



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

*“Por un Desarrollo  
Agrario  
Integral y  
Sostenible”*

**Evaluación de los invertebrados como indicador biológico del ecosistema en dos manejos de suelo: camellones y labranza convencional, Diriamba, Carazo, Nicaragua 2017**

**Autores**

Br. Mario Zabdiel Acuña Pleytes  
Br. Merwing Andrés Betancourth Pineda

**Asesores**

MSc. Moisés Agustín Blanco Navarro  
Ing. Norman Ibragin Cruz Vela  
Ing. Enrique José Pereira Chavarría

**Managua, Nicaragua**  
**Abril, 2018**



*“Por un Desarrollo  
Agrario  
Integral y  
Sostenible”*

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Evaluación de los invertebrados como indicador biológico del ecosistema en dos manejos de suelo: camellones y labranza convencional, Diriamba, Carazo, Nicaragua 2017**

**Autores**

Br. Mario Zabdiel Acuña Pleytes

Br. Merwing Andrés Betancourth Pineda

**Asesores**

MSc. Moisés Agustín Blanco Navarro

Ing. Norman Ibragin Cruz Vela

Ing. Enrique José Pereira Chavarría

**Presentado a la consideración del honorable tribunal  
examinador como requisito final para obtener el título de  
ingeniero agrónomo**

**Managua, Nicaragua  
Abril, 2018**

## INDICE GENERAL

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
ÍNDICE DE CUADROS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
INDICE DE ANEXOS .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS .....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos .....	3
III. MATERIALES Y METODOS.....	4
3.1 Descripción del lugar y de la metodología .....	4
3.2 Metodo de colecta de los invertebrados edáficos .....	4
3.3 Identificación de los invertebrados rastreros y aéreos .....	5
3.4 Descripción del muestreo de invertebrados rastreros .....	5
3.5 Descripción del muestreo de invertebrados aéreos.....	5
3.6 Diseño de siembra.....	5
3.7 Fase de laboratorio.....	6
3.8 Variables evaluadas .....	6
3.8.1 Trampas superficiales (al ras del suelo) y trampas aereas (galones) .....	7

3.8.1.1 Abundancia total de invertebrados encontrados en las trampas superficiales y trampas aereas por manejo de suelo. ....	7
3.8.1.2 Abundancia total de invertebrados encontrados por tipo de trampa superficiales y trampas aereas.....	7
3.8.1.3 Abundancia de invertebrados encontrados en las trampas superficiales y trampas aereas a nivel de orden y familia .....	7
3.8.1.4 Riqueza total de familias de invertebrados encontrados en las trampas superficiales y aereas por manejo de suelo.....	7
3.8.1.5 Índice de diversidad Shannon-Weaver de las principales familias de invertebrados encontrados en las trampas superficiales, aéreas y monolitos.....	7
3.9 Monolitos .....	9
3.9.1 Abundancia .....	9
3.9.2 Diversidad.....	9
3.9.3 Número de organismo por grupo funcional.....	10
3.10 Análisis de los datos. ....	10
IV. RESULTADOS y DISCUSION .....	11
4.1 Abundancia total de invertebrados encontrados en las trampas superficiales y aereas por manejo de suelo. ....	11
4.2 Abundancia total de invertebrados por tipo de trampa, superficiales y aerea, encontrados en dos manejos de suelo. ....	13
4.3 Abundancia de invertebrados de los principales órdenes encontrados en las trampas superficiales y aereas en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional. .	14
4.4 Comparación de la abundancia de invertebrados de las familias encontrados en las trampas superficiales y aéreas en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional .....	15

4.5 Riqueza total de familias de invertebrados encontrados en las trampas superficiales y aerea en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional.....	18
4.6 Índice de diversidad Shannon-Weaver de las principales familias de invertebrados encontrados en las trampas superficiales y aereas en dos manejos de suelo.....	18
4.7 Análisis de datos en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional con trampas superficiales y aereas.....	22
4.8 Identificación de los invertebrados edáficos.....	23
4.8.1 Identificación de los invertebrados edáficos a nivel de clases encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo. ....	23
4.8.2 Identificación de los invertebrados edáficos a nivel de orden encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo. ....	24
4.8.3 Identificación de los invertebrados edáficos a nivel de familias encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo. ....	27
4.9 Rol funcional de la invertebrados edáficos por familias encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo. ....	30
4.9.1 Fitófagos .....	30
4.9.2 Depredadores .....	30
4.9.3 Detritívoros .....	32
4.9.4 Ingenieros del suelo o del ecosistema.....	32
4.9.5 Análisis de datos de los invertebrados encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional. ....	37
V. CONCLUSIONES .....	39
VI. RECOMENDACIONES .....	40
VII. LITERATURA CITADA.....	41
VIII. ANEXOS .....	46

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme dado la sabiduría, el entendimiento, y la fuerza para salir adelante y haberme cuidado en todo momento, por darme fortaleza e inteligencia para realizar mi trabajo de culminación de estudios.

A mis queridos padres Martha de Jesús Pineda Betanco y Orlando Betancourth Tercero por traerme a la vida, darme el apoyo y los consejos que me brindan durante mi formación profesional.

A mi novia Amisadaly Jirón Alvarado por darme su incondicional amor, paciencia y comprensión, por ser fuente de inspiración para el desarrollo y cumplimiento de mis sueños.

A mis hermanos Olman Javier Betancourth, Jelson Orlando Betancourth y familiares que siempre me desearon éxito en mi formación profesional.

*Br. Merwing Andrés Betancourth Pineda*

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme dado la vida, las fuerzas, el entendimiento, la inspiración y entusiasmo de seguir adelante cumpliendo mis metas.

A la Virgen María por interceder en cada uno de mis pasos protegiéndome y guiándome.

A mis queridos padres Mario de Jesús Acuña Carrasco y María de Jesús Pleytez González por traerme a la vida y todos sus consejos y apoyo que me brindaron durante mi formación profesional.

A mis queridos abuelos, hermana, sobrina y familiares que siempre me desearon éxito en mi formación profesional.

A mi novia Karla Isabel Sandoval Pérez por su apoyo, comprensión, paciencia y sobre todo amor que me ha dado para lograr esta meta.

*Br. Mario Zabdiel Acuña Pleytes*

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestro padre y rey de todo el mundo único y celestial “DIOS”, “JEHOVA” por darme la sabiduría, el entendimiento y la fortaleza para salir adelante.

A mis queridos padres Martha de Jesús Pineda Betanco y Orlando Betancourth Tercero por traerme a la vida, darme el apoyo y los consejos que me brindan durante mi formación profesional.

A mis hermanos Olman Javier Betancourth, Jelson Orlando Betancourth y familiares que siempre me desearon éxito en mi formación profesional.

A mis asesores Ing. Msc. Moisés Blanco Navarro, Ing. Agr. Norman Cruz Vela, y al Ing. Enrique, José, Pereira, Chavarría por apoyarme y asesorarme en mi trabajo de culminación.

A la Cooperativa de Productores Agropecuarios de Diriamba (COOPAD R. L.) por haberme apoyado y brindado el lugar para establecer el ensayo.

A la Universidad Nacional Agraria, FAGRO (Facultad de agronomía) y el DPV (Departamento de producción vegetal), por haberme brindado su apoyo en la educación, enseñanza, para ser un profesional y servirle a mi país.

***Br. Merwing Andrés Betancourth Pineda***



## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por regalarme la vida y la Virgen maría que nos dan la sabiduría y protección.

A mis queridos padres Mario de Jesús Acuña Carrasco y María de Jesús Pleytez González por traerme a la vida y todos sus consejos y apoyo que me brindaron durante mi formación profesional.

A mis abuelos, hermana tíos (as), primos por haberme brindado apoyo y entusiasmo de seguir adelante cumpliendo mis metas durante mi formación profesional.

A nuestra alma máster Universidad Nacional Agraria (UNA), FAGRO (Facultad de agronomía) y el DPV (Departamento de producción vegetal), por su colaboración en todo momento, al proceso de transferirme los conocimientos científicos, en especial a los docentes de la facultad de Agronomía, equipo de la Dirección de servicios estudiantiles por su gran labor.

Mis asesores MSc. Moisés Blanco Navarro, Ing. Agr. Norman Cruz Vela y al Ing. Enrique José Pereira Chavarría por su apoyo en el transcurso del trabajo final.

***Br. Mario Zabdiel Acuña Pleytes***

## ÍNDICE DE CUADROS

Sección		Página
1	Abundancia total de invertebrados por tipo de trampa, superficiales y aérea encontrada en los dos manejos de suelo camellones y labranza convencional	13
2	Abundancia de invertebrados de los principales órdenes encontrados en las trampas superficiales y aéreas en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional	14
3	Comparación de la abundancia de invertebrados de las familias encontradas en las trampas superficiales y aéreas en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional	16
4	Índice de diversidad Shannon-Weaver de las principales familias de invertebrados encontrados en las trampas superficiales y aéreas en dos manejos de suelo	19
5	Resumen de las variables en las trampas rastreras y aéreas en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional	22
6	Identificación a nivel de clases de los invertebrados edáficos encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional	23
7	Identificación a nivel de orden de los invertebrados edáficos encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional	25
8	Identificación de los invertebrados edáficos a nivel de familia encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo	28
9	Rol funcional de los invertebrados edáficos por familias encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo	31
10	Rol funcional de los invertebrados edáficos por familias encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo	34
11	Índice de diversidad Shannon-Weaver de las principales familias de invertebrados encontrados en los monolitos en dos manejos de suelo	37
12	Resumen de las variables de invertebrados encontrados en los monolitos en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Abundancia total de invertebrados encontrados en las trampas superficiales y aéreas en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional	11
2	Abundancia total de invertebrados edáficos encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional	26
3	Abundancia de invertebrados por grupo funcional encontrados en los monolitos en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional	36

## INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Colocación de trampas	47
2	Trampas	47
3	Recolección de datos	47
4	Etiquetado	47
5	Fase de laboratorio	47
6	Utilización de claves	47
7	Monolito	48
8	Recolección de datos	48
9	Envasado	48
10	Etiquetado	48
11	Identificación	48
12	Utilización de claves	48
13	Ilustración del monolito utilizado en los dos manejos de suelo Prehispánico y Convencional	49
13	Ubicación del área de estudio	50

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el año 2017, en la finca El Madroño propiedad de la Cooperativa de Productores Agropecuarios de Diriamba (COOPAD), ubicada del cementerio municipal de Diriamba 1/2 km al Oeste; con el objetivo de evaluar los invertebrados, como indicador biológico del ecosistema en dos manejos de suelo: uno denominado camellones, manejado bajo el sistema de camas elevadas formada con la tierra extraída de la construcción de canales adyacentes a los camellones y otro manejo bajo labranza convencional. Para determinar el grado de complejidad se implementaron diferentes métodos de captura de especímenes. Trampas de colecta de invertebrados rastreros usando trampas superficiales (al ras del suelo), en la colecta de invertebrados aéreos se utilizó recipientes plásticos (galones) como trampas colocados a 1 m de la superficie del suelo. Para la colecta de invertebrados en diferentes profundidades se extrajeron volúmenes de suelo llamados monolitos. Se registraron los datos en una base de datos de Excel y MINITAB, para el análisis estadístico T-Student y la aplicación del índice de diversidad Shannon-Weaver. Se encontró que para la variable número de especies la presencia de invertebrados en las trampas superficiales y aéreas fue mayor en las parcelas manejadas bajo manejo convencional. Las familias más representativas fueron la Vespidae, Muscidae, Apidae y Noctuidae. En los monolitos se encontró una mayor abundancia, diversidad y riqueza en los camellones, en los cuales las familias más representativas fueron Formicidae, Rhinotermitidae y Scolopendridae. El grupo funcional con mayor presencia fue el de los fitófagos, detritívoros. También hubo presencia de ingenieros del suelo y depredadores como un indicador de la fertilidad biológica de los suelos.

Palabras clave: diversidad, labranza, abundancia, monolitos.

## ABSTRACT

This research work was carried out in 2017, in the Finca El Madrone owned by the Cooperative of agricultural producers of Diriamba (COOPAD), located in the municipal cemetery of Diriamba 1/2 km to the west; In order to evaluate the invertebrates, as biological indicator of the ecosystem in two soil managements: one called camels, managed under the elevated bed system formed with the Earth extracted from the construction of canals adjacent to the camels and Other management under conventional tillage. Different methods of specimen capture were implemented to determine the degree of complexity. Traps for the collection of crawling invertebrates using superficial traps (at the ground level), plastic containers (gallons) were used as traps placed 1 m from the surface of the soil. For the collection of invertebrates in different depths were extracted volumes of soil called monoliths. Data were recorded in an Excel and MINITAB database for T-Student statistical analysis and the application of the Shannon-Weaver diversity index. It was found that for the variable number of species the presence of invertebrates in the superficial and aerial traps was higher in the plots managed under conventional management. The most representative families were Vespidae, Muscidae, Apidae and Noctuidae. In the monoliths was found a greater abundance, diversity and richness in the camels, in which the most representative families were Formicidae, Rhinotermitidae and Scolopendridae. The functional group with the greatest presence was that of the phytophagous, Detrivoros. There was also the presence of soil engineers and predators as an indicator of soil biological fertility.

Key words: Diversity, tillage, abundance, monoliths.

## I. INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso biológicamente activo, a escala humana no renovable, su condición es vital no sólo para la producción de alimentos sino también para el balance global y funcionamiento de los ecosistemas (Doran *et al*; 1996). Es un sistema en el cual la mayoría de sus propiedades físicas, químicas y procesos que ocurren son mediados por la biota que lo habita.

Los diversos organismos están ensamblados en intrincadas y variadas comunidades que colectivamente contribuyen con un amplio rango de servicios esenciales para el funcionamiento sustentable de los ecosistemas: intervienen en los ciclos de nutrientes, regulan la dinámica de la materia orgánica, secuestran carbono y regulan la emisión de gases de invernadero, modifican la estructura física del suelo y actúan sobre el régimen del agua y la erosión.

Los invertebrados intervienen en los procesos edáficos de dos maneras, directamente por la modificación física de los residuos del suelo e indirectamente a través de las interacciones con la comunidad microbiana (González *et al*; 2017). La fauna del suelo comprende una gran diversidad de organismos con tamaños y mecanismos de adaptabilidad diferentes, especialmente en cuanto a la movilidad y modo de alimentación, lo que determina la manera que puede influir en los procesos del suelo (Linden, 1994).

Se destacan los efectos que tienen en la fertilidad y estructura del suelo, en el control de insectos, enfermedades y en el crecimiento de las plantas.

Este grupo está integrado por los animales que tienen un ancho de cuerpo mayor a 2 mm (Linden, 1994) y que pertenecen a distintos Filos, Clases y Órdenes. Desde el punto de vista de la alimentación incluye individuos que son herbívoros, detritívoros y depredadores (Brown *et al*; 2001).

La macro fauna responde al manejo en escalas de tiempo meses o años, por lo que tiene potencial para el uso, como indicadores biológicos (Blair *et al*; 1996).

Los invertebrados del suelo son importante porque a través de sus actividades físicas (mezcla del mantillo con el suelo, construcción de estructuras y galerías, agregación del suelo) y metabólicas (utilización de fuentes orgánicas disponibles, desarrollo de relaciones mutualistas y antagonistas) participan en muchos procesos (Linden *et al*; 1994).

Al fragmentar las partículas, producir heces fecales y estimular la actividad microbiana interviene en el ciclo de la materia orgánica y de nutrientes. También modifican la aeración, infiltración y textura, a través de la construcción de galerías y al traer a la superficie y mezclar suelo de las capas inferiores del perfil (Linden *et al*; 1994).

Las actividades humanas a través de las distintas prácticas de manejo y tecnologías aplicadas ejercen efectos determinantes en la biota del suelo y sobre ella misma, lo que afecta la composición de las comunidades y su nivel de actividad.

Los camellones son elevaciones de tierra suelta de entre 12 y 15 cm de altura en forma lineal y paralela unas a las otras, separadas por una zanja por donde drena el agua del riego. Los camellones deben tener una leve inclinación (talud), para facilitar el drenaje del agua superficial, protegiendo a los cultivos del exceso de agua y condiciones climáticas adversas y de enfermedades causadas por la humedad, hongos y malezas (Amaroli, 2009).

Los camellones aumentan la temperatura del suelo entre 2 °C a 3 °C en la cama de semillas, lo que permite adelantar las siembras y conseguir mayores rendimientos (Amaroli, 2009).

La labranza convencional, este tipo de manejo se basa en dos principios, uno de ellos es maximizar la producción y el otro maximizar las ganancias económicas (Gliessman, 1998).



## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Evaluar la diversidad de los invertebrados como indicador biológico de la calidad del suelo en el ecosistema en dos manejos de suelo: camellones y labranza convencional.

### **2.2 Objetivos específicos**

1-Identificar los parámetros abundancia, frecuencia y dominancia de especies tomando en cuenta la composición, estructura y diversidad de los ecosistemas.

2-Determinar las diferencias de invertebrados para estimar el efecto de las prácticas entre los dos manejos de suelo sobre la diversidad, abundancia y riquezas.

3-Determinar la relación entre el rol funcional de los invertebrados en la calidad del suelo.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Descripción del lugar y de la metodología**

El experimento se realizó en los meses de mayo hasta diciembre del año 2017. El área de estudio está situada en la finca El Madroño la cual tiene una extensión de 7.4 ha, propiedad de la Cooperativa de Productores Agropecuarios de Diriamba, (COOPAD R.L), en Carazo, esta ciudad está ubicada a 42 km de Managua, se encuentra entre los 11° 51' 13" de longitud Norte y 86° 16' 18" de longitud Oeste, se caracteriza por tener un clima húmedo, siendo relativamente fresco con leves alzas de temperatura, la que oscila entre los 25 y 27 °C. La precipitación alcanza entre los 1 200 y 1 400 mm, se encuentra a una altitud de 537 msnm. Los suelos son de textura arcillosa.

El diseño del estudio consistió en la comparación de 2 manejos de suelo: labranza convencional y camellones en los que se estableció 3 sistemas de cultivo: Sistema tradicional frijol, (*Phaseolus vulgaris* L.) y maíz, (*Zea mays* L) sistema de tres hermanas frijol, maíz y ayote, (*Cucurbita argyrosperma* L.) y sistema de rescate frijol, maíz Pujagua, y amaranto (*Amaranthus caudatus* L). Para ampliar el número de observaciones se estableció una réplica de ellas. En cada una de estas parcelas se colocaran, trampas superficiales (panas plásticas al ras del suelo) y trampas de aéreas (Recipientes de plástico con capacidad de un galón), (Jiménez, 2014). El total de trampas fue de 12 superficiales y 12 aéreas estas muestras se tomaron semanalmente.

#### **3.2 Método de colecta de los invertebrados edáficos**

Se colectaron 12 monolitos uno por cada manejo de cultivo, este proceso de colecta de monolitos se realizó 3 veces (al inicio a mediado y al finalizar el ensayo), las dimensiones de los monolitos fueron de 25 x 25 x 30 cm. Los monolitos fueron extraídos del suelo con un palin con mucha precisión para no dañar las muestras; se dividieron en tres estratos sucesivos (0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm de profundidad; los invertebrados fueron extraídos en el sitio, revisando también la hojarasca, se utilizó la metodología de Anderson e Ingram (1993) en su publicación Tropical Soil Biology and Fertility: (TSBF).

Seguidamente se extrajo la tierra de las muestras, donde se depositaron en una zaranda por estratos diferentes para su respectiva revisión. Los invertebrados frágiles de cada estrato fueron extraídos; se colocaron en un frasco plástico con su respectiva información (sistemas de cultivo, manejo de suelo y profundidad de las muestras); los invertebrados se conservaron en alcohol al 70 %, para su identificación en laboratorio.

### **3.3 Identificación de los invertebrados rastreros y aéreos**

El muestreo o colecta de invertebrados se realizó semanalmente en la finca El Madroño, utilizando dos métodos. El primer método consistió en captura de invertebrados rastreros con trampas superficiales, el segundo método consistió en captura de invertebrados voladores, utilizando trampas aéreas (galones plásticos).

### **3.4 Descripción del muestreo de invertebrados rastreros**

Este tipo de trampas superficiales, utilizadas para la captura y colecta de invertebrados rastreros, consiste en una pana plástica de 35 cm de diámetro y 20 cm de profundidad al ras del suelo con capacidad de 2 l y a estas se les agrego 4 g de detergente, la frecuencia del muestreo fue semanal, al igual que el cambio de la solución del agua y detergente.

### **3.5 Descripción del muestreo de invertebrados aéreos**

Para la captura y colecta de la invertebrados aéreos se utilizaron trampas aéreas (galones plásticos) con capacidad de 4 l y se le agrego 40 ml de melaza como atrayente para los invertebrados, los galones fueron cortados por los 2 costados y ubicados verticalmente a una altura de la superficie del suelo de 1 m. La frecuencia de muestreo fue semanal, en cada fecha de muestreo se le cambio la solución del agua y melaza.

### **3.6 Diseño de siembra**

Se establecieron dos parcelas de 10 m de largo por 8 m de ancho con dos manejos de suelo: camellones y labranza convencional. Para establecer los camellones, primero se cortaron las arvenses, las que se dejaron a un lado y una vez conformada la era, se acomodaron encima formando una cobertura muerta, dejando tres camellones por parcela.

La parcela de labranza convencional fue preparada con azadón. En ambos casos la nutrición del suelo será por la descomposición natural de la cobertura.

En las parcelas se establecieron los siguientes sistemas de cultivos:

1. Manejo tradicional de asocio frijol y maíz brácteas moradas, que ha predominado sin cambios hasta nuestra época.
2. Manejo antiguo de las tres hermanas: maíz, frijol, más el cultivo de cucurbitáceas, que se mantiene vigente en algunas áreas de cultivo.
3. Manejo de rescate usando frijol, maíz pujagua, y amaranto, proponiendo el uso de estos cultivos relegados en nuestra cultura.

Con el objetivo de rescatar las variedades locales, fueron seleccionadas variedades en peligro de extinción, como el maíz pujagua de brácteas moradas (*Zea mays* L.), el frijol blanco (*Phaseolus acutifolius* L.), y el pipián cuarenteño. Incluyendo, además, cultivos precolombinos olvidados por nuestra cultura, como el amaranto.

### **3.7 Fase de laboratorio**

Las muestras de invertebrados recolectadas se trasladaron al laboratorio de entomología de la UNA, para su respectiva identificación. Se extrajeron los especímenes de los frascos con cuidado y se colocaron en papel toalla luego se colocaron en un plato Petri y se observó con ayuda de un estereoscopio marca Westover Scientific, para detallar las estructuras particulares de cada espécimen desde clase, orden y familia; para la identificación se utilizaron claves taxonómicas de diferentes literaturas.

### **3.8 Variables evaluadas**

A continuación se presenta una descripción de las variables que se evaluaron para la estimación de índices y el análisis, cuyo propósito fue comparar los resultados entre los dos manejos de suelo.

### **3.8.1 Trampas superficiales (panas plásticas al ras del suelo) y trampas aéreas (galones)**

#### **3.8.1.1 Abundancia total de invertebrados encontrados por tipo de trampas superficiales y trampas aéreas**

Esta variable se midió durante un periodo de 5 meses, iniciando desde el establecimiento de los cultivos, y terminando al final del ciclo más largo del cultivo, se realizó un conteo de todos los invertebrados colectados en las trampas superficiales y aéreas (galones) en los dos manejos de suelo.

#### **3.8.1.2 Abundancia total de invertebrados encontrados por tipo de trampas superficiales y trampas aéreas**

Se realizó una sumatoria del total de invertebrados encontrados por tipos de trampas durante el crecimiento del cultivo en los dos manejos de suelo camellones y labranza convencional.

#### **3.8.1.3 Abundancia de invertebrados encontrados en las trampas superficiales y aéreas a nivel de orden y familia**

Se tomaron en cuenta los órdenes y familias de invertebrados encontrados en todas las fechas de colecta en los dos manejos de suelo.

#### **3.8.1.4 Riqueza total de familias de invertebrados encontrados en las trampas superficiales y aéreas por manejo de suelo**

Se hizo un conteo del total de invertebrados por familias encontradas en todas las fechas de colectas en los manejos de suelo, para determinar cuál fue el manejo de suelo con mayor número de familias.

#### **3.8.1.5 Índice de diversidad Shannon-Weaver de las principales familias de invertebrados encontrados en las trampas superficiales, aéreas y monolitos.**

El índice de Shannon-Weaver, se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como “H” y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y

5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice.

Se comparó el índice de diversidad de las principales familias de invertebrados encontrados en este estudio en los manejos de suelo camellones y labranza convencional para calcularlo usando la metodología de Shannon y Weaver (1949).

El índice de diversidad se determinó para conocer cómo un organismo es compartido en el ecosistema. Para realizar este cálculo, se tomaron muestras de población observando un área determinada, se contaron las diferentes especies en la población y se evaluaron su abundancia en el lugar.

El índice de diversidad Shannon-Weaver es una medida importante para la biodiversidad.

Este cálculo se realizó según la siguiente formula:

1. Se encontró el número de especie dentro de la población de invertebrados.
- 2 Se dividió el número de especie que observamos entre el número de la población para calcular la abundancia relativa.
- 3- Se calculó el logaritmo natural de la abundancia. Los cálculos logarítmicos los realizamos utilizando el botón ln de la calculadora.
- 4-Se multiplico la abundancia por el logaritmo natural de la abundancia. Esta es la suma de la abundancia y el logaritmo natural de la abundancia.
- 5- Se realizó una repetición de estos pasos para cada especie que se encontró en la toma de muestras.
- 6 –Se sumó el resultado de la abundancia y el logaritmo natural de la abundancia de cada especie.
- 7- Se multiplicó la cantidad calculada en el paso 6 por -1. Esto es  $H'$ .
- 8-Se aumentó a la potencia de  $H'$ . Se calculó  $H'$  en el paso 7. Y este fue nuestro índice de diversidad de Shannon-Weaver.

Formula que se utiliza para el cálculo de índice de diversidad de Shannon-Weaver.

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

Dónde:

- – 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  $i$ ):  $n_i/N$
- –  $n_i$ -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).

### **3.9 Monolitos**

Para la elaboración de este tipo de colección de datos del estudio, las muestras fueron obtenidas mediante la técnica de monolitos, identificando los invertebrados a los 10, 20 y 30 cm del suelo (Jamagne *et al*; 1994).

#### **3.9.1 Abundancia**

Se determinó el número de individuos del mismo taxón (Clase, Orden y Familia), presentes en ambos manejos de suelo por especie de organismos en tres estratos diferentes, (10 cm, 20 cm y 30 cm).

#### **3.9.2 Diversidad**

Se determinó el número de especies o taxones (Clase, Orden y Familia), por cada estrato de 10 cm, 20 cm y 30 cm.

### **3.9.3 Número de organismo por grupo funcional**

Se determinó la cantidad de herbívoros (se alimentan de plantas), detritívoros (se alimentan de materia orgánica), depredadores (se alimentan de otros invertebrados) e ingenieros del suelo (encargados de modificar las estructuras físicas del suelo) en cada uno de los diferentes manejos de suelo evaluados (Cabrera, 2014).

### **3.10 Análisis de los datos**

Los especímenes recolectados fueron ordenados por variables de familias de invertebrados por parcela en una tabla de datos en EXCEL, luego cada variable fue comparada entre manejos de suelo, utilizando un análisis de comparación de T de Student, usando el programa MINITAB 2017. El nivel de significancia usado en el análisis fue de ( $p = 0.05$ )



## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Abundancia total de invertebrados encontrados en las trampas superficiales y aéreas por manejo de suelo

La importancia de la abundancia de macro invertebrados del suelo es que habitan los distintos agro ecosistemas, radica en la gran variedad de servicios eco sistémicos que ofrecen a través de sus actividades; interviniendo en procesos como el control natural, el reciclaje de nutrientes, la descomposición y transporte de materia orgánica, la estructura del suelo, entre otros (Altieri, 2009).

La abundancia total de invertebrados encontrados durante toda la fase de los cultivos en los dos manejos de suelo fue de 12 114 individuos. Siendo el manejo labranza convencional donde se encontró el mayor número de invertebrados, con un total de 6 134, mientras que en el manejo camellones se encontraron 5 980 individuos en total, en trampas superficiales y aéreas, como se aprecia en la Figura 1.

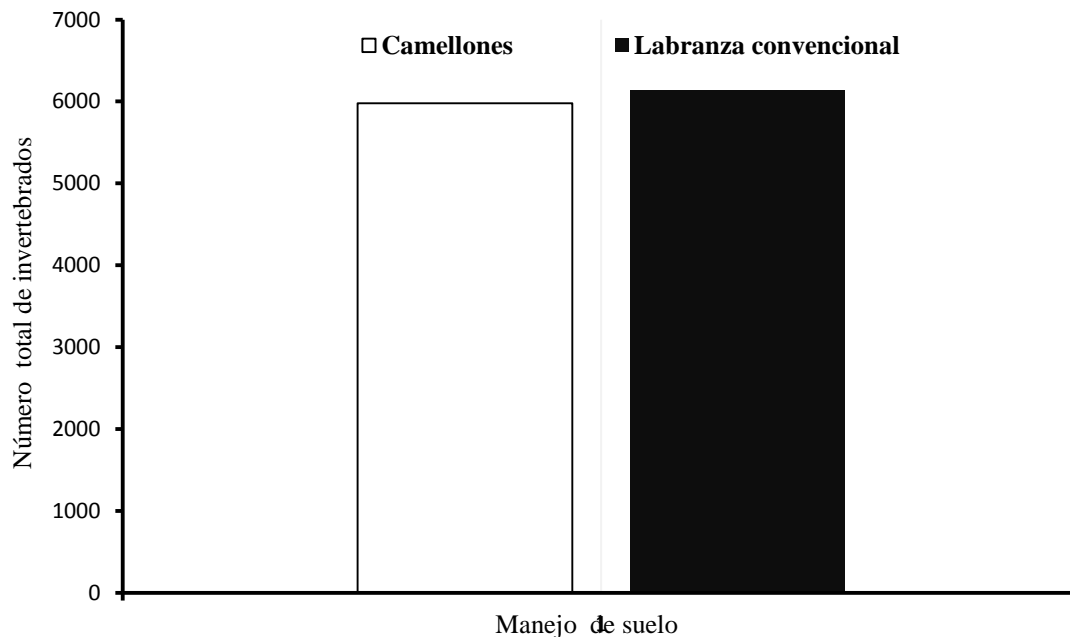


Figura 1. Abundancia total de invertebrados encontrados en las trampas superficiales y aéreas en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional

Estos resultados se obtuvieron porque había una diversidad de cultivos, lo cual atraía a muchos invertebrados, también el hábito alimenticio detritívoros, nectarívoros,

depredadores, los cuales cumplían con un rol específico en el ecosistema como la descomposición de la materia orgánica, polinización de los cultivos, plagas, controladores biológicos.

Lacayo y Mayorga, (2014) relacionado con la investigación, en trampas de caída libre y galones en el cultivo de marango (*Moringa oleifera* L.), encontraron una abundancia total de 29 152 en cambio en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* L.) con el mismo tipo de trampa la abundancia total fue de 8 413 invertebrados, se obtuvieron resultados similares ya que se manejaban diversidades de cultivos.

#### 4.2 Abundancia total de invertebrados por tipo de trampas, superficiales y aéreas, encontrados en dos manejos de suelo

En el Cuadro 2 se presenta la abundancia total de invertebrados por tipo de trampas utilizadas en el estudio, durante el período de investigación entre los manejos de suelo camellones y labranza convencional, durante toda la etapa de captura.

El total de invertebrados encontrados en ambos manejos de suelo fue de 12 114, siendo el manejo labranza convencional el que presentó mayor número de invertebrados durante el período de captura, en las trampas superficiales fue de 4 797 invertebrados, y en trampas aéreas fue 7 317, obteniéndose mayores resultados las trampas superficiales que capturaron más invertebrados

Cuadro 1. Abundancia total de invertebrados por tipo de trampa, superficiales y aérea encontrada en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional

Manejo de suelo	Trampas	
	superficiales	Trampas aéreas
Camellones	2 439	3 541
Labranza convencional	2 358	3 776
<b>Total</b>	<b>4 797</b>	<b>7 317</b>

Montano y Bustamante, (2016) relacionado con la investigación de maracuyá (*Passiflora edulis* L.), en dos fincas del valle de Sébaco en trampas de caída libre y galones encontraron una abundancia total de 3 693 invertebrados en trampas de caída libre y 4 720 invertebrados en trampas de galones.

Estos resultados se obtuvieron debido a que la melaza es un atrayente para la macrofauna aérea ya que el olor y el sabor dulce son apetecidos para estos y son sustancias ricas en carbohidratos que sirven para el alimento de los invertebrados siendo los del orden Hymenopteros los principales polinizadores.

### 4.3 Abundancia de invertebrados de los principales órdenes encontrados en las trampas superficiales y aéreas en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional

Al comparar la abundancia de estos cinco órdenes de invertebrados se observó que hubo mayor cantidad de invertebrados por orden en el manejo de suelo camellones, con 3 órdenes y solo 2 órdenes en labranza convencional, como se puede ver en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Abundancia de invertebrados de los principales órdenes encontrados en las trampas superficiales y aéreas en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional

<b>Invertebrados encontrados en dos manejos de suelo.</b>		
<b>Ordenes</b>	<b>Camellones</b>	<b>Labranza convencional</b>
Coleóptero	1 310	1 256
Díptero	1 216	1 248
Homóptero	231	281
Hymenoptero	1 832	944
Lepidóptero	861	823
<b>Total</b>	<b>5 450</b>	<b>4 552</b>

En opinión de algunos investigadores, los Coleópteros, Dípteros e Hymenopteros son invertebrados de hábito alimenticio: saprófago, nectarívoro, depredadores, fitófagos y parasitoides Andrews y Caballero, (1989) y Jiménez, (2009).

González y Centeno, (2017) relacionado con la investigación de chayote (*Sechium edule*, (Jacq.) Swartz), en el valle de Sébaco en trampas superficiales y aéreas encontraron una abundancia total de los principales órdenes, 875 invertebrados del orden Coleóptero, 634 Hymenoptera, 300 Diptera y 369 Neuroptera en trampas de caída libre y trampas aéreas.

Los resultados de estos estudios se relacionan debido a que las altas poblaciones de estos pueden llegar a afectar directamente el cultivo o beneficiarlo.

#### **4.4 Comparación de la abundancia de invertebrados de las familias encontrados en las trampas superficiales y aéreas en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional**

Se comparó la abundancia por familias encontradas en los manejos de suelo (cuadro 4). Se observó que hubo mayor cantidad de invertebrados por familia en el manejo convencional, La familia más abundante en este caso fue Vespidae, encontrándose el mayor número con 842 invertebrados y siendo menor el manejo camellones con 799 invertebrados. Esta familia fue constante, presentando los valores más altos durante todas las fechas de colecta.

La familia Scarabidae fue la que se presentó en segundo lugar con mayor número de individuos, encontrándose el mayor número en el manejo de camellones 538, siendo menor en el manejo convencional con 509 individuos, esta familia fue constante en todas las fechas de colecta.

La familia Apidae fue la tercera más abundante, encontrándose el mayor número de invertebrados en el manejo convencional con 551 y siendo menor en el manejo de camellones con 533 individuos, esta familia se presentó en todas las fechas de colecta. Respecto a sus hábitos alimenticios los individuos de esta familia son nectarívoros, y estos fueron observados en las flores y follaje de los cultivos por su habilidad que tiene para polinizar a las plantas.

Cuadro 3. Comparación de la abundancia de las familias de los invertebrados encontrados en las trampas superficiales y aéreas en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional

Familias	Invertebrados encontrados en dos manejos de suelo.	
	Camellones	Labranza convencional
Acrididae	17	29
Agelenidae	60	86
Anisolabididae	14	10
Apidae	533	551
Blatellidae	12	15
Carabidae	103	144
Cercopidae	127	129
Chrysomelidae	127	125
Chrysopidae	43	44
Cicadidae	104	152
Coreidae	20	18
Curculionidae	386	324
Drosophilidae	176	207
Elateridae	193	154
Formicidae	500	436
Muscidae	496	590
Noctuidae	522	529
Nymphalidae	27	18
Pentatomidae	29	12
Pholcidae	72	99
Scarabidae	538	509
Scolopendridae	48	74
Shingidae	311	277
Spirobolidae	82	96
Stratiomyidae	212	242
Syrphidae	295	315
Tachinidae	39	36
Tegtonidae	19	14

Theraphosidae	76	57
Vespidae	799	842
<b>Total</b>	<b>5 980</b>	<b>6 134</b>

Respecto a sus hábitos alimenticios se sabe que los invertebrados de esta familia son nectarívoros, depredadores y fitófagos, estos estaban presentes en los dos manejos de suelo debido a que se había una diversidad alta de invertebrados y cultivos, los cuales fueron atraídos por la melaza de las trampas.

Los invertebrados son de hábitos alimenticios nectarívoros, fitófagos, detritívoros y polífagos; por ejemplo, los escarabajos fruteros que fueron observados en la parcela, estos se alimentan de néctar y frutas, estos invertebrados fueron atraídos por la diversidad de cultivos y sirven como polinizadores de las plantas.

Mairena (2015), encontró una abundancia total de invertebrados de las familias Formicidae de 4 321, Noctuidae 286, Apidae 202 y Elateridae 374, en trampas de caída libre y galones, mientras que en el estudio de maracuyá en el mismo tipo de trampas se encontraron una abundancia de individuos de la familia Formicidae de 909, Apidae 235 y Elateridae de 45.

#### **4.5 Riqueza total de familias de invertebrados encontrados en las trampas superficiales y aéreas en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional**

Según Pielou, (1975) y Magurran, (1988), describen el término riqueza biológica como la referencia, al número de las especies que integran e interactúan en un determinado ecosistema.

La riqueza encontrada en los manejos de suelo fue de 30 familias de invertebrados, habiendo igual número de familias en los dos manejos de suelo, con respecto a la riqueza de familias.

En los resultados obtenidos en el estudio se presentó igual riqueza de familias de invertebrados, debido a que en sus alrededores había diversos cultivos como frijol, maíz, amaranto y ayote por lo que había mayor asocio y diversidad de cultivos lo que incrementa la diversidad de poblaciones de invertebrados de una forma equilibrada.

En el cultivo de marañón Rugama y López (2011), encontraron una riqueza total de 35 familias de invertebrados, en trampas de caída libre y aéreas, mientras en el estudio de maracuyá fue de 32 familias en el mismo tipo de trampas.

Lacayo y Mayorga (2014), en el cultivo de marango, encontraron una riqueza de 15 familias de invertebrados, en trampas de caída libre y aéreas, mientras en el estudio de maracuyá en trampas de caída libre y aéreas fue de 32 familias.

#### **4.6 Índice de diversidad Shannon-Weaver de las principales familias de invertebrados encontrados en las trampas superficiales y aéreas en dos manejos de suelo**

Shannon y Weaver (1949), definen la diversidad cómo el número de especies existentes dentro de un mismo ecosistema. La diversidad de un ecosistema depende de tres factores, el número de especies presente, la composición del paisaje y las interacciones que existen entre las diferentes especies llegando a un equilibrio demográfico entre ellas. Se comparó el índice de diversidad Shannon-Weaver de las familias de invertebrados encontrados en los dos manejos de suelo camellones y labranza convencional, como se muestra en el Cuadro 4.



Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total. De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, el valor del índice de diversidad fue, igual con índices de 1.10 en los dos manejos de suelo.

Al comparar la diversidad entre familias de invertebrados, en el manejo de camellones, la diversidad que se obtuvo fue de 1.31 y 1.01, siendo el 1.31 para la familia Vespidae y el 1.01, para la familia, Blatellidae, mientras que en el manejo convencional, el índice de diversidad de las familias encontradas fue de 1.24 para la familia Apidae y para la familia Anisolabidae de 1.01.

Cuadro 4. Índice de diversidad Shannon-Weaver de las principales familias de invertebrados encontrados en las trampas superficiales y aéreas en dos manejos de suelo

<b>Índice de diversidad de Shannon Weaver</b>		
<b>Familia</b>	<b>Camellones</b>	<b>Labranza convencional</b>
Acrididae	1.02	1.03
Agelenidae	1.05	1.06
Anisolabididae	1.01	1.01
Apidae	1.24	1.24
Blatellidae	1.01	1.01
Carabidae	1.07	1.09
Cercopidae	1.09	1.08
Chrysomelidae	1.09	1.00
Chrysopidae	1.04	1.04

Cicadidae	1.07	1.10
Coreidae	1.02	1.02
Curculionidae	1.19	1.17
Drosophilidae	1.11	1.12
Elateridae	1.12	1.10
Formicidae	1.23	1.21
Muscidae	1.23	1.25
Noctuidae	1.24	1.24
Nymphalidae	1.02	1.02
Pentatomidae	1.03	1.01
Pholcidae	1.05	1.07
Scarabaidae	1.24	1.23
Scolopendridae	1.04	1.05
Shingidae	1.17	1.15
Spirobolidae	1.06	1.07
Stratiomyidae	1.13	1.14
Syrphidae	1.16	1.16
Tachinidae	1.03	1.03
Tegtigonidae	1.02	1.01
Theraphosidae	1.06	1.04
Vespidae	1.31	1.31

---

<b>Promedio</b>	<b>1.10</b>	<b>1.10</b>
-----------------	-------------	-------------

Lacayo y Mayorga (2014), en el cultivo de marango, encontraron que el índice de diversidad fue de 1.13 y 1.12 en trampas de caída libre y aéreas en dos parcelas, parecido al promedio encontrado en el estudio de maracuyá que fue de 1.09 y 1.07 en dos fincas con las mismas trampas.

En esta investigación el índice de diversidad Shannon-Weaver se realizó mediante cálculos en una hoja de cálculo de Excel, la cual comprende 6 pasos de la siguiente manera:

#### 4.7 Análisis de datos en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional con trampas superficiales y aéreas

En el análisis estadístico se obtuvieron los siguientes resultados, las medias, la t-student y el valor de P, el cual nos dice que el nivel de significancia es 0.05, para resultados menores de 0.05 hay diferencia significativa y resultados mayores no hay diferencias significativas. En los resultados obtenidos ningún valor es significativo en la comparación de los dos manejos de suelo camellones y labranza convencional en los invertebrados encontrada en las trampas superficiales y aéreas.

Cuadro 5. Resumen de las variables en las trampas superficiales y aéreas en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional

Variable	Media		T-student	Valor de P
	Camellones	Labranza convencional		
Abundancia total de invertebrados.	199	204	-0.09	0.927
Abundancia total de invertebrados por tipo de trampa.	2398.5	3659	-10.14	0.063
Abundancia de invertebrados de los principales órdenes.	1817	1517	0.30	0.767

## 4.8 Identificación de los invertebrados edáficos

### 4.8.1 Identificación de los invertebrados edáficos a nivel de clases encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo

La identificación de invertebrados es importante porque permite identificar las clases, órdenes, familias, géneros y especies, de interés agrícola, porque son plagas de cultivos, controladores biológicos, descomponen materia orgánica y son polinizadores de plantas de interés económica, ecológica, y vectores de enfermedades, Araque (2017).

En el Cuadro 6 se observa una abundancia igual de invertebrados con 8 clases en el manejo de suelo de camellones y la labranza convencional, siendo la clase Insecta que se encuentra mayor representada por su número, con un total de 252 invertebrados en el manejo de camellones y 166 en el manejo convencional, seguida por Malacostraca en el manejo de camellones con 26 invertebrados y 17 en el convencional.

Cuadro 6. Identificación a nivel de clases de invertebrados edáficos encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional

Clase	Invertebrados edáficos encontrados en los dos manejos de suelo	
	Camellones	Labranza convencional
Arachnida	19	9
Chilopoda	23	16
Clitellata	16	9
Diplopoda	16	7
Entognatha	18	10
Gastropoda	5	2
Insecta	252	166
Malacostraca	26	17
<b>Totales</b>	<b>375</b>	<b>236</b>

Un aspecto importante que favorece al mayor número de invertebrados en el manejo de suelo de camellones es la incorporación de residuos y hojarasca, el control de malezas, contribuyendo la retención de humedad, creándose un microclima favorable para el

hábitat de la macrofauna. Masters (2004) afirma que los cambios en las condiciones de temperatura y humedad del suelo como consecuencia de la menor cantidad de residuos, afecta a algunas unidades taxonómicas; que normalmente requieren de la humedad permanente para adaptarse en los ecosistemas.

Resultados similares obtuvieron Moran y Alfaro (2015), encontrando mayor abundancia en sistemas de marango manejados con prácticas agroecológicas en la Finca Santa Rosa propiedad de (UNA). Esta abundancia de organismos es debido a la diversidad de plantas y actividades agroecológicas de manejo que proporcionan condiciones adecuadas.

#### **4.8.2 Identificación de los invertebrados edáficos a nivel de orden encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo**

En el Cuadro 7 se muestra que los órdenes mayores representados en el manejo prehispánico fueron: Hymenoptera con 142 invertebrados, Isóptera 56 y scolopendromorpha 39, en el manejo de suelo convencional el orden Hymenoptera con 103 presenta el mayor número de organismo seguido del orden Isóptera con 37 y el orden Scolopendromorpha 23 invertebrados habiendo mayor abundancia de invertebrados en el manejo de camellones, como se aprecia en la Figura 3.

Cuadro 7. Identificación a nivel de orden de invertebrados edáficos encontrados en los monolitos en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional

<b>Invertebrados edáficos encontrados en dos manejos de suelo.</b>		
<b>Ordenes</b>	<b>Labranza</b>	
	<b>Camellones</b>	<b>Convencional</b>
Arácnidos	19	9
Coleópteros	32	15
Dermáptera	7	3
Diplura	18	10
Haplotaxida	16	9
Hemíptera	9	6
Homóptera	6	2
Hymenopteras	142	103
Isópoda	26	17
Isóptera	56	37
Pulmonata	5	2
Scolopendromorpha	39	23
<b>Total</b>	<b>375</b>	<b>236</b>

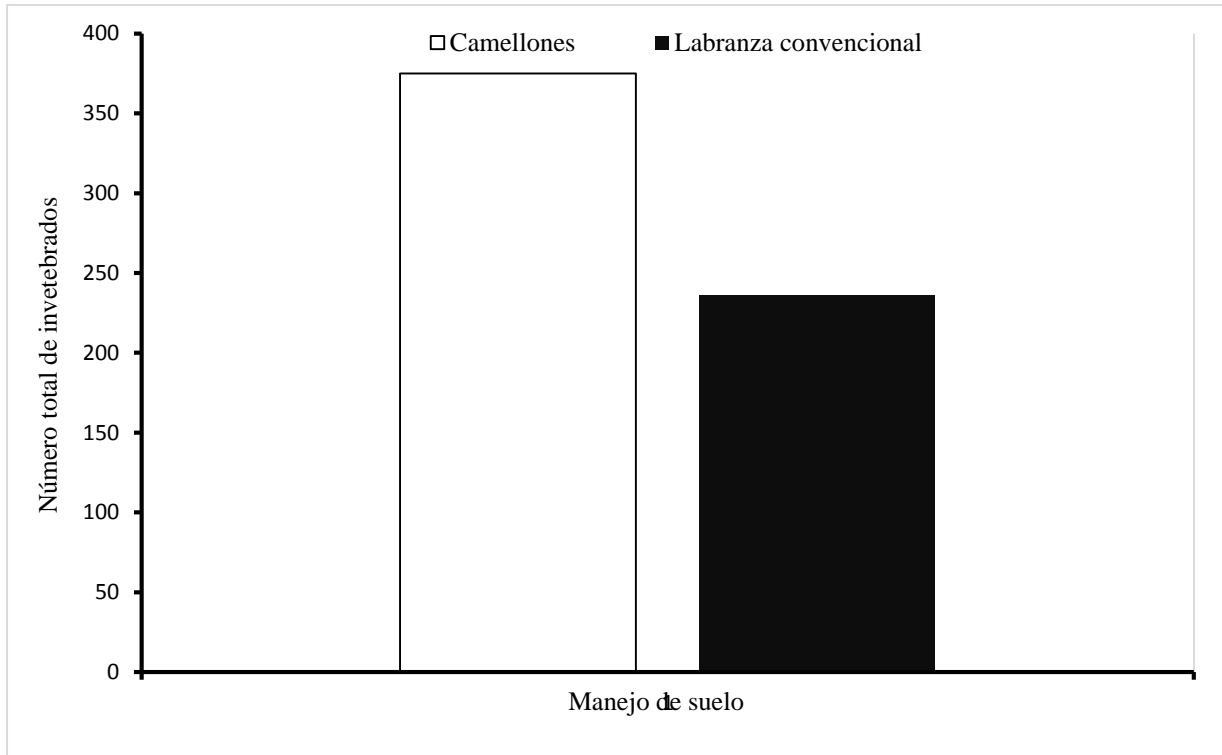


Figura 2. Abundancia total de invertebrados edáficos encontrados en los monolitos en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional

La razón por la cual afectó la presencia de invertebrados en el manejo de suelo Convencional es que, no hay aporte de biomasa, es más fuerte la intensidad lumínica, el impacto de las gotas de lluvia es mayor y además no hay temperatura adecuada del suelo por la poca cobertura de biomasa ofreciendo un medio inestable para la vida.

Las predominancias de estos grupos ecológicos están determinadas por un conjunto de factores ambientales, se considera que la temperatura del suelo, seguido de la disponibilidad de biomasa y de la variación de la humedad del suelo son los principales determinantes para que se encuentren en los agroecosistemas (Lavelle y Spain, 2001).

Rodríguez *et al*; (2009), encontraron resultados similares y concluye que los altos valores de biomasa de la fauna edáfica encontrados en el manejo con mayor diversidad se deben, entre otros factores a la presencia de una mayor diversidad vegetal, mayor cantidad de hojarasca de calidad y un microambiente favorable para la actividad de invertebrados a causa de un mayor contenido de humedad en el suelo.



Chavarría y Martínez (2017), en el estudio de macrofauna edáfica en dos agroecosistemas ganaderos encontraron 1 550 invertebrados en el agroecosistema Buena vista y 442 en el agroecosistema San Juan.

#### **4.8.3 Identificación de invertebrados edáficos a nivel de familia encontrados en los monolitos en dos manejos de suelo**

Según el programa UNEP (United Nations Environment Programme, 1992), se afirma que la diversidad biológica es la variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes incluyendo, entre otros, a los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y diversidad de ecosistemas.

En el Cuadro 8 se presenta la cantidad de familias mayores representadas en el manejo de suelo de camellones con 21 familias las cuales son Formicidae, Rhinotermitidae, Philosciidae y Scolopendridae y en el manejo de suelo convencional se encontró 19 familias, Formicidae, Rhinotermitidae y Philosciidae, como se indica en la Figura 4.

Cuadro 8. Identificación de invertebrados edáficos encontrados a nivel de familia encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo

<b>Familias</b>	<b>Invertebrados encontrada en los dos manejos de suelo</b>	
	<b>Camellones</b>	<b>Labranza Convencional</b>
Araneidae	6	3
Carabidae	7	4
Clubionidae	5	3
Cosmetidae	3	4
Curculionidae	6	3
Elateridae	8	6
Forficulidae	7	3
Formicidae	142	103
Japygidae	18	10
Lumbricidae	16	9
Lygaeidae	5	2
Meenoplidae	6	2
Philosciidae	26	17
Pulmonata	5	2
Reduviidae	4	4
Rhinotermitidae	56	37
Scarabaeidae	5	3
Scolopendridae	23	16
Spirostreptidae	16	7
Staphylinidae	5	-
Tenebrionidae	4	-
<b>Total</b>	<b>373</b>	<b>238</b>

Esta diferencia se dio por el laboreo de mayor impacto utilizado al momento de preparar el suelo, la chapia frecuente, entre otras. Las transformaciones en las condiciones ambientales del suelo, originadas por las actividades que demandan los manejos convencionales y la consecuente destrucción mecánica de los hábitats, tienen una repercusión negativa sobre los principales grupos descomponedores de la materia orgánica, reduciendo su número y muchas veces desapareciéndolos del área (Linares, 2009).

En el manejo de suelo prehispánico hay mayor diversidad de organismos debido a la incorporación de hojarasca, biomasa y a las condiciones ambientales del suelo en el cual generan hábitats adecuados para el incremento de poblaciones biológica que son las encargadas de descomponer la biomasa vegetal (Delgado *et al*; 2011).

En un estudio realizado por Sánchez y Reyes (2009), concluyeron que al hacer socios de cultivos es una alternativa viable para lograr mayor densidad y diversidad de invertebrados.

## **4.9 Rol funcional de los invertebrados edáficos por familias encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo**

A partir de su función e impacto en el suelo, de su forma de vida y de su fuente de alimentación o hábito alimentario, los invertebrados se puede dividir en distintos grupos funcionales, entre ellos los detritívoros, los herbívoros y los depredadores, y con una repercusión especial en la evolución y productividad del suelo se pueden señalar a los ingenieros del ecosistema (Cabrera, 2014).

### **4.9.1 Fitófagos**

Se encontró un total de 311 individuos para el manejo de camellones y 198 en el manejo convencional estos organismos se encontraron en actividad en ambos manejos de suelo, se identificaron las familias Elateridae, Scarabidae, y Carabidae en diferentes estados larvarios los cuales son plagas de diferentes cultivos afectando las raíces de los cultivos de maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), amaranto (*Amaranthus sp.* L.), ayote (*Cucúrbita angyosperma* H.).

Viven tanto en el interior como en la superficie del suelo. Los primeros se alimentan de las partes vivas de las plantas y así controlan la cantidad de material vegetal que ingresa al suelo, una de las familias es la Formicidae y Philosciidae con un número de individuos similares en ambos manejos de suelo.

### **4.9.2 Depredadores**

Según Jiménez (2009), los depredadores son organismos de vida libre que a través de toda su vida matan a varias presas para completar su desarrollo. En este estudio se encontró un total de 217 invertebrados para el manejo de camellones y 146 en el manejo convencional estos organismos se encontraron en actividad en ambos manejos de suelo, se identificaron las familias Anthocoridae, Araneidae, Carabidae entre otras tal como se presenta en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Rol funcional de los invertebrados edáficos por familias encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo

Familias	Depredadores		Familias	Fitófagos	
	Camellones	Labranza convencional		Camellones	Labranza Convencional
Anthocoridae	1	-	Curculionidae	6	3
Araneidae	6	3	Elateridae	8	6
Carabidae	7	4	Forficulidae	7	3
Clubionidae	5	3	Formiscidae	142	103
Cosmetidae	3	4	Lumbricidae	16	9
Forficulidae	7	3	Lygaeidae	5	2
Formiscidae	142	103	Meenoplidae	6	2
Japygidae	18	10	Philosciidae	26	17
Scolopendridae	23	16	Pulmonata	5	2
Staphylinidae	5	-	Reduviidae	4	4
			Rhinotermitidae	56	37
			Scarabaeidae	5	3
			Spirostreptidae	16	7
			Staphylinidae	5	-
			Tenebrionidae	4	-
<b>Total</b>	<b>217</b>	<b>146</b>	<b>Total</b>	<b>311</b>	<b>198</b>

### **4.9.3 Detritívoros**

En el Cuadro 10 se presenta 290 invertebrados encontrados en el manejo de suelo de camellones y 190 en el manejo convencional. Esto se debe a la incorporación de biomasa y hojarasca al suelo el cual los invertebrados la descomponen.

Vive en la hojarasca, en la superficie e interior del suelo. Interviene en la descomposición de la materia orgánica y, fundamentalmente los invertebrados que habitan en la superficie, se encargan de la trituración de los restos vegetales y animales que componen la hojarasca. La fragmentación mecánica de estos restos hace que haya mayor disponibilidad de alimentos para otros invertebrados más pequeños y para los microorganismos (por ejemplo: hongos y bacterias), los detritívoros juegan un papel importante en el reciclaje de nutrientes (Cabrera, 2014).

### **4.9.4 Ingenieros del suelo o del ecosistema**

En el Cuadro 11 se puede ver 237 individuos en el manejo de camellones y 165 en el manejo convencional predominando la familia Formicidae, se conoce que presentan un rol importante a la transformación de la estructura del suelo, como se indica en la Figura 5.

Constituyen una clasificación relacionada especialmente con los cambios físicos que provocan en el medio edáfico. Los ingenieros existen mayormente en el interior del suelo y son responsables de la formación de poros, oxigenación e infiltración de agua, producto de las redes de galerías que construyen.

También posibilitan la transformación de la materia orgánica por su interacción con algunos microorganismos. Influyen en el proceso de agregación y formación de la estructura del suelo, gracias al aporte de sus heces fecales, que son el producto de la mezcla en sus intestinos de material mineral (arena y arcilla) y orgánico del suelo, constituyendo reservorios de nutrientes (Cabrera, 2014).

Lavelle, (2000), menciona que los representantes de este grupo tienen un impacto específico en el interior del suelo a partir de la transformación de sus propiedades físicas, que favorecen la formación de agregados y la estructura, el movimiento y la retención del agua, así como el intercambio gaseoso.

Holldobler y Wilson, (1990), señalan que lugares donde las hormigas llegan a densidades elevadas, pueden mover la misma cantidad de suelo que las lombrices debido a que transportan restos de animales y plantas dentro de sus nidos bajo el suelo, mezclan estos materiales con la tierra excavada y el área del nido es cargada con altos niveles de (C, N y P), consecuentemente el suelo se fragmenta en un mosaico de concentración de nutrientes.

La diversidad biológica, amplia o estrecha, tiene que mantenerse para el equilibrio de la población de invertebrados. Dicha diversidad se reduce significativamente con el uso inapropiado de plaguicidas o con cualquier práctica agrícola aplicada erróneamente (Matson *et al*; 1997).

Cuadro 10. Rol funcional de los invertebrados edáficos por familias encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo

<b>Familias</b>	<b>Detrivoros</b>		<b>Familias</b>	<b>Ingenieros del suelo</b>	
	<b>Camellones</b>	<b>Labranza convencional</b>		<b>Camellones</b>	<b>Labranza convencional</b>
Forficulidae	7	3	Formicidae	142	103
Formicidae	142	103	Lumbricidae	16	9
Japygidae	18	10	Rhinotermitidae	56	37
Lumbricidae	16	9	Scolopendridae	23	16
Philosciidae	26	17			
Rhinotermitidae	56	37			
Scarabaeidae	5	3			
Spirostreptidae	16	7			
Tenebrionidae	4	-			
<b>Total</b>	<b>290</b>	<b>189</b>	<b>Total</b>	<b>237</b>	<b>165</b>



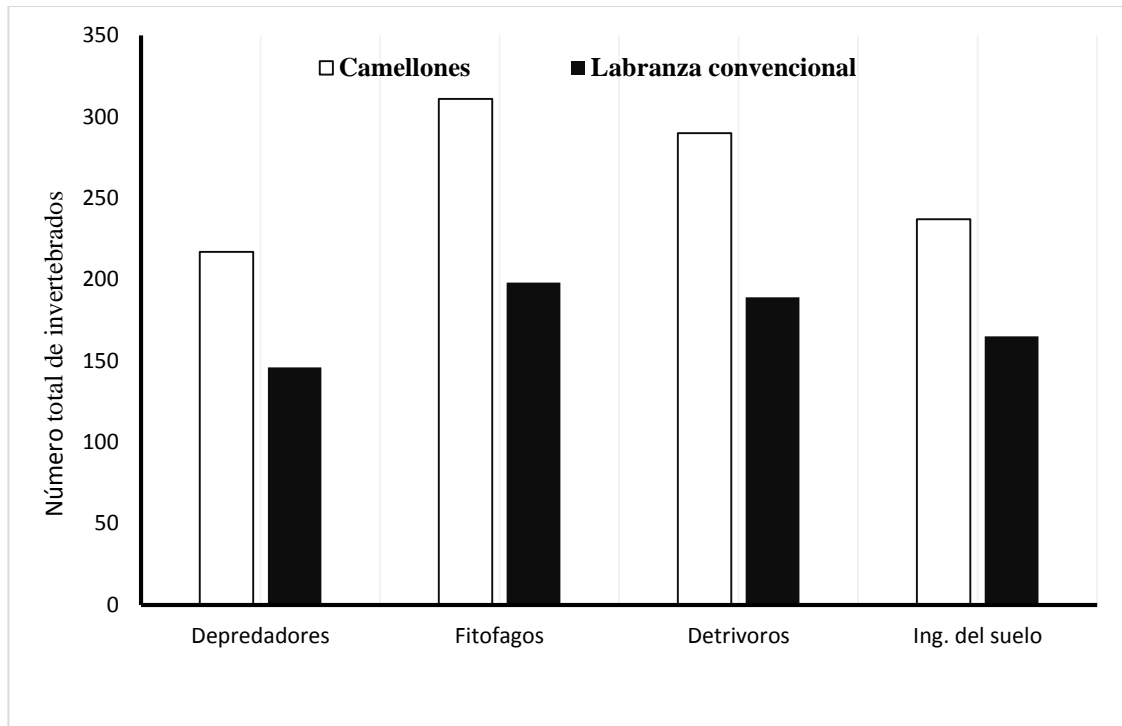


Figura 3. Abundancia de invertebrados por grupo funcional encontrados en los monolitos en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional

Estudios realizados por Cabrera *et al*; (2011) extendieron su investigación a cuatro usos de la tierra en la llanura roja de artemisa y mayabeque, y su efecto sobre la riqueza, abundancia y composición funcional de invertebrados del suelo. Estos autores obtuvieron que el uso de los bosques secundarios estuvo mejor representado en la riqueza taxonómica, la densidad y la biomasa de invertebrados, con relación a los restantes usos de los pastizales, los cultivos varios y los cañaverales.

Además, en los bosques secundarios encontraron mayor representación en la densidad y la biomasa del grupo funcional de los detritívoros, y también en la biomasa de los ingenieros del suelo por la influencia de las lombrices de tierra. Este último grupo de ingenieros del suelo prevaleció en cuanto a la densidad en los pastizales, los cultivos varios y los cañaverales, cuyos valores estuvieron originados por la alta abundancia de las hormigas en estos sistemas con mayor nivel de antropización.

Estos resultados fueron obtenidos debido a que ambos estudios fueron manejados en asociados de cultivos ecológicamente lo cual contribuye a la presencia de organismos invertebrados.

Cuadro 11. Índice de diversidad Shannon-Weaver de las principales familias de los invertebrados encontrados en los monolitos en dos manejos de suelo

<b>Índice de diversidad de Shannon –Weaver</b>		
<b>Familia</b>	<b>Camellones</b>	<b>Labranza convencional</b>
Araneidae	1.07	1.06
Carabidae	1.08	1.07
Clubionidae	1.06	1.06
Cosmetidae	1.04	1.07
Curculionidae	1.07	1.06
Elateridae	1.09	1.10
Forficulidae	1.08	1.06
Formicidae	1.44	1.44
Japygidae	1.16	1.14
Lumbricidae	1.14	1.13
Lygaeidae	1.06	1.04
Meenoplidae	1.07	1.04
Philosciidae	1.20	1.21
Pulmonata	1.06	1.04
Reduviidae	1.05	1.07
Rhinotermitidae	1.33	1.34
Scarabaeidae	1.06	1.06
Scolopendridae	1.19	1.20
Spirostreptidae	1.14	1.11
Staphylinidae	1.06	1.00
Tenebrionidae	1.05	1.00
<b>Promedio</b>	<b>1.12</b>	<b>1.11</b>

Al comparar la diversidad entre familias de invertebrados, en el manejo de suelo de camellones, la diversidad que se obtuvo fue de 1.44 y 1.04, siendo el 1.44 para la familia Formicidae y el 1.04 para la familia, Cosmetidae mientras que en el manejo convencional, el índice de diversidad de las familias encontradas fue de 1.44 para la familia Formicidae y para la familia Tenebrionidae de 1.00.

Estudios realizado por Quiroz Medina, (2015) en tres sistemas de manejo y asocio en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) se muestra que en la época de verano el que obtuvo mayor índice con respecto al índice de Shannon, fue el testigo con 2.73, luego el tratamiento uno con 2.34 y el tratamiento dos con 1.44. Sin embargo en la época de invierno el tratamiento uno presentó un índice de 2.62, seguido por el testigo con 2.52 y el tratamiento dos con 1.42

#### 4.9.5 Análisis de datos de los invertebrados encontrados en los monolitos en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional

Cuadro 12. Resumen de las variables de invertebrados encontrada en los monolitos en dos manejos de suelo camellones y labranza convencional.

Variable	Media		T-student	Valor de P
	Camellones	Labranza convencional		
Diversidad	17.8	11.3	0.77	0.447
Número de Organismo por grupo funcional	263.8	174.5	3.57	0.023

En el análisis estadístico se obtuvieron los siguientes resultados las medias, la t-student y el valor de “P”, el cual nos dice el nivel de significancia es 0.05, resultados menores de 0.05 hay diferencia significativa y resultados mayores no hay diferencias significativa, en cambio en los resultados obtenidos en la variable número de organismo por grupo funcional el valor fue de 0.023 habiendo diferencia significativa en la comparación de los manejos de suelo en la macrofauna edáfica encontrada en los monolitos.

Estudios realizados por Montano (2016), encontraron diferencia significativa en distribución temporal de la familia Lonchaeidae encontrada en el cultivo de maracuyá entre los meses de Julio a Noviembre del 2016 con una diferencia significativa de 0.0011.

## V. CONCLUSIONES

Se encontró un total de 30 familias de invertebrados, las dos familias con mayor cantidad de invertebrados fueron la familia Vespidae en el manejo de suelo convencional y la familia Scarabidae en el manejo de camellones, pero de manera general la dominancia total fue para el manejo convencional en las trampas superficiales y aérea.

La riqueza, diversidad que se obtuvo, fue una cantidad igual de familias, estando en equilibrio con un total de riqueza de 30 familias en los dos manejos de suelo en las trampas superficiales y aéreas.

La abundancia de invertebrados edáficos obtenidos en los monolitos fue mayor en el manejo de suelo de camellones estando influenciado por la presencia de cobertura vegetal producto de la descomposición de la biomasa que se le incorporo y la temperatura de los camellones. En el manejo convencional disminuye la presencia de invertebrados por la intensidad y frecuencia de las perturbaciones que se ocasionan al suelo.

El grupo funcional que predominó fueron los fitófagos seguido por detritívoros, ingenieros del suelo y depredadores donde se encontraron en mayores cantidades en el manejo de suelo de camellones debido a las condiciones ambientales del suelo que proporcionan alimentos y hábitats manteniéndose el equilibrio de las poblaciones.

En lo monolitos el índice de diversidad Shannon-Weaver clasifica el manejo de suelo de camellones con un índice mayor y el manejo convencional un índice menor.

En las trampas de caída libre y galones el manejo de suelo convencional y camellones los clasifica con índices iguales, siendo evidente la importancia de la biodiversidad de invertebrados como base de un enfoque agroecológico destinado a estabilizar su productividad conservando los recursos locales.

El uso de camellones tiene grandes ventajas en la agricultura ya que, protege el suelo, guarda humedad, proporciona condiciones para que la diversidad de especímenes sea mayor y con sus funciones se tenga una mayor calidad de suelo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Continuar realizando más estudios acerca del manejo de suelo camellones para generar más información.

Integrar a productores e instituciones en estudios similares que contribuyan a la práctica de la agricultura en camellones para adquirir más conocimiento y seguir implementando esta alternativa ante la seguridad alimentaria y el cambio climático.

Concientizar a los pequeños productores, de poner en prácticas la agricultura en camellones, ya que no es perjudicial al medio ambiente poniendo en práctica actividades agroecológicas.

## VII. LITERATURA CITADA

- Altieri Miguel Á. (1999). Agroecología Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad. Motevideo. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12482/CaldasMejiaRobertoFelipe2013.pdf?sequence=1>
- Amaroli, P. (2009). Milpas prehispánicas en el salvador. Fundación Nacional de Arqueología (FUNDAR), La Libertad, El Salvador. Recuperado de <http://www.fundar.org.sv/referencias/milpas.pdf>
- Anderson, J.M. (1994). Atributos funcionales de la biodiversidad en los sistemas de uso de la tierra. Groenlandia. Recuperado de <http://ambiente.fcien.edu.uy/tesis/TesisStellaZerbino.pdf>
- Anderson, J.M. y J.S.I. Ingram. (1993). Tropical Soil Biology and Fertility. A Handbook of Methods. CAB International. Reino Unido. p. 221
- Andrews K, L. Caballero, R. (1989) Guía para el estudio de: órdenes y familias de macrofauna de Centroamérica. Tegucigalpa D.C. (Honduras). Protección Vegetal Escuela Agrícola Panamericana (El Zamorano).Publicación MIPH-EAP 36. 179p.
- Araque, J. (2017). *Identificación de órdenes de insectos y larvas, apuntes de Entomología. Universidad Francisco de Paula Santander.* Recuperado de <https://www.docsity.com/es/identificacion-de-ordenes-de-insectos-y-larvas/2071035/#>
- Blair, J. M. (1996). Invertebrados del Suelo como indicadores de la calidad del suelo. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n1/a05v64n01.pdf>
- Brown, G.G. Pasini, A. Benito, N.P. de Aquino, A.M. y Correia, M.E. (2001). Diversidad y función funcional de las comunidades de macro fauna del suelo en los agroecosistemas no agrícolas de labranza brasileña. Recuperado de [http://ambiente.fcien.edu.uy/tesis/Tesis\\_Stella\\_Zerbino.pdf](http://ambiente.fcien.edu.uy/tesis/Tesis_Stella_Zerbino.pdf)
- Cabrera, G. (2014). Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en cuba. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/303295482/Manual-Practico-Sobre-La--Del-Suelo>

- Chavarría Díaz, B. R. y Martínez Arauz, J. A. (2017). Evaluación de los diseños, manejo de la biodiversidad y macrofauna edáfica en dos agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, Nicaragua 2015-2016. (Tesis de graduación). Universidad Nacional Agraria. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3580/1/tnp34ch512.pdf>
- Delgado, G; Burbano, A; Sirra, A. (2011). Evaluación de la macrofauna del suelo asociada a diferentes sistemas con café *Coffea arabica* L. Revista de ciencias agrícolas. 28(1):91-106. Recuperado de <http://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/articleview34>
- Doran, J.W.; Sarrantonio, M.; y Liebig, M. (1996). Salud y sostenibilidad del suelo. Avances en Agronomía 56: 1-54. Recuperado de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/pdf>
- Gliessma Stephen R. (1998). AGROECOLOGIA: Procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, C.R.: CATIE. Recuperado de <https://repository.javeriana.pdf=1>
- González Medrano, B. J. y Centeno Leiva, A. J. (2017). *Diversidad de insectos asociados al cultivo de Chayote (Sechium edule, (Jacq.) Swartz), en Sébaco Matagalpa, 2017*. Universidad Nacional Agraria. (Tesis de graduación). Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3583/1/tnh10g643d.pdf>
- Holldobler, B., y Wilson, E.O. (1990). The Ants. Belknap Press, Cambridge, Massachusetts
- Jamagne M., King D., Le Bas C., Daroussin J., Vossen P. y Burrill A. 1994. Elaboración y uso de la base de datos geográficos del suelo europeo. Simposio Datos del suelo necesarios para expresando cualidades de la tierra a diferentes escalas. Volumen 6b. Palabra Congreso de ciencia del suelo. Acapulco, Gro., México. Recuperado de <file:///C:/Users/merwing/Downloads/02-07MonolitosSuelook.pdf>
- Jiménez Martínez, E. (2009). Manejo Integrado de Plagas. 1ed. Managua. 120 p. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/2456/1/nh10j61p.pdf>



- Jiménez, Martínez, E. (2014). Abundancia, riqueza y diversidad insectil asociada al cultivo de Marango (*Moringa oleifera* L.). Tesis de grado (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/31561.pdf>
- Jiménez, Martínez, E. (2009). Texto Básico: Entomología. UNA (Universidad Nacional Agraria) Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/24581.pdf>
- Lacayo Rodríguez, R, T.; y Mayorga Mendoza, J. R. (2014). *Abundancia, riqueza y diversidad insectil asociada al cultivo de marango (Moringa oleífera L.) en Managua, Nicaragua, Entre los meses de mayo a diciembre del 2013*. Tesis Ing. Agro. Managua, NI, Universidad Agraria. /76p. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3156/1/>.pdf
- Lavelle, P. (2000). Ecological challenges for soil science. *Soil Sciences*. 165:73.
- Lavelle, P; Spain, AV. (2001). *Ecología del suelo*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 654p.
- Linares, D. (2009). Macro fauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en el Parque Nacional Tingo María, Huánuco, Perú. *Lombricultura: desarrollo sostenible*. La Habana, CU: Editorial Universitaria. Recuperado de: <http://site.ebrary.com/lib/>
- Linden, D.R. Hendrix, P.F. Coleman, D.C. Van Vilet, P.C.J. (1994). Indicadores faunísticos de la calidad del suelo. Recuperado de <http://www.euskomedia.org/>.pdf
- Magurran, A.E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Mairena Vásquez, C, L.; (2015). Identificación y fluctuación poblacional de macrofauna asociados al cultivo de la piña (*Ananás comusus* L. Merrill.), en Ticuantepe, Nicaragua, entre los meses de Marzo a Septiembre 2014. Tesis Ing. Agro. Managua, NI, Universidad Nacional. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3363/1/tnh.pdf>
- Masters, G.J. (2004). Belowground herbivores and ecosystem processes: *Ecological Studies* 173:93-112.
- Matson P.A., Parton W.J., Power A.G., Swift M.J. (1997) Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science* 277 (5325): 504-509.

- Montano Núñez, R. G Bustamante Maradiaga, E. J. (2016). Taxonomía, diversidad y distribución temporal de macrofauna asociados al cultivo de la maracuyá (*Passiflora edulis* Sims), en dos fincas de Sébaco, Matagalpa, 2016. (Tesis de graduación). Universidad Nacional Agraria. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3456/>.pdf
- Moran Mendoza, J. E. (2015). Diversidad de macrofauna edáfica en dos sistemas de manejo de *Moringa oleifera* Lam. (Marango) en la finca Santa Rosa, UNA. (Tesis de graduación). Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3203/1/tnp34m829.pdf>
- Pankhurst, C.E. (1997). Biodiversidad de los organismos del suelo como indicador de la salud del suelo.
- Pielou, E. C. (1975). *Ecological Diversity*. John Wiley & Sons, Inc. New York, 165 pp
- Quiroz, Medina, Q. R. (2015). Evaluación de la macro fauna como indicador biológico del suelo en tres sistemas de manejo y asocio en el cultivo de café *Coffea arabica* en la comunidad de Yasica Sur, municipio de San Ramón, departamento de Matagalpa, en las dos épocas del año verano e invierno, período 2015. (Tesis de pre grado) Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua. Recuperado de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4022/1/230060.pdf>
- Rodríguez, I., y Crespo, G. (2009). Comportamiento de la macrofauna del suelo en pastizales con gramíneas naturales puras o intercaladas con leucaena para la ceba de toros. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 36(2):181-186, 2002. Recuperado de <http://site.ebrary.com/lib/unanicaraguasp/reader.action?docID=10357540>
- Rugama Lovo, I, M.; Lopez y Vílchez, M, E, (2011). Identificación y descripción de los principales macrofauna rastreros asociados al cultivo de marañón (*Anacardium occidentale* L.), orgánico y convencional en León, Nicaragua, durante los meses de agosto 2009 a marzo 2010. Tesis Ing. Agro. Managua, NI, Universidad Nacional Agraria. /91p. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/2687/1/pph10j61d.pdf>
- Sánchez, S., y Reyes, F. (2009). Estudio de la macrofauna edáfica en una asociación de *Morus alba* y leguminosas arbóreas. *Pastos y Forrajes*, Vol. 4, No. 1, 2003. Recuperado de [http://site.ebrary.com/lib/una\\_nicaraguasp\\_reader.action/docID10306984](http://site.ebrary.com/lib/una_nicaraguasp_reader.action/docID10306984)

- Shannon, C, E y Weaver W, (1949). The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 144 p.
- UNEP (1992). Convenio sobre la diversidad biológica. Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente, derecho ambiental y centro de actividades. Nairobi.
- Zerbino, Bardier, M. S. (2005). Evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción. (Tesis de maestría). Universidad de la República .Montevideo, Uruguay. Recuperado de <http://TesisStellaZerbino.pdf>

## VIII. ANEXOS



Anexo 1. Colocación de trampas



Anexo 2. Trampas



Anexo 3. Recolección de datos



Anexo 4. Etiquetado



Anexo 5. Fase de laboratorio



Anexo 6. Utilización de claves



Anexo 7. Monolito



Anexo 8. Recolección de datos



Anexo 9. Envasado



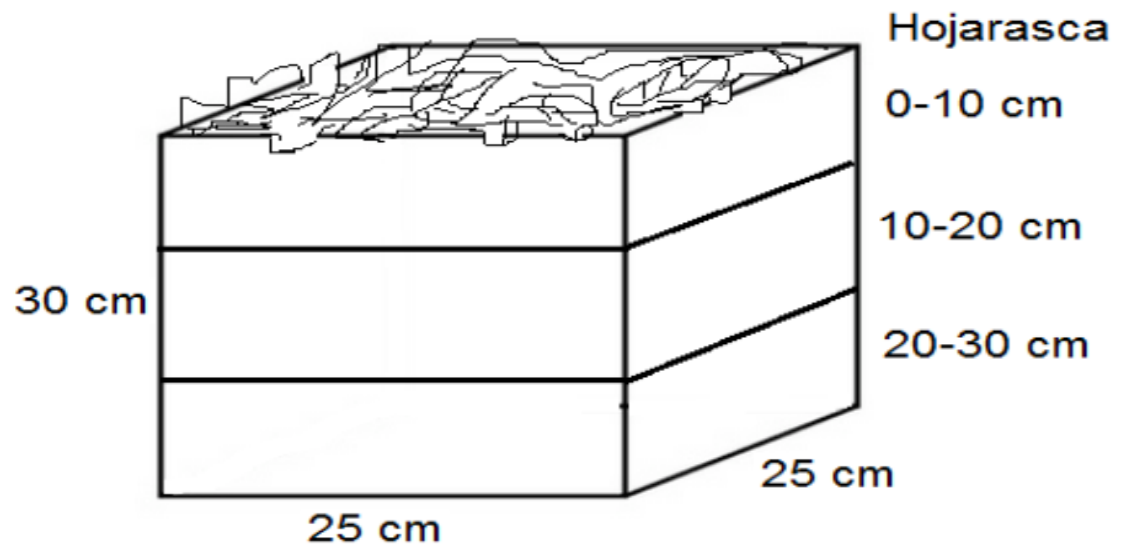
Anexo 10. Etiquetado



Anexo 11. Identificación



Anexo 12. Utilización de claves



Anexo 13. Ilustración del monolito utilizado en los dos manejos de suelo camellones y labranza convencional

Anexo 14. Ubicación del área de estudio.

