincas plataneras de los municipios de León y Posoltega durante el mes de julio del 2014.....	40
Gráfico 9. Abundancia total de las especies de lombrices e insectos Hymenopteras presentes en las fincas plataneras de los municipios de León y Posoltega en el mes de julio del 2014.....	40
Gráfico 10. Producción del número total de dedos por manzana en las fincas plataneras de los municipios de León y Posoltega en el ciclo anual del 2014.....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación entre las actividades de la macrofauna, las características edáficas y la productividad vegetal, representadas dentro del cuadro de interacciones biológicas y determinadas por los factores bióticos y abióticos (Brow, y otros, 2006).....	14
Figura 2. Parcela de 1000 metros cuadrados donde se extrajeron las muestras de macrofauna edáfica en los estratos de hojarasca y de 0-20 cm de profundidad a una distancia de 10 metros entre una estación de muestreo. ....	23
Figura 3. Estación de extracción de macrofauna edáfica en los estratos de hojarasca y de 0-20 cm <sup>2</sup> de profundidad en la parcela de 1000 metros cuadrados en las fincas plataneras de estudio.....	24
Figura 4. Ubicación del cuadro de madera con las dimensiones de 20x20x20 cm <sup>2</sup> para el proceso de extracción de la macrofauna en la hojarasca y de suelo en las fincas plataneras. ....	25
Figura 5. Proceso de identificación y caracterización de las morfoespecies presentes en los estratos de hojarasca y 0-20 cm de profundidad extraídos de las parcelas de estudio en las fincas plataneras de los municipios de León y Posoltega. En el Laboratorio de Entomología del Departamento de Agroecología. ....	26

## ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la macrofauna edáfica en filo, clase, subclase y orden (Brow, y otros, 2006).....	14
Cuadro 2. Fincas plataneras ubicadas en los municipios de León y Posoltega donde se llevó el estudio de la riqueza y diversidad de la macrofauna edáfica durante el año 2014. ....	22

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Correlación de Pearson de la producción de unidades de plátano Cuerno Enano (ABB) con la densidad por metro cuadrado de Lombrices y Hymenopteras en las fincas plataneras de los municipios de León y Posoltega en el mes de junio del 2014. ....	43
Tabla 2. Predicciones en base a los modelos de regresión obtenidos en las fincas plataneras de los municipios de León y Posoltega en el mes de junio del 2014. ....	45

## RESUMEN

La investigación se realizó durante el mes de junio del año 2014, en ocho fincas plataneras de los municipios de León y Posoltega, con el objetivo de evaluar la diversidad y la riqueza de la macrofauna edáfica en las fincas plataneras. Se tomaron cinco muestras de suelo en cada finca, en dos estratos (Hojarasca y de 0-20 cm de profundidad), siguiendo un diseño de muestreo completamente aleatorio. Para su extracción se utilizaron marcos de madera de dimensiones de 20 cm de largo por 20 cm de ancho, para señalar el punto muestreado con ayuda del equipo de extracción (pala). Posteriormente se realizó el tamizado de las muestras de suelo. Este tamizado tenía una dimensión de 4 mallas por pulgadas cuadradas. Con el fin de la separación manual de la macrofauna, colocando los insectos dentro de un frasco rotulado, codificado y preservados con alcohol al 70% y las lombrices preservadas con formalina al 4%. Estas muestras se trasladaron al Laboratorio de Entomología del departamento de Agroecología de la UNAN-León, para la debida identificación. De los dos estratos el que obtuvo mayor número de individuos fue el estrato de 0-20 cm de profundidad. Los valores máximos de densidad (ind x m<sup>2</sup>) para la macrofauna se registraron en las fincas del municipio de Posoltega, seguido del municipio de León. En cambio la riqueza es mayor en las fincas del municipio de León que en las fincas del municipio de Posoltega, la cual se expresa en los valores de los índices (Diversidad de Shannon-Wiener, Diversidad de Margalef, Equidad de Pielou y Dominancia de Simpson) Las prácticas de manejo promueven la presencia de residuos conjuntamente a la diversificación de especies vegetales que alojan comunidades más ricas, diversas y equitativas, con predominio del grupo funcional detritívoros en ambos municipios (León y Posoltega). Los géneros más abundantes encontrados fueron las Lombrices (*Oligochaeta*) e Hymenoptera (*Solenopsis*, *Leptothorax*, *Camponotus*, *Pheidole*) en la mayoría de las fincas, lo cual indicó la relación que a mayor número de Lombrices aumenta la producción y a mayor número de Hymenoptera disminuye la producción, demostrado en la correlación de Pearson con una confiabilidad del 95% y los modelos de regresión. Debido a la escasa información sobre la evaluación de la macrofauna del suelo sería de gran importancia y utilidad realizar este estudio en futuras investigaciones, poniendo especial énfasis en cada una de las etapas fenológicas del cultivo y tomando en cuenta las dos estaciones del año (verano e invierno).

## I. INTRODUCCIÓN

El plátano, de la combinación de *Musa acuminata* x *Musa balbisiana* representado por el juego cromosómico (AAB), representa una importante fuente de alimento indispensable en la canasta básica familiar y generadora de empleo en áreas rurales, por su establecimiento en las regiones tropicales y subtropicales de Latinoamérica y el Caribe. Su consumo se ha incrementado constantemente en los últimos años, por el crecimiento de la población y la consecuente demanda por más alimentos manejados de forma inocua y sostenible (Belalcázar, Rosales, & Espinoza, 2003; Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, 2004).

El plátano, banano y guineo poseen muy buena aceptación en el mercado de frutas frescas y agroindustria, razón que les provee alta importancia económica y de seguridad alimentaria en los países Centroamericanos. La siembra de las Musáceas en Nicaragua, son actividades generadoras de empleo desde la época de los 50 con el auge del banano (Beteta & Carcache-Vega, 2007).

Nicaragua dentro de su territorio de vocación agrícola, posee diferentes áreas que ofrecen condiciones que van desde las adecuadas hasta las óptimas para la siembra de Musáceas, con altas posibilidades de rentabilidad económica y de seguridad alimentaria; entre estas zonas se encuentran: Rivas, Granada, Carazo, Managua, León, Chinandega, Matagalpa, Jinotega, Nueva Segovia y zonas de la RAAN y RAAS (Beteta & Carcache-Vega, 2007; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2004).

Sin embargo, aunque Rivas tiene la mayor cantidad de área sembrada, son León y Chinandega las zonas que poseen las mejores condiciones agroclimáticas para la siembra de Musáceas como el plátano, banano y guineo, por las características edáficas y la abundancia del recurso agua (agua subterránea) para el establecimiento de explotaciones bajo riego (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2004; Beteta & Carcache-Vega, 2007).

La variedad de plátano (*Musa* AAB Simmonds) con mayor aceptación en Nicaragua es el Curaré Enano, el cual mantiene las mismas propiedades y características organolépticas y de proceso que otras variedades, pero posee altos rendimientos en campo, mayor cantidad

de dedos después del desmane, longitud y grosor aceptable al mercado y es de fácil manejo en campo. Su porte bajo permite implementar prácticas agronómicas que mejoran su eficiencia tales como acame y riego por goteo (Caballero, 2010).

El plátano se cultiva bajo diferentes sistemas de producción. Predominando los sistemas de asociados con diferentes sistemas alimenticios (maíz, frijol, ayote, papaya, piña, café y cacao). Pero los mayores beneficios se obtienen bajo el sistema de monocultivo con altas densidades y ciclos anuales (Rosales, Alvarez , & Vargas, 2008); que requieren de un constante suministro de productos agrícolas, para la protección contra organismos nocivos insectiles, fungosos, bacterianos, virales, nematodos y arvenses, necesarios para incrementar los rendimientos y la eficiencia de la producción, para lograr satisfacer la demanda de la frutas de calidad en los mercados nacionales, regionales e internacionales; integrando la conciencia ambiental y la rentabilidad del productor (Acuña & Ruiz, 1998; Teycheney, 2008; Aguilar, 2008).

Por lo tanto el manejo del cultivo es un importante componente para una producción exitosa. Sin embargo, las prácticas de manejo tienen que ser finamente ajustadas a las condiciones agroecológicas del suelo donde se realiza la producción, lo que requiere de un mejor entendimiento del funcionamiento del componente edáfico con sus interacciones físicas, químicas y biológicas; entre estas funciones se destacan: las estabilidad estructural del suelo, reciclaje, almacenaje y provisión de la materia orgánica y nutrientes, disponibilidad de agua en el suelo, regulación de plagas y enfermedades, albergue de la macrofauna y microfauna. Estas funciones de los suelos plataneros ha traído consigo la implementación necesaria de un conjunto de indicadores ecológicos y productivos que puedan diagnosticar, medir e inferir grupos de variables de fincas con diferentes grados de intensificación de una agricultura tradicional, convencional, en transición y orgánica en distintas comunidades, municipios y departamentos (Pattison, 2008).

Es importante destacar que los suelos son sistemas vivos con interacciones multifuncionales entre las plantas y las comunidades de macrofauna del suelo que constituye la base de un ecosistema natural. La macrofauna influye en los sistemas rizosferica de las plantas de plátano en los sistemas agrícolas, respondiendo a cambios constantes en el uso de suelo por las prácticas de manejo y a fenómenos natural ocurrido en

su entorno. Bajo esta perspectiva los estudios de fertilidad en suelos plataneros deberán incluir el componente de macrofauna, no considerado hasta ahora, como un indicador para evaluar el efecto de las prácticas culturales o el estado de la salud del suelo por medio del grado de perturbación de las poblaciones en su riqueza, abundancia y roles ecológicos en las cadenas tróficas que mantienen la fertilidad de suelos (Rodríguez-Romero, Hernández , & Jaizme-Vega, 2008).

Fertilidad que responde al grado de materia orgánico ingerido significativamente por la acción que desarrollan los invertebrados. Esta suma de ingestión y deyecciones que realizan la macrofauna en el suelo, representa millones de toneladas de tierra enriquecida, aireada y mezcla en el perfil de un suelo productivo y dinámico (Lavelle & Kohlmann, Estudio cuantitativo de la fauna del suelo en la Región de Laguna Verde, Veracruz, 1984). Que es muy dependientes de las prácticas agronómicas realizadas en las fincas plataneras, con mayor o menor intensificación ecológica.

El presente estudio tiene como finalidad evaluar la diversidad y abundancia de la macrofauna en las fincas plataneras de Occidente principalmente entre los municipios de León y Posoltega. Donde se llevó a cabo una diversidad de prácticas agrícolas que se mezclan entre agroquímicos, orgánicos y biológicos que inciden sobre la dinámica poblacional de la macrofauna a nivel de hojarasca, y en los primeros 20 cm de profundidad de los suelos y en la zona rizosferica en condiciones agroclimáticas de poca y mucha agua durante todo el año.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

- Evaluar la diversidad de la macrofauna en cuatro fincas plataneras del municipio de León y cuatro fincas plataneras del municipio de Posoltega en el ciclo agrícola de 2014.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Identificar las poblaciones de macrofauna asociada a las cuatro fincas plataneras del municipio de León y cuatro fincas plataneras del municipio de Posoltega.
- Determinar la abundancia relativa y riqueza de la macrofauna asociada a las cuatro fincas plataneras del municipio de León y cuatro fincas plataneras del municipio de Posoltega.
- Comparación de los rendimientos productivo en cuatro fincas plataneras del municipio de León y cuatro fincas plataneras del municipio de Posoltega.

### **III. HIPÓTESIS**

- Ho: La diversidad y riqueza de la macrofauna presentes en la hojarasca y suelo de las fincas plataneras son iguales en los municipios de León y Posoltega.
- H<sub>1</sub>: La diversidad y riqueza de la macrofauna presentes en la hojarasca y suelo de las fincas plataneras son diferentes en los municipios de León y Posoltega.

## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Origen, taxonomía e importancia del cultivo de plátano en América Latina y el Caribe

Los bananos y los plátanos modernos son originario de las regiones tropicales del sudeste asiático y pacífico occidental, donde sus antepasados diploides de frutos no comestibles llenos de semillas, todavía pueden ser encontrados en la vegetación natural de los bosques (Robinson & Galán, 2010; Tason, 2011) . En la América tropical del nuevo mundo, fue en Santo Domingo que se dio la primera introducción de plantas de banano desde las Islas Canarias en el año 1516, por el reverendo Fraile Tomás de Berlanga. En el periodo de 1500 a 1800 los bananos y plátanos se propagaron a toda América tropical, donde obtuvieron gran aceptación, lo que a su vez contribuyó a una rápida distribución. Este hecho ocasionó la creencia de que las musáceas podrían ser originarias de América (Tason, 2011) .

El plátano es una planta monocotiledónea y pertenece al orden Escitamineales, a la familia de las Musáceas, subfamilia Musoideae y tiene dos géneros Musa y Encete. Las especies más importantes dentro de esta familia son: Acuminata y Balbisiana (sección Eumusa género Musa), de donde por cruzamientos inter específicos han dado origen a la mayoría de los cultivares de plátano comestibles más importantes del mundo (Simmonds, 1962). La subfamilia Musoideae tiene dos géneros: el Encete al cual pertenecen numerosas plantas ornamentales y el Musa. Morfológicamente, la planta de plátano consiste de un sistema de raíces fibrosas, un cormo subterráneo y un falso tallo de baja lignificación (pseudotallo) que sostiene las hojas, flores y frutos.

El cormo es un tallo subterráneo en el ápice donde se encuentra el punto vegetativo o meristemo apical, a partir de los cuales surgen las raíces y el seudotallo. La forma del cormo está influenciada por la textura y estructura del suelo. El diámetro no excede los 30 cm. La consistencia suele ser carnosas debido a su alto contenido de parénquima.

Las raíces tienen forma de cordón y aparecen en grupos de 3 ó 4. Son de color blanco cuando emergen y a medida que aumenta la edad de la planta se tornan amarillentas y

duras. Su diámetro oscila entre 1 y 5 mm. En suelos fértiles, bien drenados y profundos, las raíces se pueden extender a 1.5 metros en profundidad y hasta 5 metros lateralmente y desarrollarse en los primeros 10 a 20 centímetros, razón de por qué no se deben realizar prácticas de laboreo profundo una vez que el cultivo se ha establecido. Las raíces se interrelacionan con la macrofauna y microorganismos como son las bacterias y micorrizas en beneficio mutuo, para lograr mayor capacidad en la absorción de agua, nutrientes y minerales esenciales (Belálcazar, 1998).

El seudotallo lo forman cada una de las hojas desarrolladas, casi el 95% está constituido por agua; es a través de éste que circulan los nutrientes, además, sirve para el sostén y desarrollo del fruto y hojas. Con alturas variables de 1 a 7 metros de altura y diámetro desde los 20 cm a 50 cm como máximo, la coloración del seudotallo difiere de una variedad a otra (Belálcazar, 1998).

Es importante destacar que las raíces y las hojas cumplen funciones vitales en el comportamiento fisiológico de la planta y estado fitosanitario de la misma. Dependiendo de la absorción de agua, elementos nutricionales de las solución del suelo y la actividad fotosintética, procesos estrechamente relacionados con la producción y rendimiento de un cultivar (Belálcazar, Rosales, & Pocasangre, 2003)

Los plátanos y bananos son uno de los principales cultivos dentro de los sistemas de producción agrícola en más de 120 países, donde constituye un alimento importante en la dieta básica de 400 millones de personas; con una producción de 104 millones de toneladas al año, en aproximadamente 10 millones de hectáreas distribuidas en África, América Latina y Asia; siendo el cuarto cultivo de importancia después del maíz, trigo y arroz (Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2004) .

#### **4.2. Impacto socioeconómico del cultivo de plátano en Nicaragua**

Los cultivos de banano, guineo y plátano (familia musácea) son rubros que se establecen, crecen, desarrollan y prosperan en ambientes tropicales y subtropicales con una alta capacidad productiva y competitiva en diferentes sistemas de manejo convencional, tradicional, orgánico y agroecológico en fincas de pequeños, medianos y grandes productores, con una comercialización local, nacional e internacional. Debido a estos

atributos productivos, competitivos, de manejo y su aceptación por ser una fruta con amplias virtudes nutricionales y sabor succulento ha contribuido a una buena aceptación en el mercado de frutas frescas y agroindustria, razón que les provee alta importancia económica y de seguridad alimentaria en los países centroamericanos (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2004). La siembra de las musáceas en Nicaragua, son actividades generadoras de empleo desde la época de los 50 con el auge del banano. Nicaragua dentro de su territorio de vocación agrícola, posee diferentes áreas que ofrecen condiciones que van desde las adecuadas hasta las óptimas para la siembra de musáceas, con altas posibilidades de rentabilidad económica o de seguridad alimentaria; entre estas zonas se plantean: Rivas, Granada, Carazo, Managua, León, Chinandega, Matagalpa, Jinotega, Nueva Segovia y zonas de la RAAN y RAAS (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2004).

En la zona de Rivas, el guineo al igual que la ganadería y la caña de azúcar por muchos años fueron de las actividades más fuertes en la generación de empleo y divisas a las familias productoras, pero la devastación de las plantaciones de guineo sucumbieron con llegada de la enfermedad Mal de Panamá causada por el patógeno *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* raza 2 (Ploetz R. , 2004; Ploetz R. , 2006), reduciendo las áreas de siembra, lo que provocó un abandono en la siembra de este cultivo, hasta inicios de 1990 en donde el plátano tomó el lugar del guineo tanto en la dieta como en la economía de numerosos grupos de familias campesinas y medianos agricultores, incrementándose hasta la fecha de manera progresiva las áreas de siembra (Beteta & Carcache-Vega, 2007).

Sin embargo, aunque Rivas tiene la mayor cantidad de área sembrada, son León y Chinandega las zonas que poseen las mejores condiciones agroclimáticas para la siembra de plátano, banano y guineo, por las características edáficas y la abundancia del recurso agua (agua subterránea) para el establecimiento de explotaciones bajo riego (Beteta & Carcache-Vega, 2007).

En la zona norte y central del país la producción de plátano y banano ha venido incrementándose de manera vertiginosa (Beteta & Carcache-Vega, 2007). Pero no de una forma extensiva, sino intensiva. Debido a suelos degradados y topografía irregular donde la presencia de plantaciones en monocultivo es precaria y hasta cierta manera nula. Siendo

una alternativa la diversificación ecológica de estos rubros de forma temporalmente y espacial con diseños intercalados, multiestratos, en franjas y en asociados con cultivos perennes, principalmente como sombra de cafetales lo que no representa un volumen interesante de producto comercial de alto ingreso. Logrando la seguridad y soberanía alimentaria en fincas de pequeños y medianos productores del norte y central. Sin embargo, poco a poco han venido apareciendo áreas con plantaciones comerciales de plátano y banano en sistemas de cultivos asociados o pequeñas unidades de producción monocultivista hacia la zona de Nueva Segovia (Beteta & Carcache-Vega, 2007).

El cultivo de plátano variedad cuerno enano (AAB) es un cultivo de alta rentabilidad, con aceptables índices de producción, calidad y márgenes de ganancias estables, representando un rubro alternativo de exportación en la región centroamericana como Honduras y Salvador procesándose la materia prima en fruta fresca y pelada, para la elaboración de diferentes productos transformados como: chips, tostones y tajadas de plátano verde, maduros horneados o fritos y harina de plátano para alimento infantil, otros países de destino de las exportaciones han sido Estados Unidos y Canadá, en donde se ha comercializado como fruta para consumo fresco. No obstante, también posee una demanda nacional estable, con precios atractivos lo que lo ubica como un cultivo de alta estabilidad mercantil (Acuña & Ruiz, 1998; Belalcázar, Rosales, & Espinoza, 2003; Rosales, Alvarez, & Vargas, 2008).

Uno de los problemas más sentidos que enfrenta la cadena productiva del plátano es el poco desarrollo tecnológico e innovación en los procesos productivos como: Manejo integral y tecnificado de las plantaciones plataneras desde la preparación del suelo, falta de material genético libre de plagas y enfermedad con alto potencial de productividad, siembra, manejo fitosanitario, fertilización, calidad y salud de suelo, cosecha, poscosecha, valor agregado y nichos de mercados que obtengan mayores márgenes de ganancia (Monterrey & Lacayo, 2005).

### **4.3. Limitaciones de los sistemas productivos de plátano en Nicaragua**

Los pequeños y medianos productores de Rivas, León y Chinandega, presentan dificultades productivas endógenas de los sistemas con ventajas y limitaciones de suelos degradados, variación de humedad, vientos fuertes, prácticas deficientes de fertilización y

mantenimiento de la fertilidad de los suelos e ineficiencia del riego, manejo de plagas y enfermedades, lo que ha repercutido en altas incidencias de problemas fitosanitarios y baja rentabilidad del rubro. Con los altos costos de mano de obra, insumos, petróleo y las exigencias de un mercado donde la oferta no es satisfecha por la demanda y los precios de los mercados son cambiantes comprometiendo las ganancias de los productores (Beteta & Carcache-Vega, 2007; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2004).

#### **4.4. Principales enfermedades del plátano**

La productividad de los sistemas plataneros es constantemente sometida a una presión por enfermedades que no permite cosechas exitosas y con márgenes de ganancias adecuadas económicamente. Sobresaliendo la sigatoka negra causada por *Mycosphaerella fijiensis*, sigatoka amarilla *Mycosphaerella musicola*. Y los fitonematodos como *Meloidogyne* spp, *Pratylenchus* spp., En el segundo grupo, las más importantes son: marchites vascular por *Ralstonia solanacearum*, pudrición del seudotallo por *Erwinia chrysanthemy* y marchitamiento bacteriano por *Xanthomona campestris* pv. *musacearum*. Por último, el virus del rayado del banano y el mosaico del banano causado por el Virus del Mosaico del Pepino se encuentran distribuidos en la mayoría de las áreas donde se cultivan plátanos y bananos (Ploetz R. , 2004).

#### **4.5. Importancia de los suelos tropicales en la producción de plátano**

El suelo tiene influencia sobre el cultivo de plátano a través de sus características físicas y del suministro oportuno y balanceado de los elementos minerales esenciales requeridos para el metabolismo, crecimiento y producción de las plantas. El suelo, como recurso básico de todo ecosistema, debe cumplir, además de su función de soporte y espacio vital de las plantas, determinados requisitos de carácter físico, químico indispensables para éstas (Acuña & Ruiz, 1998).

No obstante el plátano se adapta a una variedad amplia de suelos, esto no significa que todos los suelos sean aptos para su desarrollo equilibrado. La selección de suelos adecuados es un factor fundamental para que el cultivo sea rentable. Para el crecimiento y desarrollo normal del plátano se necesita que el suelo tenga disponibles en cantidades óptimas y

balanceadas los macro y micro elementos y suministro de estos elementos de forma oportuna mediante aplicaciones orgánicas o sintéticas.

La materia orgánica contenida en el suelo junto con el aire, agua y minerales, constituyen el conjunto de componentes orgánicos, de origen animal o vegetal, que se encuentran en diferentes estados de descomposición o transformación en la producción de humus. Éste actúa como acondicionador físico y activador de microorganismos a nivel de la rizófera.

El manejo orgánico del suelo es la alternativa sostenible que permite vivir en armonía con la tierra, ya que mantiene la productividad del suelo y mejora sus características físicas, químicas y microbiológicas de la macrofauna y la mesofauna (Belálcazar, 1998).

El efecto de la materia orgánica es latente y residual, su facultad de entregar progresivamente los nutrientes requeridos por la planta, contribuye a la sostenibilidad del suelo y le da importancia al uso de subproductos de origen orgánico como el lombricompost, compost, microorganismos benéficos. Contribuyendo al aumento de la diversidad y abundancia de la macrofauna vital para reciclaje de nutrientes, flujo de energía y regulaciones de plagas y enfermedades disminuyendo los inóculos en el suelo (Acuña & Ruiz, 1998).

#### **4.6. Impacto de la biodiversidad de la macrofauna en los suelos tropicales**

La abundancia y la diversidad de la macrofauna edáfica juegan un papel importante en la productividad de los agroecosistemas tropicales plataneros, no sólo como plagas o vectores de patógenos, sino también como benefactores por su capacidad de alterar el ambiente superficial y edáfico en el cual se desarrollan las plantas. Los invertebrados-plagas reciben mucha atención y representan enormes gastos de millones de dólares anualmente por parte de los agricultores y productores (Brow, y otros, 2006).

Mientras que los invertebrados benéficos reciben relativamente poca atención en sus funciones básicas y fundamentales. Generalmente se da por hecho su acción y en pocas ocasiones se hace algún cambio en el manejo del ecosistema para beneficiarlos (Brow, y otros, 2006) (Lavelle & Kohlmann, Estudio cuantitativo de la fauna del suelo en la Región de Laguna Verde, Veracruz, 1984). Sin embargo, es probable que la degradación física y

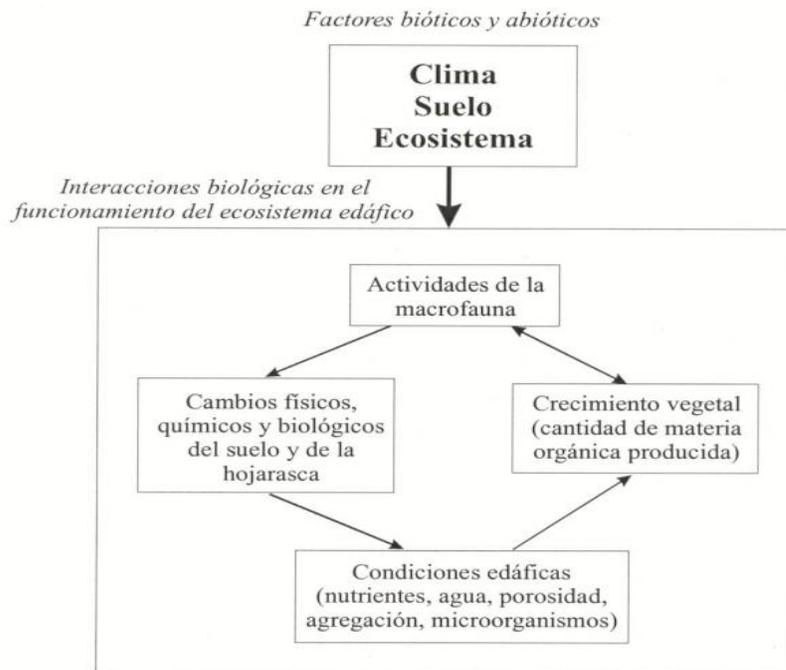
química del suelo, o sea la pérdida de su estructura (por efecto de la erosión, sedimentación, disgregación o compactación) y fertilidad (materia orgánica, nutrientes), esté íntimamente relacionada con la disminución de las poblaciones o la pérdida cuantitativa y/o cualitativa de invertebrados clave de la macrofauna edáfica que regulan el ciclo de la materia orgánica y la producción de estructuras físicas biogénicas (Lavelle, 2000)

#### **4.7. Clasificación de la macrofauna y su importancia funcional**

La fauna del suelo está constituida por organismos que pasan toda o una parte de su vida sobre la superficie inmediata del suelo, en los troncos podridos y la hojarasca superficial y bajo la superficie de la tierra, incluyendo desde animales microscópicos hasta vertebrados de talla mediana (e.g. tuzas) (Lavelle, 2000; Brow, y otros, 2006).

Para vivir en el suelo, estos organismos han tenido que adaptarse a un ambiente compacto, con baja concentración en oxígeno y luminosidad, pocos espacios abiertos, baja disponibilidad y calidad de alimentos y fluctuaciones microclimáticas que pueden llegar a ser muy fuertes (Figura 1) (Lavelle & Kohlmann, 1984). En los trópicos la macrofauna es la fauna animal más conspicua del suelo e incluye los invertebrados con un diámetro mayor de 2 mm y fácilmente visibles en la superficie o interior del suelo. Entre sus miembros se encuentran los termites, las lombrices de tierra, los escarabajos, las arañas, las larvas de mosca y de mariposa, los caracoles, los milpiés, los ciempiés y las hormigas. De estos organismos, los escarabajos suelen ser los más diversos (con mayor número de especies), aunque en abundancia predominan generalmente los termites y las hormigas y en biomasa las lombrices (Cuadro 1) de tierra (Brow, y otros, 2006).

La abundancia de toda la macrofauna puede alcanzar varios millones de individuos por hectáreas y su biomasa varias toneladas por ha. Su diversidad podría llegar a superar el millar de especies en ecosistemas complejos (como la selva tropical), aunque todavía carecemos de datos exactos sobre la diversidad específica de la macrofauna tropical edáfica en un ecosistema dado (Lavelle, 2000).



**Figura 1. Relación entre las actividades de la macrofauna, las características edáficas y la productividad vegetal, representadas dentro del cuadro de interacciones biológicas y determinadas por los factores bióticos y abióticos (Brow, y otros, 2006).**

**Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la macrofauna edáfica en filo, clase, subclase y orden (Brow, y otros, 2006).**

Filo	Clase	Sub-Clase	Orden
Annelida	Clitellata	-	Oligochaeta
Arthropoda	Arachnida	-	Araneae
	Insecta	-	Coleoptera
			Dictyoptera
			Diptera
			Hemiptera
			Hymenoptera
			Homoptera
			Isoptera
			Orthoptera
	Crustacea	-	Isopoda
Myriapoda	Chilopoda		
	Diplopoda		
Nematoda	Adenophorea	-	Mermithida
Mollusca	Gastropoda	-	

#### **4.8. Principales grupos funcionales de la macrofauna edáfica**

La macrofauna edáfica se clasifica de acuerdo al comportamiento alimenticio que llevan a cabo en la hojarasca y el suelo donde coexisten e interaccionan. La primera clasificación del grupo funcional por su nivel de alimentación son los herbívoros que se alimentan de las partes vivas de las plantas cultivadas silvestres y domesticadas en un amplio rango de suelos tropicales. En segundo grupo funcional son los depredadores de animales vivos o benéficos que con su acción de regular, disminuir las poblaciones de los herbívoros-plagas. Y por último los detritívoros de la materia orgánica no viva de origen animal y vegetal, de los microorganismos asociados, de heces de vertebrados e invertebrados, así como también de compuestos producto del metabolismo de otros organismos (Moore, y otros, 2004).

Las interacciones bióticas entre estos grupos funcionales intervienen en la regulación de los procesos edáficos. Cuando la complejidad de las mismas es grande, es muy probable que los efectos indirectos en la regulación de las funciones de los ecosistemas sean muy importantes.

Como consecuencia de la herbivoría realizada por invertebrados se afecta la cantidad y calidad de recursos que ingresan al suelo y por lo tanto a los individuos detritívoros y depredadores. A su vez la calidad y cantidad de los detritos que ingresan al sistema tienen gran importancia en la evolución y mantenimiento de la diversidad de los detritívoros, lo que afecta los ciclos de nutrientes y en consecuencia a los productores primarios y a los consumidores (herbívoros y depredadores) (Moore, y otros, 2004) . Por otra parte, los depredadores pueden ejercer importantes efectos en la producción primaria neta y en la descomposición lo cual a su vez tienen implicancias a nivel de las comunidades y de los ecosistemas (Zerbino, 2005).

Por lo tanto los grupos funcionales son los siguientes:

**Grupo de Herbívoros:** Entre el 40 y 90% de la producción primaria neta corresponde a las partes subterráneas de las plantas y una alta proporción de la misma es consumida por los invertebrados herbívoros que habitan el suelo, los cuales en su mayoría son insectos. Los órdenes más importantes son: Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera (Curry & Good, 1992).

Las especies fitófagas del Orden Coleóptera pertenecen a las Familias Elateridae, Melolonthidae (Scarabaeoidea), Curculionidae y Chrysomelidae. Adultos y larvas son consistentes componentes de las comunidades. Una cantidad de individuos viven en la superficie y con vegetación baja, mientras que otros son verdaderos cavadores durante toda o parte de su ciclo de vida. La abundancia de estos insectos es muy variable de un ambiente a otro y de un ciclo anual al siguiente, lo cual dificulta su análisis cualitativo. Algunos autores reportan que el conjunto de estas familias en regiones templadas pueden alcanzar valores de varios cientos de individuos por metro cuadrados (Curry & Good, 1992) .

El Orden Hymenoptera tiene una amplia distribución latitudinal y ocurre en los ecosistemas más extremos. Los integrantes de la Familia Formicidae son insectos sociales, los cuales tiende a ser más abundantes en bosques abiertos y secos y en pasturas no cultivadas (Curry & Good, 1992). El tamaño de las colonias es variable, desde unas pocas docenas en las especies más primitivas a varios millones. Las hormigas cortadoras son consideradas los herbívoros más importantes de América del Sur. (Curry & Good, 1992).

La Familia Gryllidae del Orden Orthoptera se caracteriza porque sus integrantes tienen alimentación omnívora. Son habitantes de áreas con vegetación rastrera. Son eficientes cavadores, las ninfas y los adultos abren galerías en el suelo, formando montículos de tierra en la superficie. En las galerías almacenan material verde y permanecen durante el día, a la noche salen a la superficie a cortar hojas. Están presentes en gramíneas y leguminosas forrajeras y en cultivos en sistemas de siembra directa. (Curry & Good, 1992).

Los moluscos están en altas poblaciones en suelos húmedos. Las especies herbívoras pertenecen a los géneros *Milax*, *Limax*, *Deroceras* y *Arion*, pueden afectar seriamente el establecimiento de las leguminosas y pueden retrasar el comienzo del desarrollo de una pastura permanente en primavera. (Curry & Good, 1992) (Zerbino, 2005).

**Grupo de Detritívoros:** A este grupo pertenecen un amplio rango de grupos taxonómicos; los más importantes son: Oligochaeta, Diplopoda, Isopoda, e insectos pertenecientes a los

órdenes Coleoptera, Dictyoptera, Diptera e Isoptera. Los individuos que ingieren detritos probablemente sean omnívoros no selectivos (Wardle, 1995; Curry & Good, 1992; Zerbino, 2005).

En general los organismos que se alimentan de residuos, con excepción de Isoptera, tienen poca capacidad para producir cambios químicos en los residuos; el mayor efecto es el cambio físico a través de la disminución del tamaño de la partícula. Para obtener la energía estos organismos desarrollan el sistema de digestión de rumen externo por lo que practican la coprofagia (Curry & Good, 1992). En los pellets fecales se desarrollan importantes actividades microbianas que es la que producen las transformaciones químicas (Curry & Good, 1992; Zerbino, 2005; Lavelle, *Ecological challenges for soil science*, 2000).

Las Familias de Tenebrionidae y Dermestidae del Orden Coleóptera se alimentan de carroña en descomposición, mientras que la dieta de las sub-familias Scarabaeinae y Aphodiinae de la Familia Scarabaeidae se alimentan de excrementos de vertebrados (Curry & Good, 1992).

Los individuos del Orden Dictyoptera si bien ocurren en un amplio rango de hábitat que abarca desde desiertos a bosques, seleccionan los microambientes en base a preferencias ambientales muy particulares. Son poco abundantes, sedentarios y de movimientos lentos (Zerbino, 2005; Wardle, 1995).

La mayoría de las larvas de Diptera que habitan en el suelo son saprófagas y están asociadas con acumulaciones de materia orgánica y de excrementos. Son escasas en suelos con bajo contenido orgánico (Zerbino, 2005).

Los individuos que pertenecen al Orden Isoptera son insectos sociales, que predominan en las zonas tropicales y subtropicales y son escasos o están ausentes en altas latitudes (Curry & Good, 1992). Las colonias varían desde unos pocos cientos a varios millones de individuos (Lavelle & Spain, *Soil Ecology.*, 2001; Zerbino, 2005). Los nidos son contruidos con suelo, material vegetal, excreciones y saliva; pueden ser enteramente

subterráneos o construir montículos. Requieren un alimento rico en polímeros como la lignina, celulosa y hemicelulosa. Tienen relaciones de mutualismo sofisticadas con la microflora que permiten la descomposición de la celulosa. Construyen galerías en el suelo y transportan grandes cantidades de material orgánico desde la superficie a sus cámaras; ambas actividades contribuyen significativamente en el ciclo de nutrientes. Durante la descomposición de sus alimentos producen metano (Lavelle & Spain, Soil Ecology., 2001)

Los organismos del Orden Isopoda son integrantes consistentes en ambientes donde hay residuos en la superficie. Pueden vivir varios años. La diversidad de este grupo es limitada y no se encuentran más de 4 ó 5 especies. La mayoría de ellos son altamente susceptibles a la pérdida de agua por lo que están restringidas a hábitats húmedos. Las densidades son particularmente bajas en suelos ácidos, con humus tipo mor o en sitios donde ocurren heladas y sequías (Curry & Good, 1992; Zerbino, 2005). Se alimentan de material vegetal muerto y en algunas situaciones pueden ingerir excrementos, restos animales y material vegetal vivo.

Los integrantes del Orden Oligochaeta transforman el material orgánico en humus y consumen por día una cantidad de alimento equivalente al peso de su cuerpo. La digestión es mediada por una mezcla de enzimas producidas en la pared del tracto digestivo y por la microflora del suelo que ingirieren. Son poco móviles, en condiciones de exceso de agua salen a la superficie y colonizan ambientes más favorables. Las actividades antrópicas han sido una de las principales responsables de su dispersión (Lavelle, 2000; Lavelle & Kohlmann, 1984; Lavelle & Spain, 2001)

En base a su tamaño, tipo de alimentación y habilidad de cavado se clasifican en tres grupos ecofisiológicos: epígeas, anécicas y endógeas (Zerbino, 2005; Curry & Good, 1992; Lavelle & Spain, 2001).

- Las epígeas viven y se alimentan de materiales orgánicos frescos y son importantes en la fragmentación de los residuos, no son cavadoras. Presentan pigmentación en

todo el cuerpo. Son eficientes composteras pero no impactan en la estructura del suelo. Son estrategias “r” típicos y predominan en las zonas frías.

- Las anécicas viven en galerías verticales semipermanentes. Se alimentan de los residuos superficiales que los mezclan con suelo. Salen por la noche para obtener el alimento. Depositán coprolitos en la superficie. Presentan pigmentación anterodorsal. Son consideradas estrategias “k”. Modifican los regímenes de agua y gases del suelo. Pueden ser la biomasa dominante en pasturas fértiles de zonas templadas. Ejemplo de ellas son *Lumbricus terrestris* y *Aporrectodea longa* (Lavelle & Spain, 2001).
- Las endógeas están concentradas en los 10 cm superiores del suelo y viven en túneles horizontales no permanentes alrededor de las raíces (Zerbino, 2005). Se alimentan de material vegetal en descomposición y de materia orgánica del suelo. No tienen pigmentación. Depositán coprolitos en superficie. Son responsables de grandes cambios en la estructura física del suelo, su actividad tiene importantes efectos en la agregación y estabilización de la materia orgánica (Lavelle & Spain, 2001). El perfil demográfico varía de “r” a “k”. De acuerdo a la manera en que utilizan los recursos se dividen en tres subgrupos. Las polihúmicas son pequeñas y filiformes. Explotan sitios con altas concentraciones de materia orgánica por lo que se encuentran en la interfase residuos-suelo. Se caracterizan por seleccionar las partículas orgánicas que ingieren. Las mesohúmicas tienen tamaño medio, se alimentan de suelo sin seleccionar las partículas orgánicas. Se encuentran entre 10 y 15 cm de la superficie del suelo. Especies que pertenecen a este grupo son *Aporrectodea caliginosa*, *Allobophora clorotica* y *Allobophora rosea*. Finalmente, las oligohúmicas viven en profundidad en sitios pobres de recursos, son muy grandes y tienen movimientos muy lentos. Están restringidas a suelos calientes de las sabanas húmedas (Lavelle & Spain, 2001).

El predominio de un grupo ecológico está determinado por un conjunto de factores ambientales, la temperatura es el principal, seguido de la disponibilidad de recursos

(riqueza de nutrientes) y de la variación estacional de la humedad (Curry & Good, 1992; Zerbino, 2005).

**Grupo de los Depredadores:** Este grupo funcional está integrado por individuos pertenecientes a las clases Arachnida, Chilopoda y Nematoda Mermithidae e insectos de los órdenes Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera (Curry & Good, 1992).

Los integrantes del Orden Araneae pueden representar la mitad de los depredadores de un agroecosistema. Son tan eficientes, que los cambios en la densidad afectan a las poblaciones de organismos considerados plaga (Zerbino, 2005). Las principales presas son fundamentalmente insectos y otros artrópodos pequeños.

Dentro del Orden Coleoptera los depredadores son integrantes de las Familias Carabidae y Staphylinidae. Los primeros se alimentan de Collembola, Diptera, Coleoptera, Homoptera (Aphididae), Oligochaeta. Y la segunda familia se alimenta de ácaros y algunos se pueden alimentar de hongos o de materia orgánica en descomposición, e incluso de excrementos (Zerbino, 2005) (Wardle, 1995).

En Uruguay existen aproximadamente 200 especies de Carabidae y 100 de Staphylinidae, que tienen importancia porque se alimentan de un número importantes de insectos que son plaga y de las cuales se tienen escasos conocimientos (Zerbino, 2005) . Algunos estudios muy detallados sobre estas dos familias, revelan que en un mismo cultivo se pueden registrar un número importante de especies (13 y 9 especies de Carabidae y de Staphylinidae, respectivamente) (Zerbino, 2005). En el Orden Hemiptera, la Familia Nabidae se alimenta de Homoptera (áfidos, chicharritas) y larvas de Lepidoptera. Algunos individuos que pertenecen a las Familias Pentatomidae y Reduvidae son depredadores generalistas (Zerbino, 2005).

En el Orden Hymenoptera, las Familias Formicidae y Vespidae son depredadoras generalistas (Zerbino, 2005; Wardle, 1995).

Los individuos que pertenecen a los órdenes de Nematoda y Mermithidae, después de la emergencia buscan al huésped en el cual penetran a efectos de nutrirse y lo abandonan antes de la última muda o después de esta. En su vida libre no se alimentan. Su presencia está registrada en insectos que pertenecen a los órdenes Orthoptera, Coleoptera, Lepidoptera y Diptera (Curry & Good, 1992; Zerbino, 2005).

## V. MATERIALES Y METODOS

### 5.1. Ubicación del estudio

Este estudio se realizó en las plantaciones de plátano en el Municipio de León (Departamento de León) con temperatura promedio anual de 38 °C, precipitación de 1529.7 mm, altura 60 msnm y en el Municipio Posoltega (Departamento de Chinandega), con temperatura promedio anual de 39 °C, precipitación de 2000 mm, altura 70.42 msnm, ambos departamentos se encuentran situados en la zona de Occidental de Nicaragua.

### 5.2. Tipo de experimento

Este estudio es descriptivo el cual se realizó en dos fases: La primera consistió en la fase de campo donde se extrajeron las muestras de macrofauna del suelo de las fincas plataneras y la segunda fase consistió en la identificación, codificación y almacenamiento de las poblaciones de macrofauna extraídas en el laboratorio de entomología

### 5.3. Ubicación de los lugares de muestreo

Durante la primera fase se identificaron las fincas en los municipios de León y Posoltega. Donde se identificaron los nombres de los productores, nombres de las fincas, área de plantación, comunidad y departamento (Cuadro 2). Seguidamente la metodología de extracción de las muestras para macrofauna en cada municipio de estudio.

**Cuadro 2. Fincas plataneras ubicadas en los municipios de León y Posoltega donde se llevó el estudio de la riqueza y diversidad de la macrofauna edáfica durante el año 2014.**

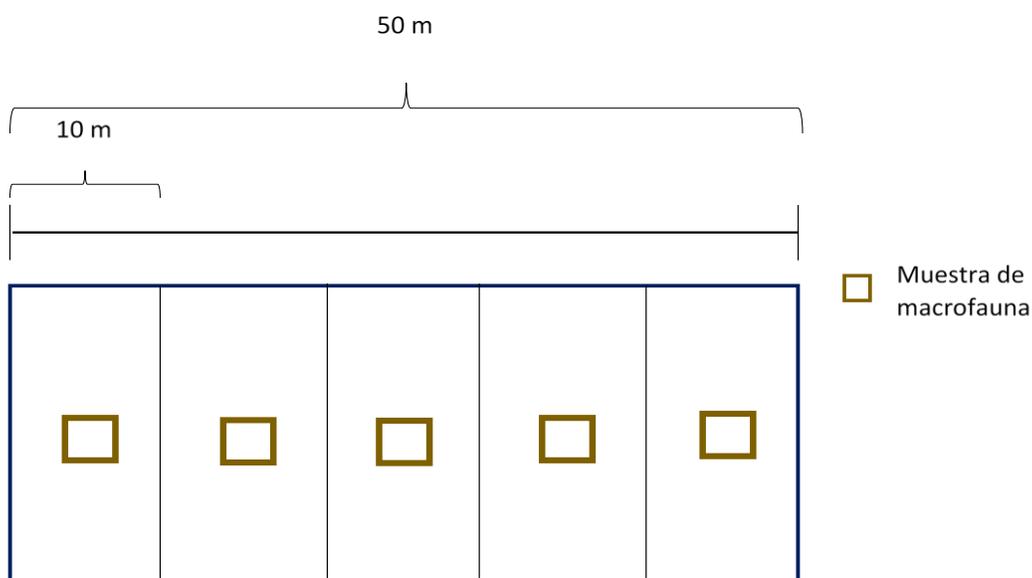
Nombre del productor	Nombre de la finca	Área	Comunidad	Municipio
Carlos Briseño	Santa Isabel	350 mz	Rio Grande N° 3	León
Enríquez José Muñoz Pérez	Quinta Cony	20 mz	San Pedro	León
Julio Sequeira	San Martin	95 mz		León
Leónidas Ramos	El Verdón	10 mz		León
Borgen Chávez	San Joaquín	6 mz	El Trianon	Posoltega
Juan Fernando Palacios Sequeira	Montes Verdes	3 mz	Chiquimulapa	Posoltega
Manuel de Jesús Gutiérrez Velásquez	María de los Ángeles Delgado	5 mz	El Trianon	Posoltega
Patricio Horacio Peralta	Los Ángeles	7 mz	El Trianon	Posoltega

#### 5.4. Método de muestreo

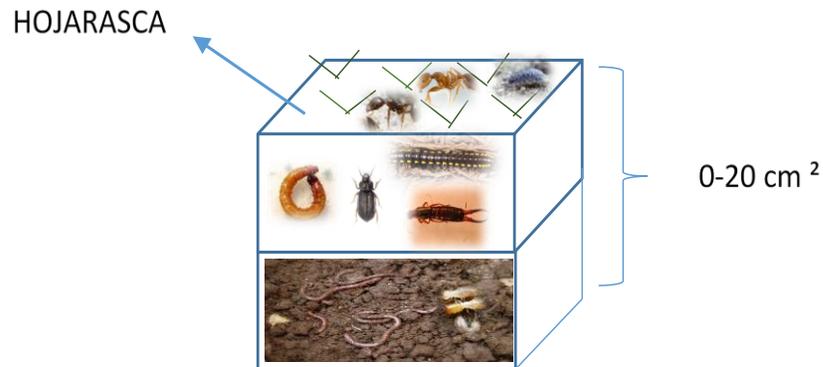
El muestreo consistió en la extracción de 40 muestras de suelo a una profundidad de 0-20 cm y 50 muestras de hojarasca en la superficie del suelo de las 8 fincas plataneras muestreadas y distribuidas en los municipios de León y Posoltega, para una total de 80 muestras recolectadas, codificadas, almacenadas y transportadas al Laboratorio de Entomología del Departamento de Agroecología. El área de estudio en las fincas donde se obtuvieron las muestras de suelo y hojarasca fue de 1 manzana de aproximadamente de 7026 m<sup>2</sup>. Donde se delimitó un área de 1000 m<sup>2</sup> (50 m largo x 20 m de ancho) en el centro de la parcela definida con anterioridad (

**Figura 2 y**

Figura 3). Cumpliendo con los parámetros de una parcela en plena producción de plátano. Al delimitar la parcela de 1000 m<sup>2</sup> se procedió a tomar el centro de los 20 metros y extender hacia el extremo cada 10 metros de largo hasta obtener 5 unidades de muestreo o punto de control en la parcela de estudio. Siguiendo la metodología modificada por Rousseau en las plantaciones de Cacao en Costa Rica y por Laurente en los sistemas de Quenzalgal en sistemas agroforestales. (Rousseau, Deheuvelsb, Rodriguez-Arias, & Somarriba, 2012; Rousseau, Fonte, Téllez, van der Hoekc, & Lavelle, 2013)



**Figura 2. Parcela de 1000 metros cuadrados donde se extrajeron las muestras de macrofauna edáfica en los estratos de hojarasca y de 0-20 cm de profundidad a una distancia de 10 metros entre una estación de muestreo.**



**Figura 3. Estación de extracción de macrofauna edáfica en los estratos de hojarasca y de 0-20 cm<sup>2</sup> de profundidad en la parcela de 1000 metros cuadrados en las fincas plataneras de estudio.**

Una vez seleccionada el área de muestreo se procede a la localización de los puntos a muestrear (Figura 4), para extraer las muestras de suelo. Donde se utilizó un cuadro de madera con las dimensiones de 20 centímetros de largo y 20 centímetros de ancho para marcar el punto de extracción y utilizando una pala para obtener una peso aproximado de 1 kilogramo de suelo; divididos en dos estratos sucesivos (hojarasca, 0-20 cm) (Figura 4) cada una de ella fue rodeada con el fin de que no se escape la fauna del suelo, posteriormente se realizó tamizado y separación manual del material, colocando los insectos encontrados dentro de un frasco de plástico hermético de las dimensiones de 500 centímetros cúbicos de volumen, rotulado, preservados con alcohol al 70%, luego las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Entomología del Campus Agropecuario de la UNAN-León.



**Figura 4.** Ubicación del cuadro de madera con las dimensiones de 20 cm<sup>2</sup> de ancho por 20 cm<sup>2</sup> de largo para el proceso de extracción de la macrofauna en la hojarasca y de suelo en las fincas plataneras

## **5.5. Identificación de la macrofauna:**

### **5.5.1 Fase de Laboratorio**

Los individuos recolectados fueron cuantificados e identificados por orden, familia y género con ayuda de manuales de identificación de invertebrados en el Laboratorio de Entomología del Departamento de Agroecología (Maes, 1998; King, 1984; Andrews & Caballero, 1990). Los organismos se colocaron en un plato Petri y luego se observó con la ayuda de un estereoscopio de 4x, donde se detallaron sus estructuras particulares de cada especie. La macrofauna comprende todos aquellos organismos cuya longitud es mayor a los 4 mm (Figura 5).

Cada individuo fue separado en frasco de acuerdo a su procedencia, número de muestra y clasificación biológica (Figura 5).



**Figura 5. Proceso de identificación y caracterización de las morfo especies presentes en los estratos de hojarasca y 0-20 cm de profundidad extraídos de las parcelas de estudio en las fincas plataneras de los municipios de León y Posoltega. En el Laboratorio de Entomología del Departamento de Agroecología**

### **5.6. Variables a medir**

La diversidad y la riquezas de las especies presentes en este estudio fueron analizadas por medio de los siguientes índices que reportan los autores (Moreno, 2001; Rousseaua, Deheuvelsb, Rodriguez-Arias, & Somarriba, 2012; Zerbino, 2005):

**Riqueza (número de especies):** Se determinó el número de especies por cada finca y el total por cada sistema muestreado.

**Abundancia relativa (Densidad número de individuos 1 m<sup>2</sup> por cada especie):** Se contabilizo el número total de individuos por cada especie presente en cada unidad de muestreo y fincas.

**Grupos Funcionales (Densidad número de individuos 1 m<sup>2</sup> por cada especie):** Contabilizó el número de individuos y la riquezas de especies presentes en los tres grupos funcionales principales que son: Herbívoros, Depredadores y Detritívoros.

**Índice Shannon-Wiener (SW):** Se realizó con la fórmula del índice de Shannon o índice de Shannon-Wiener se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad. Este índice se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0 y no tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas.

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente.

Donde:

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

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  $i$ ):  $\eta_i/N$

$\eta_i$ : Número de individuos de la especie  $i$

N: Número de todos los individuos de todas las especies.

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

El índice de Shannon mide la diversidad natural teniendo en cuenta dos cosas:

1. El número de especies presentes
2. Cómo se reparten esas especies

No es lo mismo tener 100 individuos de 5 especies repartidas en 96, 1,1, 1 y 1 individuos; que en 20, 20, 20 y 20. La información que contiene el segundo sistema es mayor que la información que contiene el primero. La unidad del índice de Shannon es el bit (que es la unidad mínima de información).

## Índice de diversidad de Margalef

Donde:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

$S$  = número de especies

$N$  = número total de individuos

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos  $S=k \cdot N$  donde  $k$  es constante. Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando  $S-1$ , en lugar de  $S$ , da  $DMg = 0$  cuando hay una sola especie.

## Índices de abundancia proporcional

Este índice se llevó a cabo por Peet (Peet, 1974) quien clasificó estos índices de abundancia en índices de equidad, aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie, e índices de heterogeneidad, aquellos que además del valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad. Sin embargo, cualquiera de estos índices enfatiza ya sea el grado de dominancia o la equidad de la comunidad, por lo que para fines prácticos resulta mejor clasificarlos en índices de dominancia e índices de equidad.

**Índices de dominancia:** Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

### **Índice de Simpson:**

Donde:

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

Pi = abundancia proporcional de la especie *i*, es decir, el número de individuos de la especie *i* dividido entre el número total de individuos de la muestra. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Peet, 1974). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como  $1 - \lambda$  (Lande, 1996).

**Índices de equidad:** Algunos de los índices más reconocidos sobre diversidad se basan principalmente en el concepto de equidad, por lo que se describen en esta sección. Al respecto se pueden encontrar discusiones profundas en Peet (1975), Camargo (1995), Smith y Wilson (1996) y Hill (1997).

### **Índice de Pielou:**

Donde:

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

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

**Rendimiento de frutos por manzana (números de frutos/mz):** Se registró el número total de frutos por manzanas con ayuda del productor que nos brindaron los datos según los registros que se llevan en la finca.

## **5.7. Análisis de datos**

Los datos de las variables cuantitativas continuas de abundancia relativa y riqueza de especies fueron procesados en el Programa de Excel Windows 8.1. Donde se obtuvieron gráficos lineales y de barras donde se demuestra los grupos de especies presentes en cada una de las fincas estudiadas.

Al final los grupos más dominantes y abundantes presentes en el estudio. Se analizaron con la variable de productividad. Realizando una Correlación de Pearson y Regresión Simple y Múltiple para obtener una mayor comprensión de la interacción de la abundancia de las lombrices, hormigas y su productividad. Esto se realizó por medio del programa estadístico SPSS versión 19.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

El estudio de la abundancia relativa total entre los estratos de hojarasca y 0-20 cm<sup>2</sup> de profundidad del suelo en la macrofauna edáfica presentes en cuatro fincas plataneras del municipio de León. Predominan los géneros *Geophilus* y *Leptothorax* con 70 individuos por metro cuadrado (ind x m<sup>2</sup>), *Philoscia* con 160 ind x m<sup>2</sup>, *Oxidus* con 110 ind. m<sup>2</sup> e *Hypoponera* con 165 ind\*m<sup>2</sup> y las Lombrices con 590 ind x m<sup>2</sup> (Gráfico 1).

En el municipio de Posoltega se refleja que los géneros *Pheidole* sp., con 280 ind x m<sup>2</sup>, *Solenopsis* sp., con 290 ind x m<sup>2</sup>, *Asiomorpha* con 170 ind x m<sup>2</sup> y las Lombrices con 600 ind x m<sup>2</sup> (Gráfico 1) (Ver Anexo Tabla1).

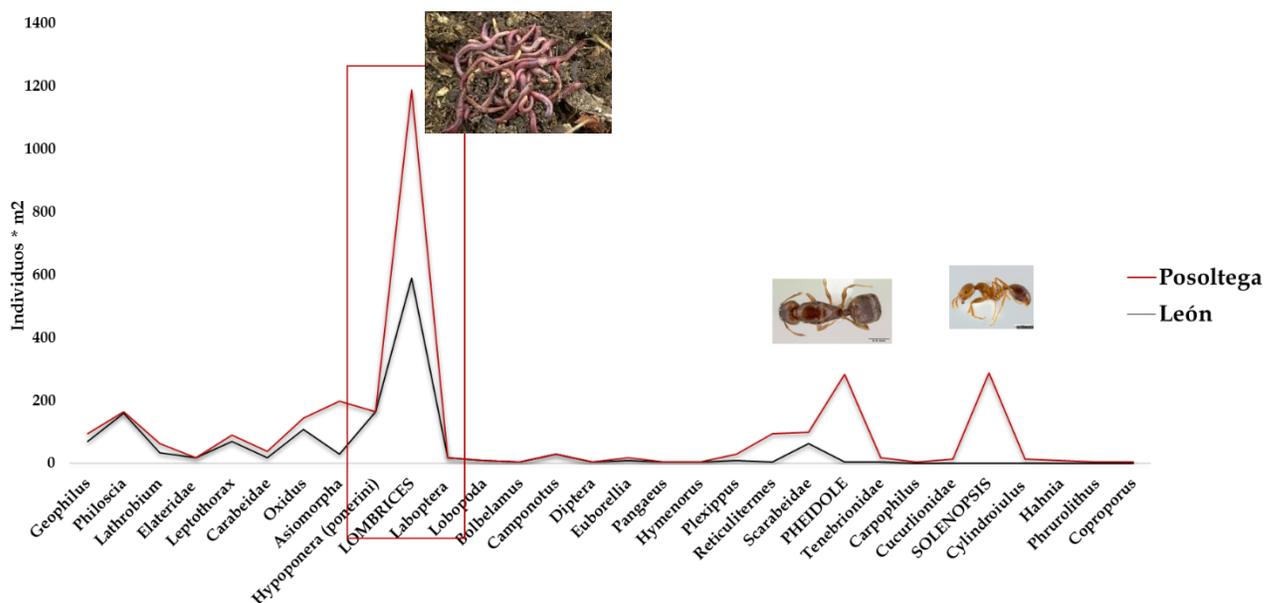
Es evidente que hay ausencia de los géneros *Pheidole* sp., y *Solenopsis* sp., en los suelos de las fincas plataneras del municipio de León. Sin embargo, la abundancia de individuos de lombrices es semejantes en ambos municipios.

Según Zerbino (2005) en su investigación los dos grupos más abundantes fueron del orden *Oligochaeta* e insectos del orden Hymenoptera, que representaron respectivamente 46 y 20% del total de individuos colectados. Esto confirma los resultados de nuestra investigación donde las lombrices (*Oligochaeta*) e insectos Hymenoptera (*Pheidole* y *Solenopsis*), representaron el 37.77 y el 18.25% del total de individuos recolectados.

Los investigadores Castillo y Vera (2000) ratifican que el grupo de insectos del orden Hymenoptera es una de las más numerosas con 62.49 % del total de individuos colectados en plantaciones bananeras orgánicas y convencionales en Guácimo, Costa Rica durante el ciclo agrícola 2000. Debido a que hay una mayor humedad en el suelo durante todo el año. Promoviendo mayor biodiversidad tanto cuantitativa como cualitativa de la macrofauna. Pero hubo mayor presencia de lombrices (*Oligochaeta*) con 11.92% las cuales fueron abundantes en todas las etapas.

Según Pashanasi (2001), en su estudio menciona que el 43% de la fauna se encuentra en la hojarasca, pero el suelo estuvo densamente colonizado hasta los 20 cm de profundidad (97.1%). La comunidad de *Oligochaeta* estuvo dominada por dos especies (Epigeas y

Anécicas) que se alimentan de hojarasca. Esto coincide con los resultados de nuestro estudio donde se demuestra que el 21.26% individuos por m<sup>2</sup> se encontró en la hojarasca y el 78.72% se encontró en de 0-20 cm de profundidad.

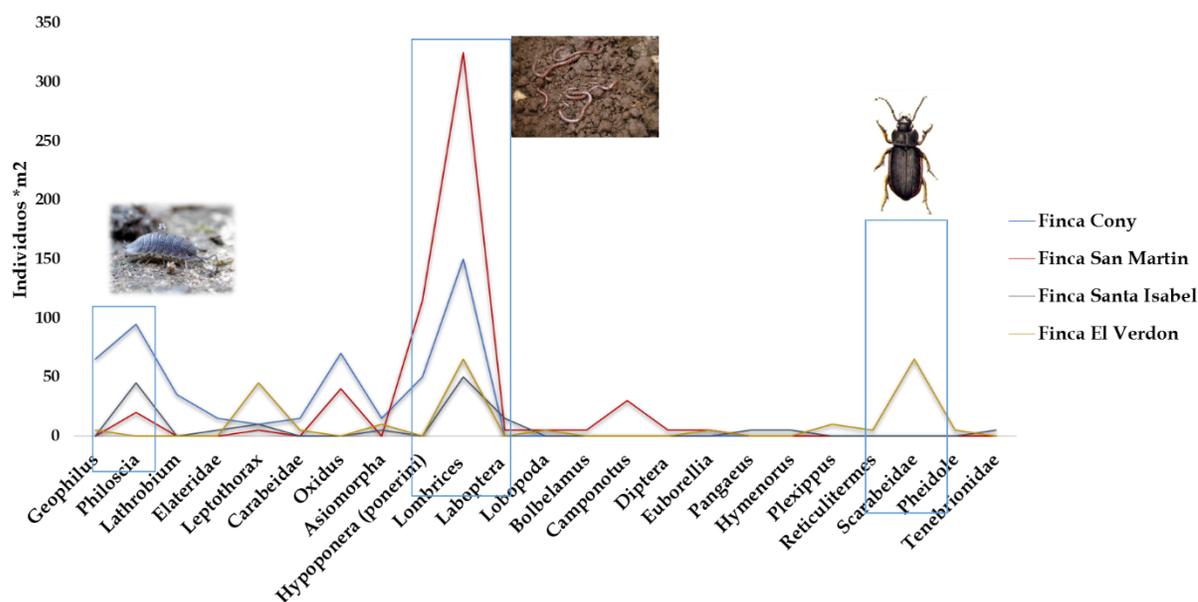


**Gráfico 1. Población total de los órdenes, familias y géneros encontrada y abundancia relativa total del número de individuos por metro cuadrado (número ind x m<sup>2</sup>).**

Para la fincas plataneras del municipio de León, se demuestra que en la finca 2 San Martín, predominan las lombrices con 325 ind x m<sup>2</sup>, el género *Hypoconera*, con 115 ind x m<sup>2</sup>, seguida por la finca 1 Cony donde prevalecen dos géneros *Philoscia* con 95 ind x m<sup>2</sup>, *Oxidus* con 70 ind x m<sup>2</sup> y las lombrices con 150 ind x m<sup>2</sup>, posteriormente en la finca 4 El Verdón, sobresalen dos géneros *Leptothorax* con 45 ind x m<sup>2</sup>, de la familia *Scarabidae* con 65 ind x m<sup>2</sup> y las lombrices con 65 ind x m<sup>2</sup> en cambio en la finca 3 Santa Isabel solo prevalece un género *Philoscia* con 45 ind x m<sup>2</sup> y lombrices con 50 ind x m<sup>2</sup> (Gráfico 2).

Las fincas del municipio de León poseen mayor riqueza de género con una representatividad de 23 especies, pero menor abundancia relativa total (número de ind x m<sup>2</sup>). Se manifiesta que en las cuatro fincas (Cony, San Martín, Santa Isabel y El Verdón) la abundancia de Lombrices es similar, sin embargo se encontraron géneros de menor abundancia como *Leptothorax* y *Asiomorpha* (Gráfico 2).

Estos datos de la abundancia de individuos de lombrices en los estratos de hojarasca y de 0-20 cm es confirmado por (Zerbino, 2005; Pashanasi, 2001; Castillo & Vera, 2000), donde estas poblaciones son muy importantes por su papel en la formación de suelos y sensibilidad a prácticas de manejo en las fincas plataneras de León. Posiblemente se deba al aumento de lombrices de tierra y la disminución de las hormigas que son sus depredadores en el municipio de León.



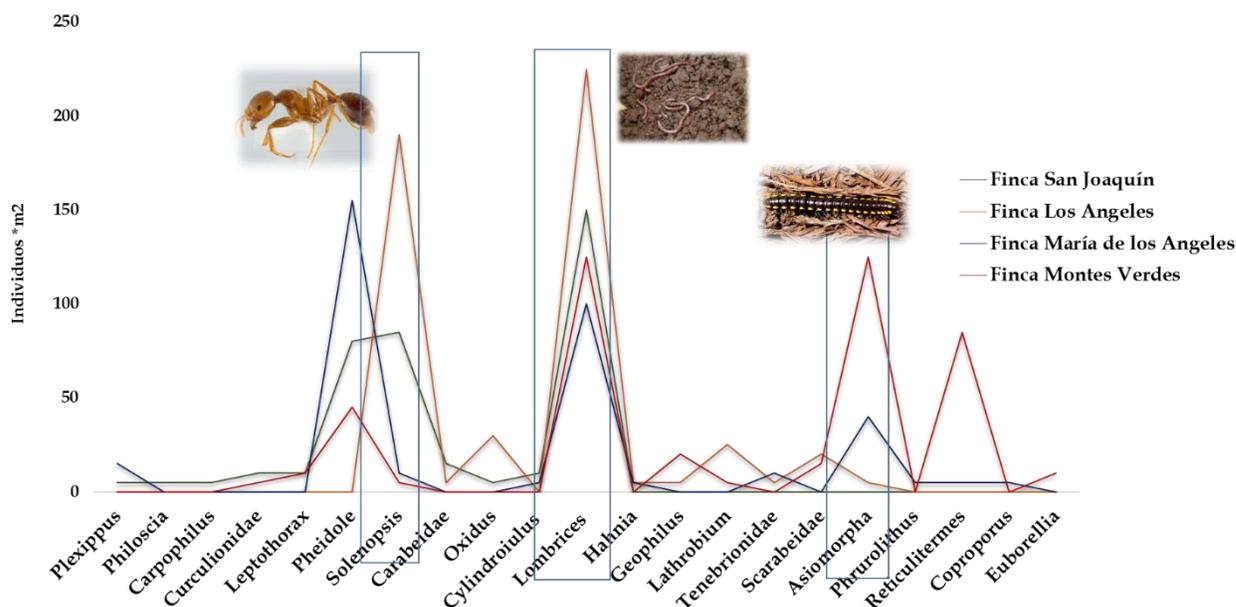
**Gráfico 2. Población total de los órdenes, familia y géneros encontrados y abundancia relativa total (número ind x m<sup>2</sup>) de la macrofauna recolectada en el suelo de las fincas plataneras del municipios de León durante el mes de julio del 2014.**

Para las fincas plataneras del municipio de Posoltega, se muestra que en la finca Los Ángeles, prevalecen las lombrices con 225 ind x m<sup>2</sup> y el género *Solenopsis* con 190 ind x m<sup>2</sup>, en la finca 9, María de los Ángeles predomina solo el género *Pheidole* con 155 ind x m<sup>2</sup> y en la finca 10 el género *Asiomorpha* con 125 ind x m<sup>2</sup> (Gráfico 3).

Se observa que en las fincas del municipio de Posoltega poseen menor riqueza, presentando 21 géneros, pero mayor abundancia relativa con 1700 individuos (Gráfico 3).

Nuevamente se presenta una mayor cantidad de individuos de lombrices y hormigas *Solenopsis* en la fincas plataneras de Posoltega. Esto se deba posiblemente por ocupar el mismo nicho ecológico donde coexisten e interactúan sobre las mismas fuentes de

alimentación, espacio, reproducción y las prácticas de manejos favorecen sus poblaciones de abundancia y riqueza. Estos datos son soportados por las investigaciones en cultivos de banano, plátano, maíz, sistemas silvopastoriles y café (Zerbino, 2005; Pashanasi, 2001; Castillo & Vera, 2000; Rousseau, Deheuvelsb, Rodriguez-Arias, & Somarriba, 2012; Rousseau, Fonte, Téllez, van der Hoekc, & Lavelle, 2013)



**Gráfico 3. Población total de los órdenes, familia géneros encontrados y abundancia relativa total (número ind x m<sup>2</sup>) de la macrofauna recolectada en el suelo de las fincas plataneras del municipios de Posoltega durante el mes de julio del 2014.**

Con respecto a los índices de abundancia y riqueza. Es importante destacar que:

**Índice de Margalef (Dmg.):** Se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados, que incrementa al aumentar el tamaño de la muestra, esto quiere decir que entre mayor sea el número de especies el valor del índice será mayor (Moreno, 2001).

**Índice de Simpson (S):** Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Esto indica que está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes según (Pashanasi, 2001)

**Índice de Shannon-Wiener (SW):** Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Moreno, 2001).

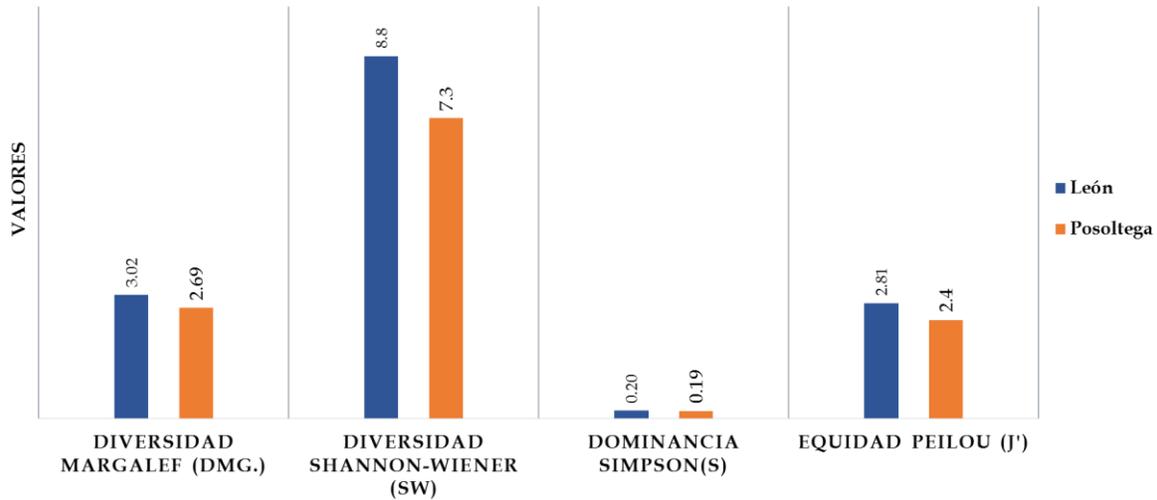
**Índice de Pielou (J’):** Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Melo, 2010).

Debido al expuesto con anterioridad en las fincas plataneras de los municipios de León y Posoltega se procedió a llevar a cabo el análisis de los índices.

Donde el municipio de León presentó mayor número de especies, los valores de índices de Shannon-Wiener que fueron más altos con 8.8, que los de Posoltega con 7.3 que obtuvo menor número de especies. Estos resultados de índices de Shannon son mayores que los encontrados por (Melo, 2010) con valores alto de diversidad de índice de Shannon de  $H' = 2,61$  en la pradera de kikuyo, debido a que exhibe la mayor riqueza en número de familias, al igual que el número de organismos (Gráfico 4).

Datos inferiores de los índices de diversidad, dominancia, riqueza y equidad son presentados en cultivos de sistemas silvopastoriles, maíz, frijol, café por Rousseau (Rousseau, Deheuvelsb, Rodriguez-Arias, & Somarriba, 2012; Rousseau, Fonte, Téllez, van der Hoekc, & Lavelle, 2013). Obteniendo mayores índices las plantaciones de plátano en los municipios de León y Posoltega aun cuando se encuentren diferencias importantes en estos dos municipios.

El análisis de los índices de Diversidad de riqueza de Margalef (Dmg.) obtuvo un valor de 3.02, Diversidad de Shannon-Wiener (SW) con un valor de 8.8 proporción de especies presentes, la dominancia de Simpson (S) con un valor de 0.20 y la equidad Peilo (J) con un valor de 2.81, demuestra que en el municipio de León los valores son mayores por el número de riqueza específica que presenta a diferencia del municipio de Posoltega que la riqueza específica es menor pero la abundancia es mayor, esto quiere decir que entre mayor sea el número de especies mayor serán los valores de los índices. (Gráfico 4)



**Gráfico 4. Índices Diversidad Margalef (Dmg.), Diversidad de Shannon-Wiener (SW), Dominancia de Simpson (S) y la equidad Pielou (J') según la riqueza específica y la abundancia relativa total (números de ind x m<sup>2</sup>) de la macrofauna recolectada en los suelo de las fincas plataneras de los municipios de León y Posoltega durante el mes de julio del 2014.**

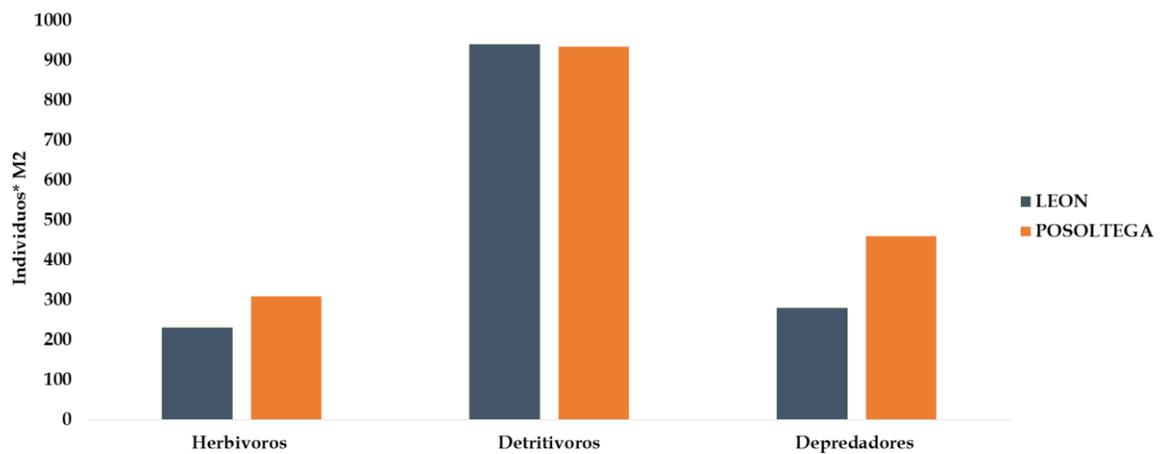
En la investigación reportadas por Zerbino, Altier y Rodríguez (2008) mencionan que las diferencias en la composición y en la proporción de los grupos funcionales de las comunidades de la macrofauna, indican que el tipo, la riqueza de especies vegetales y el manejo son aspectos que tienen efecto sobre estos organismos, porque determinan los recursos disponibles y afectan las interacciones entre los herbívoros, sus controladores y los detritívoros (Moore, y otros, 2004).

Esto confirma los resultados de nuestra investigación donde se demuestra que el monocultivo afecta los recursos disponibles y por tanto influyen en las interacciones entre grupos funcionales es por esto que hay diferencia en la distribución de los organismos, donde notablemente los detritívoros predominan con 940 ind x m<sup>2</sup> en el municipio de León y con 935 ind x m<sup>2</sup> el municipio de Posoltega (Gráfico 5).

Los resultados obtenidos indican que la composición de las comunidades estuvo relacionada con las propiedades del suelo y la cantidad y calidad de los residuos. En siembra directa, las prácticas de manejo que promueven la presencia de residuos conjuntamente a la diversificación espacial y temporal de especies vegetales alojan comunidades más ricas, diversas y equitativas, con predominio del grupo funcional

detritívoros (Zerbino, Altier, & Rodríguez, 2008), esto concuerda con los resultados de nuestro estudio.

El análisis confirma que la abundancia de herbívoros con 310 individuos por metro cuadrado representados y depredadores con 460 individuos por metro cuadrado representados (Gráfico 5) son mayores en el municipio de Posoltega. A diferencia del municipio de León donde se presenta menor número de herbívoros con 230 individuos representados, sin embargo los Detritívoros con 940 y en Posoltega con 935 individuos representados permanecen similares en ambos municipios (Gráfico 5).

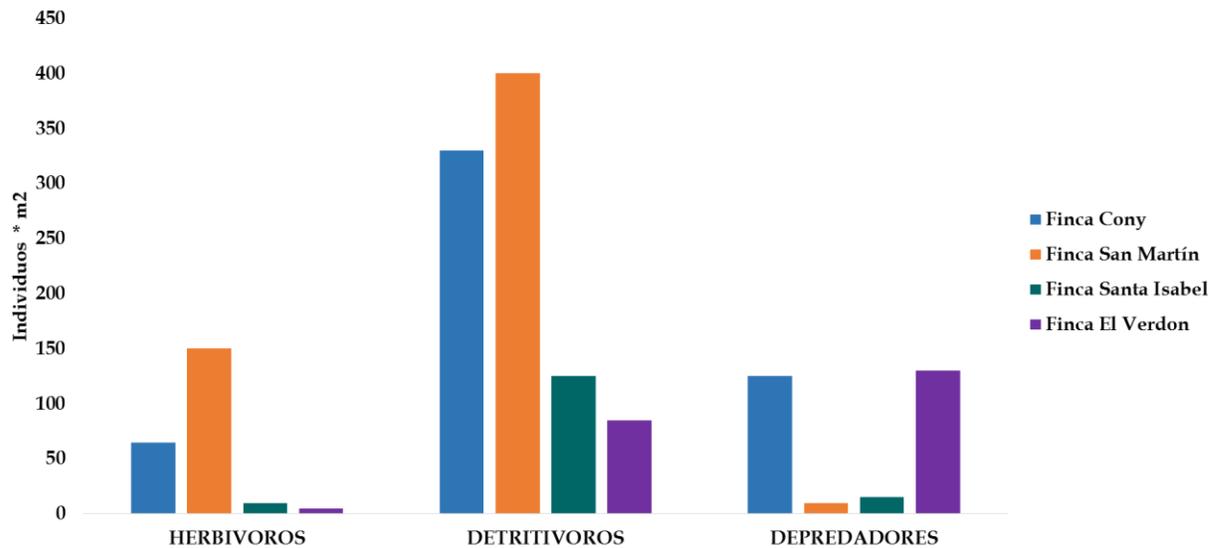


**Gráfico 5. Abundancia relativa total (número ind x m<sup>2</sup>) por clasificación de los grupos funcionales de la macrofauna recolectada en los estratos de hojarasca en la superficie del suelo y de 0-20 cm de profundidad en los municipios de León y Posoltega durante el mes de Julio del 2014.**

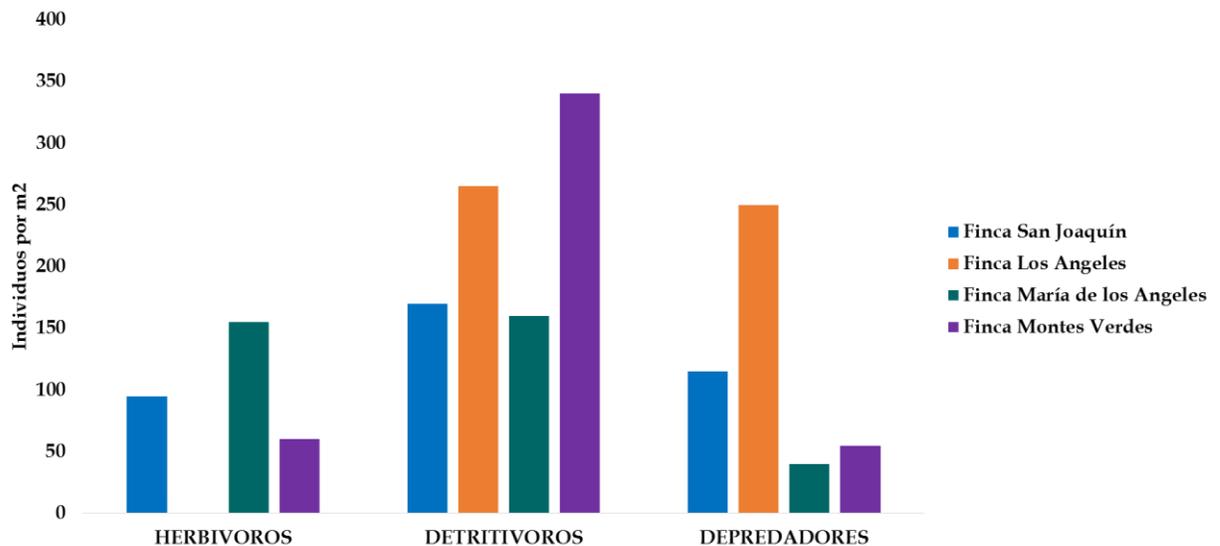
Con respecto a las fincas plataneras del municipio de León. Se reporta que las cuatro fincas tienen presencia de los tres grupos funcionales donde los que predominan son los detritívoros con 400 individuos x m<sup>2</sup>, a diferencia de la finca cuatro, El Verdón, que tiene menor número de herbívoros con 5 individuos x m<sup>2</sup> y de detritívoros 85 individuos x m<sup>2</sup> debido a la alta población de depredadores que se encuentran (Gráfico 6).

Sin embargo, se observa que los grupos funcionales se encuentran mejor distribuidos en cada finca platanera del municipio de Posoltega. Pero en la finca ocho, Los Ángeles, no hay

presencia de herbívoros, esto se debe la alta población de depredadores con 250 individuos x m<sup>2</sup> (Gráfico 7).



**Gráfico 6. Abundancia relativa total (número ind x m<sup>2</sup>) por clasificación de los grupos funcionales de la macrofauna recolectada en los estratos de hojarasca en la superficie del suelo y de 0-20 cm de profundidad en fincas plataneras del municipios de León durante el mes de Julio del 2014.**

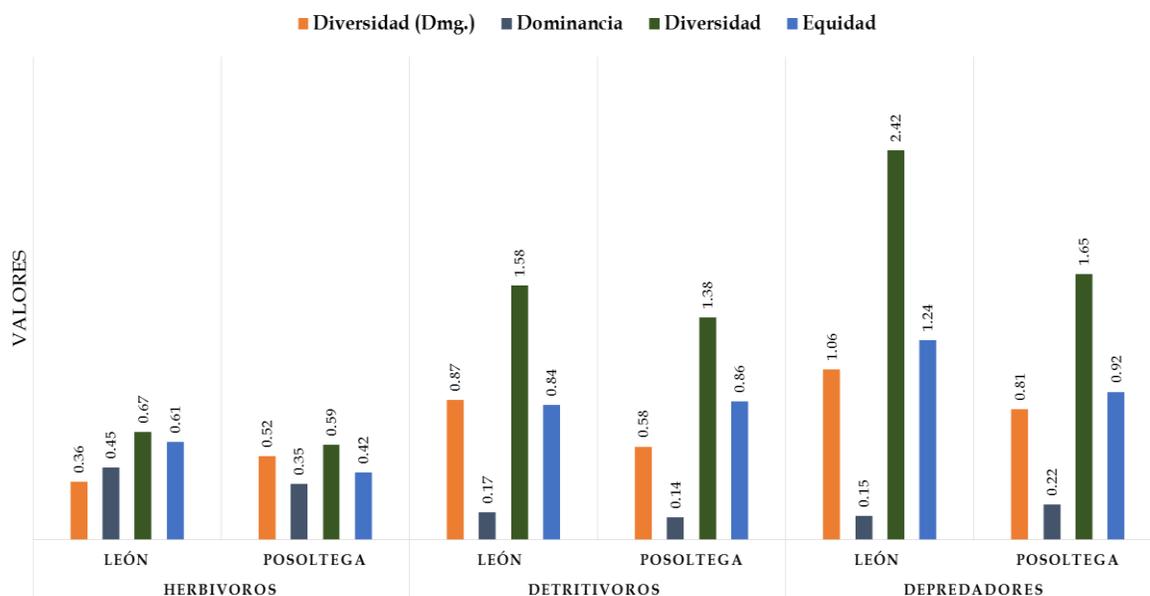


**Gráfico 7. Abundancia relativa total (número ind x m<sup>2</sup>) por clasificación de los grupos funcionales de la macrofauna recolectada en los estratos de hojarasca en la superficie del suelo y de 0-20 cm de profundidad en las fincas plataneras del municipio de Posoltega durante el mes de Julio del 2014.**

En el Gráfico 8, se presentan los tres grupos funcionales delimitados por los municipios de León y Posoltega.

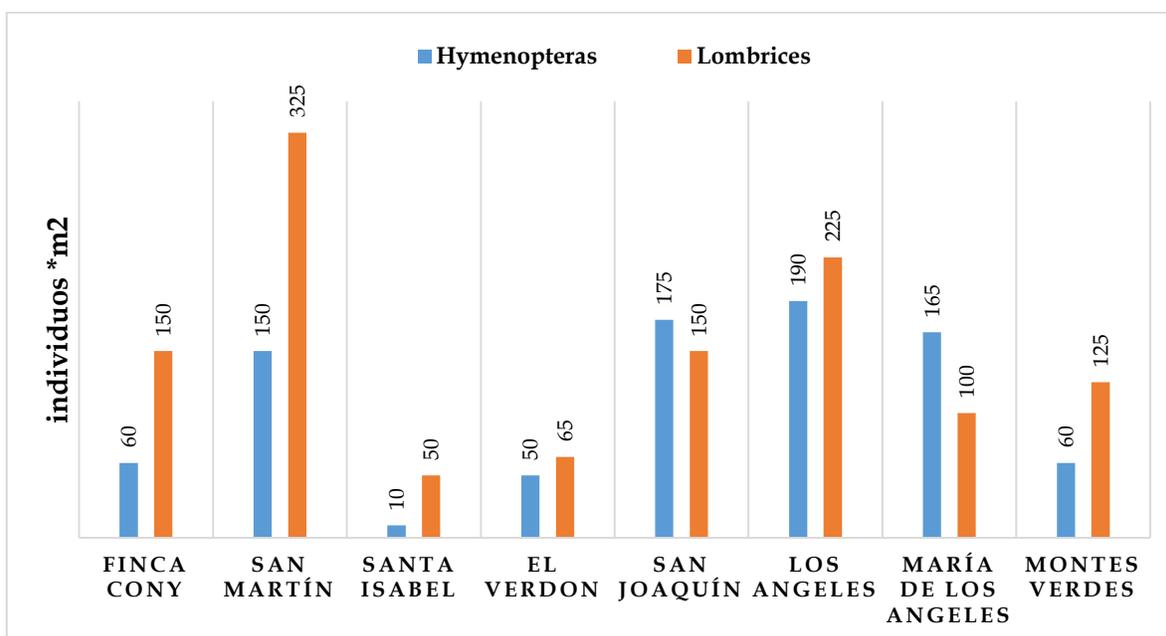
Los datos recolectados, demuestran que el grupo funcional de los herbívoros presentan una proporción elevada de los índices de Diversidad de Shannon-Wiener (SW) con un valor de 0.67, Dominancia de Simpson (S) con un valor de 4.45 y el de Equidad Pielou (J') con un valor de 0.61 en el municipio de León. A diferencia del municipio de Posoltega que tienen un valor menor. Sin embargo sobresale el índice de Diversidad Margalef (Dmg.) con un valor de 0.52 representados.

El grupo funcional de los detritívoros en el municipio de León predominan tres índices el de Diversidad Margalef (Dmg.) con un valor de 0.87, Dominancia de Simpson (S) con un valor de 0.17 y el de Diversidad Shannon-Wiener (SW) con un valor de 1.58 sin embargo en Posoltega solo el índice de Equidad Pielou (J') con un valor de 0.86 y en los Depredadores del municipio de León predominan tres índices el de Diversidad Margalef (Dmg.) con 1.06, Diversidad Shannon-Wiener (SW) con 2.42 y el de Equidad Pielou (J') con 1.24, a diferencia del Municipio de Posoltega que solo prevalece el índice de Dominancia de Simpson (S) con un valor de 0.22.



**Gráfico 8. Índices de Diversidad Margalef (Dmg.), Diversidad de Shannon-Wiener (SW), Dominancia de Simpson (S) y la equidad Pielou (J') según grupo funcional, riqueza específica y la abundancia relativa total (número ind x m<sup>2</sup>) de la macrofauna recolectada en los estratos de hojarasca y de 0-20 cm de profundidad de la superficie del suelo en los municipios de León y Posoltega durante el mes de julio del 2014.**

Para el estudio comparativo de la producción se tomaron los dos géneros más abundantes donde predominan las Lombrices en las fincas San Martín del municipio de León con 325 ind x m<sup>2</sup> seguida por la finca Los Ángeles del municipio de Posoltega con 225 ind x m<sup>2</sup>. Sin embargo las Hymenoptera predominan en las fincas San Joaquín con 175 ind x m<sup>2</sup> y la finca María de los Ángeles con 165 ind x m<sup>2</sup> ambas pertenecientes al municipio de Posoltega (Gráfico 9).

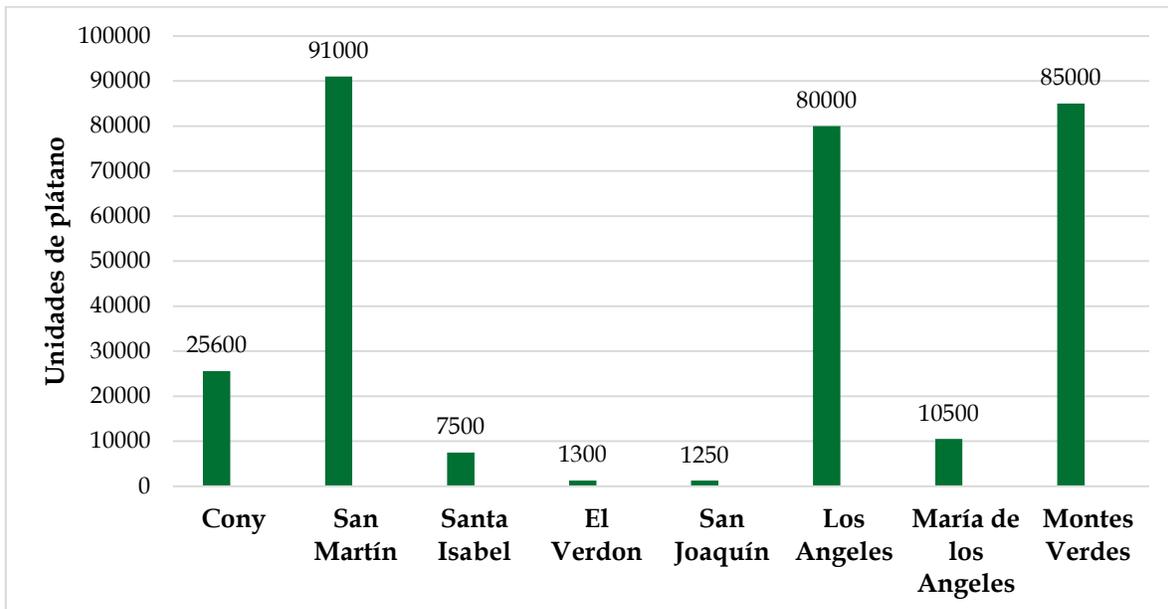


**Gráfico 9. Abundancia total de los géneros de lombrices e insectos del orden Hymenoptera presentes en las fincas plataneras de los municipios de León y Posoltega en el mes de julio del 2014.**

Para la comparación de la producción de plátano por cada finca se tomó la relación de Lombrices e insectos del orden Hymenoptera que son los dos géneros más abundantes donde se observa que a mayor número de Lombrices aumenta la producción y a mayor número de Hymenoptera disminuye la producción.

Las fincas con mayor producción son: San Martín con 91000 und x mz y finca Cony con 25600 und x mz ambas pertenecientes al municipio de León; y las fincas Los Ángeles con

80000 und x mz y Montes Verdes con 85000 und x mz ambas pertenecientes al municipio de Posoltega (Gráfico 10)



**Gráfico 10. Producción del número total de dedos por manzana en las fincas plataneras de los municipios de León y Posoltega en el ciclo anual del 2014.**

***Correlación de Pearson:***

Al realizar el análisis de correlación de Pearson de forma general entre la producción de las fincas (unidades de plátanos por manzanas) y la abundancia de lombrices e insectos del orden Hymenopteras en ambas zonas de los municipios de León y Posoltega, con una confiabilidad del 95% podemos decir que la relación entre la producción de unidades de plátanos por manzanas en las fincas en estudio y la abundancia de lombrices es directa al obtener un coeficiente de correlación de Pearson de 0.743 cercano a 1 que significa que es perfecta la relación o fuerte relación en el análisis de la correlación de Pearson (Tabla 1). Es decir que al aumentar la cantidad de lombrices en el suelo aumentara la producción de unidades de plátanos por manzanas en las fincas en estudio en ambas zonas (León y Posoltega); en cambio la relación de la producción y la cantidad de insectos del Orden Hymenoptera es débil al obtener un coeficiente de correlación de Pearson de 0.261 (Tabla 1) por estar muy cercana a cero, lo cual nos indica que hay poca relación o debilidad en la correlación del coeficiente de Pearson entre producción y abundancia de los insectos del Orden Hymenoptera.

En el municipio de León se presentan tres relaciones fuertes. La primera relación entre la productividad (unidades de plátano por manzanas en las fincas) y abundancia de lombrices con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.988 (Tabla 1) indicando fuerte correlación. La segunda relación de productividad y abundancia de insectos del orden de Hymenoptera con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.942 (Tabla 1) indicando fuerte correlación. Y la tercera relación entre la abundancia de lombrices e insectos del orden Hymenopteras con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.968 (Tabla 1) muy fuerte por estar los coeficientes cercanos a la unidad, es una relación directa, al aumentar la cantidad de lombrices en el suelo aumentara la producción y la cantidad de insectos del Orden Hymenoptera.

En el municipio de Posoltega la relación de la producción con la abundancia de lombrices es débil al presentar un coeficiente de correlación de Pearson de 0.465 (Tabla 1). La segunda relación de abundancia de lombrices con insectos del Orden de Hymenoptera disminuye al presentar un coeficiente de correlación de Pearson de -0.484 (Tabla 1) indicando una relación negativa. Pero la abundancia de los insectos del Orden de Hymenoptera se mantiene por que al aumentar el número de lombrices aumentará la producción y cantidad de Hymenoptera con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.469 (Tabla 1) favoreciendo una relación directa. En cambio la relación entre cantidad de insectos del orden Hymenopteras y la producción presenta una relación inversa, con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.484 (Tabla 1) es decir que al disminuir la cantidad de Hymenopteras disminuirá la producción (Tabla 1).

**Tabla 1. Correlación de Pearson de la producción de unidades de plátano Cuerno Enano (AAB) con la densidad por metro cuadrado de Lombrices e insectos Hymenopteras en las fincas plataneras de los municipios de León y Posoltega en el mes de junio del 2014.**

<b>Zona de estudio.</b>		<b>Producción</b>	<b>Lombrices</b>	<b>Hymenopteras</b>
<b>Ambas Zonas</b>	<b>Producción</b>		0.743	0.261
	<b>Lombrices</b>	0.743		0.608
	<b>Hymenopteras</b>	0.261	0.608	
<b>León</b>	<b>Producción</b>		0.988	0.942
	<b>Lombrices</b>	0.988		0.968
	<b>Hymenopteras</b>	0.942	0.968	
<b>Posoltega</b>	<b>Producción</b>		0.465	-0.484
	<b>Lombrices</b>	0.465		0.469
	<b>Hymenopteras</b>	-0.484	0.469	

### ***Regresión:***

Coefficientes de determinación.

En el análisis de regresión lineal de manera general para las zonas pudimos obtener un coeficiente de determinación de 0.551, lo que nos indica que solo el 55,1% de la variabilidad de la producción está explicada en el modelo para ambas zonas. Las variables independientes fueron la densidad de Lombrices por metro cuadrado.

El modelo de regresión que se obtuvo es:

$$\widehat{Producción} = -11629.755 + (332.091 * \text{densidad de lombrices por } m^2)$$

En el análisis de regresión para la zona de León pudimos obtener un coeficiente de determinación de 0.980, lo que nos indica que solo el 98% de la variabilidad de la producción esta explicada en el modelo. Las variables independientes fueron la densidad de Lombrices por metro cuadrado y la densidad de Hymenopteras por metro cuadrado.

El modelo de regresión que se obtuvo es:

$$\begin{aligned} \widehat{Producción} = & -15970.316 + (396.696 x \text{ densidad de lombrices por } m^2) \\ & - (165.812 * \text{densidad de Hymenopteras por } m^2) \end{aligned}$$

En el análisis de regresión para la zona de Posoltega pudimos obtener un coeficiente de determinación de 0.848, lo que nos indica que solo el 84.8% de la variabilidad de la producción esta explicada en el modelo. Las variables independientes fueron la densidad de lombrices por metro cuadrado y la densidad de insectos del orden de Hymenopteras por metro cuadrado.

El modelo de regresión que se obtuvo es:

$$\begin{aligned} \widehat{Producción} = & 34250 + (370 x \text{ densidad de lombrices por } m^2) \\ & - (675 x \text{ densidad de Hymenopteras por } m^2) \end{aligned}$$

En base a los modelos de regresión obtenidos se obtuvieron las predicciones estimadas para la producción de unidades de plátano por manzanas para ambas zonas con la densidad de lombrices, donde se puede observar que a mayor densidad de lombrices habrá un aumento en la producción de unidades de plátano por manzana (Tabla 2). En el caso de las

predicciones por zona, observamos que a mayor densidad de lombrices e Hymenopteras habrá una mayor producción de unidades de plátano por manzana en León. En la zona de Posoltega se presentó el fenómeno de mayor densidad de Hymenopteras que de Lombrices, se pudo predecir que a mayor densidad de Hymenoptera habrá una disminución en la producción (Tabla 2).

**Tabla 2. Predicciones en base a los modelos de regresión obtenidos en las fincas plataneras de los municipios de León y Posoltega en el mes de junio del 2014.**

Finca	Zona	Producción real de número de dedos por manzana.	Hymenopteras por metro cuadrado	Lombrices por metro cuadrado	Producción estimada general lombrices	Producción estimada por zona de lombrices e Hymenopteras
Finca Cony	León	25600	60	150	38183.9	33585.36
Finca San Martín	León	91000	150	325	96299.82	88084.08
Finca Santa Isabel	León	7500	10	50	4974.8	2206.36
Finca El verdon	León	1300	50	65	9956.16	1524.32
Finca San Joaquin	Posoltega	1250	175	150	38183.9	25625
Finca Los Ángeles	Posoltega	80000	190	225	63090.72	70250
Finca María de los Ángeles	Posoltega	10500	165	100	21579.35	-4125
Finca Montes Verdes	Posoltega	85000	60	125	29881.62	85000

## VII. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos y dadas las condiciones en que se realizó este trabajo podemos concluir:

El mayor porcentaje de individuos se encuentran en el estrato de 0-20 cm<sup>2</sup> con 78.72% mientras que el estrato de hojarasca representa el 21.26%.

El departamento que presentó mayor número de riqueza específica es León con 23 géneros y Posoltega presentó menor número de riqueza específica con 21 géneros sin embargo la abundancia relativa es mayor en Posoltega con 1700 individuos por m<sup>2</sup>, en cambio León presenta una abundancia relativa de 1450 individuos por m<sup>2</sup>.

Debido a que el municipio de León presenta mayor número de especies, los índices de Diversidad de Shannon-Wiener (SW) 8.8, Diversidad de Margalef (Dmg) 3.02, la dominancia de Simpson (S) 0.20 y el de equidad de Pielou (J') 2.81 son mayores. Sin embargo en el municipio de Posoltega al presentar menos número de especies los índices son menores: índice de Diversidad de Shannon-Wiener (SW) 7.3, Diversidad de Margalef (Dmg) 2.69, el dominancia de Simpson (S) 0.19 y el de equidad de Pielou (J') 2.4.

La comunidad de *Oligochaeta* es la más predominante en ambos municipios con un promedio de 37.77% del total de individuos colectados.

Las prácticas de manejo que promueven la presencia de residuos orgánicos conjuntamente a la diversificación espacial y temporal de especies vegetales alojan comunidades más ricas, diversas y equitativas, con predominio del grupo funcional detritívoros, 940 individuos el municipio de León y 935 individuos el municipio de Posoltega.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

En base a los resultados obtenidos recomendamos lo siguientes:

Este estudio debe realizarse en futuras investigaciones, poniendo especial énfasis en cada una de las etapas fenológicas del cultivo y tomando en cuenta las dos estaciones del año (verano e invierno).

Realizar estudios físico-químicos para poder determinar la calidad del suelo y conocer las propiedades del mismo, esta es una herramienta de utilidad para evaluar la sustentabilidad de las innovaciones tecnológicas que se proponen para el manejo de suelos y cultivos.

También calcular la biomasa para poder evaluar los diferentes tipos de manejo del suelo.

Llevar un registro de los insumos (dosificación, periodo y frecuencia) que se aplican en el cultivo.

Se resalta la necesidad de taxónomos especializados en estos grupos de invertebrados, debido a su importancia en la agricultura, de mayor cantidad de estudios a nivel de poblaciones y comunidades.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

2005. (s.f.). Evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción. *Tesis de Maestría*, 100.
- Acuña, P., & Ruiz, R. (1998). Manejo Sostenible del Cultivo de banano: Resultados Preliminares del efecto de minicomposteras formadas de residuos orgánicos de la cosecha sobre la producción. En F. Rosales, S. C. Tripon , & J. Cerna, *Producción de Banano Orgánico y, o, ambientalmente amigable. Memorias del Taller Internacional realizado en la EARTH* (págs. 186-192). Costa Rica: Red internacional para el mejoramiento del banano y el plátano, Montpellier, Francia.
- Aguilar, J. (2008). Búsqueda de Eficiencia en el Uso de Nutrientes en Banano . En acorbat, *XVIII Reunión Internacional de la Asociación para la Cooperación en Investigación de Bananos en el Caribe y la América Tropical* (pág. 60). Ecuador.
- Andrews, K., & Caballero, R. (1990). *Ordenes y Familias de Insectos de Centroamérica*.
- Belálcazar, S. (1998). El cultivo del plátano en el trópico. En *Manual de Asistencia Técnica* (Vol. 50, pág. 290). Quindío, Colombia.
- Belalcázar, S., Rosales, F. E., & Espinoza, J. (2003). Altas densidades de siembra en plátano, una alternativa rentable y sostenible de producción. En G. Rivas, *Taller: Manejo convencional y alternativo de la sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas* (pág. 52). Ecuador: MUSALAC, INIBAP Y FUNDAGRO.
- Belalcázar, S., Rosales, F. E., & Pocasangre, L. E. (2003). Formación y desarrollo de las raíces de plátano (Musa AAB Simmonds). En INIBAP, *Symposium Internacional Sistema Radical del Banano hacia una mejor conocimiento para su manejo productivo* (pág. 42). San José, Costa Rica.
- Beteta, F. B., & Carcache-Vega, M. (2007). *ANÁLISIS MULTISECTORIAL PARA IDENTIFICAR BRECHAS TECNOLÓGICAS Y RETOS PARA EL DESARROLLO DEL SECTOR MUSÁCEAS EN NICARAGUA*. Nicaragua.

- Brow, G. G., Fragoso, C., Barios, I., Rojas, P., Patron, J., Bueno, J., . . . Rodríguez, C. (2006). *Diversidad y Rol Funcional de la Macrofauna Edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos*. Recuperado el 17 de Febrero de 2015, de <http://www.bgbd.net/downloads/DIVERSIDAD%20Y%20ROL%20FUNCIONAL%20DE%20LA%20MACROFAUNA%20ED%20C1FICA%20EN%20LOS.pdf>
- Caballero, V. (2010). *Evaluación de la producción de plátano de la variedad Curaré enano en función de dos épocas de siembra y tres programas de fertilización en Zamora*. Honduras: Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Castillo, F., & Vera, L. (2000). *Comparación de la biodiversidad de la macrofauna de los suelos bananeros con manejo convencional y orgánica en la EARTH*. Guacimo, Cost Rica.
- Curry, J., & Good, J. (1992). Soil faunal degradation and restoration. *Advances in Soil Science*, 17, 171-215.
- Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. (2004). *Resultados de Investigaciones en Musáceas*. Republica Dominicana.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2004). *Cadena agroindustrial del plátano, Managua, Nicaragua*. Nicaragua.
- King, A. (1984). *Las Plagas invertebradas de cultivos alimenticios anuales en America Central*.
- Lande, R. (1996). Statistics and partitioning of species diversity and similarity among multiple communities. *Oikos*, 76, 5-13.
- Lavelle, P. (2000). Ecological challenges for soil science. *Soil Sci.*, 165, 73-86.
- Lavelle, P., & Kohlmann, B. (1984). *Estudio cuantitativo de la fauna del suelo en la Región de Laguna Verde, Veracruz*. México: Instituto de Ecología.
- Lavelle, P., & Spain, A. (2001). *Soil Ecology*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 654.

- Maes, J. M. (1998). *Catalogo de los Insectos y Artropodos Terrestres de Nicaragua* (Vol. 3).
- Melo, M. (2010). *Evalaución de la macrofauna edafica en parcelas experimentales enmendadas con biosolidos en diferente proporción en el aula ambiental Soratamaloc. Usaquen Bogotá D.C.* Bogota.
- Monterrey, J., & Lacayo, L. (2005). *Estudio de brechas tecnológicas en la cadena productiva del platano.* Informe final, Managua.
- Moore, J., Berlow, E., Coleman, D., Ruitter, P., Dong, Q., Hasting, A., & Johnson, N. (2004). Detritus, trophic dynamics and biodiversity. *Ecology Letters*, 7, 584-600.
- Moreno, C. (2001). *Manuales y Tesis SEA: Metodos para medir la Biodiversidad.* CYTED, ORCYT-UNESCO, SEA.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2001). *Informe sobre producción y demanda de rubros agrícolas.* En línea, Italia. Recuperado el 17 de Noviembre de 2014, de [http://www.fao.org/index\\_es.htm](http://www.fao.org/index_es.htm)
- Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2004). *Informe sobre la producción y demanda de rubros agrícolas.* En línea, Italia. Recuperado el 20 de Diciembre de 2014, de [http://www:fao.org/index\\_es.htm](http://www:fao.org/index_es.htm)
- 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.
- Pattison, T. (2008). Entendimiento de las funciones y mejoramiento del suelo en bananeras. En acorbat, *XVIII Reunión Internacional de la Asociación para la Cooperación en Investigación de Bananos en el Caribe y la América Tropical* (pág. 61). Ecuador.
- Peet, R. (1974). The measurement of species diversity. *Annul Review of Ecology and Systematics*, 5, 285-307.
- Ploetz, R. (2004). Diseases and pests: A review of their importance and management. *Infomusa*, 3(2), 11-16.

- Ploetz, R. (2004). Diseases and pests: A review of their importance and management. *Infomusa*, 3(2), 11-16.
- Ploetz, R. (2006). Fusarium wilt of bananas is caused by several pathogens referred to as *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Phytopathology*, 96(6), 653-656.
- Robinson, J., & Galán, S. V. (2010). *Bananas y Plantains* (Segunda ed., Vol. 19). London, UK: CABI.
- Rodríguez-Romero, A. S., Hernández, A., & Jaizme-Vega, M. C. (2008). Aproximación a la fertilidad de los suelos plataneros a través de parámetros microbiológicos. En *acorbst, XVIII Reunión Internacional de la Asociación para la Cooperación en Investigación de Bananos en el Caribe y la América Tropical* (pág. 67). Ecuador.
- Rosales, F., Alvarez, J. M., & Vargas, A. (2008). *Guía práctica para la producción de plátano con altas densidades: Experiencias de América Latina y el El Caribe*. Costa Rica: Musalac, Bioversity International.
- Rousseau, G. X., Deheuvelsb, C. I., Rodriguez-Arias, S. D., & Somarriba, E. (2012). Indicating soil quality in cacao-based agroforestry systems and old-growth forests: The potential of soil macrofauna assemblage. *Ecological Indicators*, 23, 535-543.
- Rousseau, L., Fonte, S. J., Téllez, O., van der Hoek, r., & Lavelle, P. (2013). Soil macrofauna as indicators of soil quality and land use impacts in smallholder agroecosystems of western Nicaragua. *Ecological Indicators*, 27, 71-82.
- Simmonds, N. (1962). *The evolution of the bananas*. Longman, London, UK.
- Tason, J. (2011). *Cambio tecnológico del cultivo de plátano en el Valle del Cibao, República Dominicana: el caso del cv. FHIA-21 (Musa AAAB)*. (T. d. Maestría, Ed.) Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Teycheney, P.-Y. (2008). Control de Enfermedades Virales del Banano y del Plátano . En *acorbst, XVIII Reunión Internacional de la Asociación para la Cooperación en Investigación de Bananos en el Caribe y la América Tropical* (pág. 36). Ecuador .

- Wardle, D. (1995). Impacts of disturbance on detritus food webs in agro-ecosystems of contrasting tillage and weed management practices. *Advances in Ecological Research*, 26, 105-185.
- Zerbino, S., Altier, N., & Rodríguez, C. (2008). Evaluación de la macrofauna del suelo en sistemas de producción en siembra directa y en pastoreo. *Agrociencia*, 7, 44-55.

## **X. ANEXO**

Anexo 1. TABLA 1.

Población total de especies recolectadas en los estratos de hojarasca y 0-20 cm de profundidad del suelo en los municipios de León y Posoltega.

Número de especie	Género	León	Posoltega
1	Geophilus	70	25
2	Philoscia	160	5
3	Lathrobium	35	30
4	Elateridae	20	0
5	Leptothorax	70	20
6	Carabeidae	20	20
7	Oxidus	110	35
8	Asiomorpha	30	170
9	Hypoconera (ponerini)	165	0
10	Lombrices	590	600
11	Laboptera	20	0
12	Lobopoda	10	0
13	Bolbelamus	5	0
14	Camponotus	30	0
15	Diptera	5	0
16	Euborellia	10	10
17	Pangaeus	5	0
18	Hymenorus	5	0
19	Plexippus	10	20
20	Reticulitermes	5	90
21	Scarabidae	65	35
22	Pheidole	5	280
23	Tenebrinidae	5	15
24	Carpophilus	0	5
25	Desconocido Curcu	0	15
26	Solenopsis	0	290
27	Cylindroiulus	0	15
28	Hahnia	0	10
29	Phrurolithus	0	5
30	Coproporus	0	5

Anexo 2. TABLA 2

Población total de especies recolectadas en los estratos de hojarasca y 0-20 cm de profundidad del suelo en los municipios de León.

Número de especie	Género	Finca Cony	Finca San Martín	Finca Santa Isabel	Finca El Verdón
1	Geophilus	65	0	0	5
2	Philoscia	95	20	45	0
3	Lathrobium	35	0	0	0
4	Elateridae	15	0	5	0
5	Leptothorax	10	5	10	45
6	Carabeidae	15	0	0	5
7	Oxidus	70	40	0	0
8	Asiomorpha	15	0	5	10
9	Hypoponera (ponerini)	50	115	0	0
10	Lombrices	150	325	50	65
11	Laboptera	0	5	15	0
12	Lobopoda	0	5	0	5
13	Bolbelamus	0	5	0	0
14	Camponotus	0	30	0	0
15	Diptera	0	5	0	0
16	Euborellia	0	5	0	5
17	Pangaeus	0	0	5	0
18	Hymenorus	0	0	5	0
19	Plexippus	0	0	0	10
20	Reticulitermes	0	0	0	5
21	Scarabeidae	0	0	0	65
22	Pheidole	0	0	0	5
23	Tenebrinidae	0	0	5	0

Anexo 3. TABLA 3

Población total de especies recolectadas en los estratos de hojarasca y 0-20 cm de profundidad del suelo en los municipios de Posoltega.

Número de especie	Género	Finca San Joaquín	Finca Los Ángeles	Finca María de los Ángeles	Finca Montes Verdes
1	Plexippus	5	0	15	0
2	Philoscia	5	0	0	0
3	Carpophilus	5	0	0	0
4	Curculinidae	10	0	0	5
5	Leptothorax	10	0	0	10
6	Pheidole	80	0	155	45
7	Solenopsis	85	190	10	5
8	Carbeidae	15	5	0	0
9	Oxidus	5	30	0	0
10	Cylindroiulus	10	0	5	0
11	Lombrices	150	225	100	125
12	Hahnia	0	5	5	0
13	Geophilus	0	5	0	20
14	Lathrobium	0	25	0	5
15	Tenebrinidae	0	5	10	0
16	Scarabidae	0	20	0	15
17	Asiomorpha	0	5	40	125
18	Phrurolithus	0	0	5	0
19	Reticulitermes	0	0	5	85
20	Coproporus	0	0	5	0
21	Euborellia	0	0	0	10

Anexo 4. TABLA 4

Índices de Diversidad de Margalef (Dmg), Diversidad de Shannon-Wiener (SW), Dominancia de Simpson (S), Equidad de Pielou (J) en los suelos plataneros de los municipios de León y Posoltega.

Índices	León	Posoltega
Riqueza de Mg.	3.02	2.69
Diversidad	8.8	7.3
Dominancia	0.20	0.19
Equidad	2.81	2.4

Anexo 5. TABLA 5

Abundancia relativa total por clasificación de grupos funcionales en los municipios de León y Posoltega.

Grupos funcionales	Abundancia	
	LEON	POSOLTEGA
Herbivoros	230	310
Detritivoros	940	935
Depredadores	280	460

Anexo 6. TABLA 6

Abundancia relativa total según grupo funcional en las fincas del municipio de León.

		F inca Cony	F inca San Martin	F inca Santa Isabel	F inca El Verdón
ABUNDANCIA	HERBIVOROS	65	150	10	5
	DETRITIVOROS	330	400	125	85
	DEPREDADORES	125	10	15	130

Anexo 7. TABLA 7

Abundancia relativa total según grupo funcional en las fincas del municipio de Posoltega

		F inca San Joaquín	F inca Los Ángeles	F inca María de los Ángeles	F inca El Verdón
ABUNDANCIA	HERBIVOROS	95	0	155	60
	DETRITIVOROS	170	265	160	340
	DEPREDADORES	115	250	40	55

Anexo 8. TABLA 8

Índices por grupo funcional en los municipios de León y Posoltega.

INDICES	HERBIVOROS		DETRITIVOROS		DEPREDADORES	
	León	Posoltega	León	Posoltega	León	Posoltega
Riqueza de Mg.	0.36	0.52	0.87	0.58	1.06	0.81
Dominancia	0.45	0.35	0.17	0.14	0.15	0.22
Diversidad	0.67	0.59	1.58	1.38	2.42	1.65
Equidad	0.61	0.42	0.84	0.86	1.24	0.92

Anexo 9. TABLA 9.

Clasificación de la macrofauna.

Nombre común	Orden	Familia	Género	Especie
Araña	Araneida	Hahniidae	Hahnia	
Araña brincadora	Araneida	Salticidae	Plexippus	Sp.
Araña brincadora	Araneida	Salticidae	Zygoballus	Sp.
Araña rápida	Araneida	Corinnidae	Phrurolithus	
	Araneida	Lampyridae	Pityolyphantes	
Cucaracha	Blattoptera	Blattidae	Laboptera	Sp.
Escarabajito de la savia	Coleoptera	Tenebrionidae	Lobopoda	Sp.
Escarabajo	Coleoptera	Scarabadoidae - Geotrupidae	Bolbelamus	Sp.
Escarabajo de la savia	Coleoptera	Tenebrionidae	Hymenorus	Sp.
Escarabajo de la savia	Coleoptera	Nitidulidae	Carpophilus	
Escarabajo del diablo	Coleoptera	Staphilinidae	Coproporus	
Escarabajos	Coleoptera	Scarabadoidae	Euphoria	
Escarabajos del diablo	Coleoptera	Staphilinidae	Lathrobium	Sp.
Falso gusano alambre	Coleoptera	Tenebrionidae		
Gallina Ciega	Coleoptera	Scarabaeidae		
Gusano alambre	Coleoptera	Elateridae		
Gusano blanco	Coleoptera	Curculionidae		
Larva de carabidos	Coleoptera	Carabidae		
Luciernaga	Coleoptera	Lampyridae	Photuris	
Tijeretas	Dermaptera	Anisolabidae	Euborellia	Sp.
Larva de mosca	Diptera			
Pupa de mosca	Diptera			
Cien piés	Geophilomorpha	Geophilidae	Geophilus	Sp.
Chinche apestoso	Heteroptera	Pentatomidae	Pangaeus	Sp.
Chinche apestoso	Heteroptera	Pentatomidae	Euschistus	Sp.

Salta hojas	Homoptera	Cicadellidae	Carneocephala	Sp.
Hormigas bravas	Hymenoptera	Formicidae	Leptothorax	Sp. 2
Hormigas carpinteras	Hymenoptera	Formicidae	Camponotus	Sp.
Hormigas cosechadora	Hymenoptera	Formicidae	Pheidole	Sp.
Hormigas de fuego	Hymenoptera	Formicidae	Solenopsis	
Zompos	Hymenoptera	Formicidae	Atta Sp.	Sp.
	Hymenoptera	Formicidae	Hypoponera (ponerini)	Sp. 1
	Hymenoptera	Formicidae	Monomorium	
Cochinilla Terrestre gris	Isopoda	Philosciidae	Philoscia	Sp.
Comegenes y termitas	Isoptera	Rhinotermitidae	Reticulitermes	Sp.
Mil piés	Julida	Julidae	Cylindroiulus	
Gusano	Lepidoptera	Psychidae		
Grillo	Orthoptera	Tetrigidae	Paratettix	Sp.
Mil piés	Polydesmida	Paradoxosomatidae	Oxidus	Gracilis
Mil piés	Polydesmida	Paradoxosomatidae	Asiomorpha	Coarctata
Cien piés	Scolopendromorpha	Scolopendridae	Scolopendra	Sp.

## Regresión

### Variables introducidas/eliminadas

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	Lombrices <sup>a</sup>	.	Introducir

- a. Todas las variables introducidas.  
b. Variables dependiente: producción.

Resumen del modelo

R cuadrado	R cuadrado corregida
.551	.477

- a. Variables predictoras: (Constante), Lombrices

Correlaciones de Pearson en los Municipios de León y Posoltega en el mes de julio del 2014. En las parámetros de Producción, densidad de lombrices e Himenopteras.

		Producción	Lombrices	Himenopteras
Producción	Correlación de Pearson	1	.743 <sup>*</sup>	.261
	Sig. (bilateral)		.035	.533
	N	8	8	8
Lombrices	Correlación de Pearson	.743 <sup>*</sup>	1	.608
	Sig. (bilateral)	.035		.110
	N	8	8	8
Himenopteras	Correlación de Pearson	.261	.608	1
	Sig. (bilateral)	.533	.110	
	N	8	8	8

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

#### ANOVA<sup>b</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	6.241E9	1	6.241E9	7.373	.035 <sup>a</sup>
	Residual	5.079E9	6	8.464E8		
	Total	1.132E10	7			

a. Variables predictoras: (constante), lombrices.

b. Variables dependientes: producción.

Modelo	R	Error típ. de la estimación
1	.743 <sup>a</sup>	29093.448

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients tipificados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	-11629.755	20899.041		-.556	.598
	Lombrices	332.091	122.302	.743	2.715	.035

**Correlaciones**

a. Variable dependiente: Producción

**Zona = León Correlaciones<sup>a</sup>**

		Producción	Lombrices	Hymenopteras
Producción	Correlación de Pearson	1	.988*	.942
	Sig. (bilateral)		.012	.058
	N	4	4	4
Lombrices	Correlación de Pearson	.988*	1	.968*
	Sig. (bilateral)	.012		.032
	N	4	4	4
Hymenopteras	Correlación de Pearson	.942	.968*	1
	Sig. (bilateral)	.058	.032	
	N	4	4	4

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

a. zona león

**Correlaciones<sup>a</sup>**

		Producción	Lombrices	Hymenopteras
Producción	Correlación de Pearson	1	.465	-.484
	Sig. (bilateral)		.535	.516
	N	4	4	4
Lombrices	Correlación de Pearson	.465	1	.469
	Sig. (bilateral)	.535		.531
	N	4	4	4
Himenopteras	Correlación de Pearson	-.484	.469	1
	Sig. (bilateral)	.516	.531	
	N	4	4	4

a. Zona = Posoltega

**Zona = Posoltega**

**Regresión**

**Zona = León**

**Variables introducidas/eliminadas<sup>b,c</sup>**

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	Hymenopteras, Lombrices	.	Introducir

**VARIABLES INTRODUCIDAS/ELIMINADAS<sup>b,c</sup>**

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	Hymenopteras, Lombrices	.	Introducir

- a. Todas las variables solicitadas introducidas.
- b. Zona= león
- c. Variables dependientes

**Resumen del modelo<sup>b</sup>**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	.990 <sup>a</sup>	.980	.941	10017.061

- a. Variables predictoras: (Constante), Hymenopteras, Lombrices.
- b. Zona= posoltega

**ANOVA<sup>b,c</sup>**

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	4.963E9	2	2.481E9	24.729	.141 <sup>a</sup>
Residual	1.003E8	1	1.003E8		
Total	5.063E9	3			

- a. Variables predictoras: (Constante), Himenopteras, Lombrices
- b. Zona = León
- c. Variable dependiente: Producción

**Coefficientes<sup>a,b</sup>**

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	-15970.316	8414.115		-1.898	.309
	Lombrices	396.696	183.658	1.219	2.160	.276
	Himenopteras	-165.812	392.428	-.239	-.423	.745

a. Zona = León

b. Variable dependiente: Producción

**Zona = Posoltega**

**Variables introducidas/eliminadas<sup>b,c</sup>**

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	Himenopteras, Lombrices	.	Introducir

a. Todas las variables solicitadas introducidas.

b. Zona = Posoltega

c. Variable dependiente: Producción

**Resumen del modelo<sup>b</sup>**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	.921 <sup>a</sup>	.848	.543	30051.518

a. Variables predictoras: (Constante), Himenopteras, Lombrices

b. Zona = Posoltega

**ANOVA<sup>b,c</sup>**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	5.024E9	2	2.512E9	2.781	.390 <sup>a</sup>
	Residual	9.031E8	1	9.031E8		
	Total	5.927E9	3			

a. Variables predictoras: (Constante), Himenopteras, Lombrices

b. Zona = Posoltega

c. Variable dependiente: Producción

**Coefficientes<sup>a,b</sup>**

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients tipificados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	34250.000	55610.048		.616	.649
	Lombrices	730.000	363.733	.887	2.007	.294
	Himenopteras	-675.000	331.647	-.900	-2.035	.291

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	.921 <sup>a</sup>	.848	.543	30051.518

a. Zona = Posoltega

b. Variable dependiente: Producción

### Regresiones

