



*“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”*

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN AGRÍCOLA Y FORESTAL

Trabajo de graduación

Diversidad y abundancia de macroinvertebrados
en un sistema de producción biointensivo en la
Finca El Plantel, Masaya 2015

Autores:

Br. Darwin Abelino Dixon Saballos

Br. Mario José Bone Sánchez

Asesores:

Dra. Isabel Cristina Herrera Sirias

Ing. MSc. Ricardo Pastora Reyes

Managua, Nicaragua

Febrero, 2017



*“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”*

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN AGRÍCOLA Y FORESTAL

Trabajo de graduación

Diversidad y abundancia de macroinvertebrados
en un sistema de producción biointensivo en la
Finca El Plantel, Masaya 2015

Autores:

Br. Darwin Abelino Dixon Saballos
Br. Mario José Bone Sánchez

Asesores:

Dra. Isabel Cristina Herrera Siria
Ing. MSc. Ricardo Pastora Reyes

Presentada ante el honorable tribunal examinador como requisito
parcial para optar al título de Ingeniero en Sistema de Protección
Agrícola y Forestal

Managua, Nicaragua
Febrero, 2017



*"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"*

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN AGRÍCOLA Y FORESTAL

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Agronomía como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero en Sistema de Protección Agrícola y Forestal

Miembros del tribunal examinador

Dr. Edgardo Jiménez Martínez
Presidente

Ing. Harold Arguello
Secretario

Dr. Arnulfo Monzón
Vocal

Managua, Nicaragua
Enero, 2017

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PAGINA
DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE 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 MÉTODOS	4
3.1. Ubicación del estudio	4
3.1.2. Descripción de la parcela de estudio	4
3.2. Condiciones edafoclimaticos	5
3.3. Descripción del estudio	6
3.4. Muestreo para macroinvertebrados de suelo en tres diferentes estratos	6
3.4.1 Muestreo para macroinvertebrados terrestres	7
3.4.2 Muestreo para macroinvertebrados aéreos	7
3.5. Identificación taxonómica de los especímenes	9
3.6. Variables evaluadas	9
3.7. Análisis de datos	10
3.7.1. Riqueza y abundancia de familias	10
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
4.1 Macroinvertebrados en el sistema biointensivo	13

4.2.	Macroinvertebrados de suelo por estrato	16
4.2.1.	Diversidad de especie por estratos	18
4.2.2.	Análisis de predominancia de familias de macroinvertebrados	18
4.2.3.	Diversidad y abundancia de macroinvertebrados de suelo por cama	20
4.2.4	Macroinvertebrados de suelo en dos sistemas	22
4.3.	Macroinvertebrados terrestres	24
4.3.1.	Fluctuación poblacional de macroinvertebrados terrestres de mayor abundancia	27
4.4	Macroinvertebrados aéreos en el sistema biointensivo	29
4.4.1.	Macroinvertebrados aéreos de mayor abundancia y su importancia	30
4.2.3	Fluctuación poblacional de insectos de mayor abundancia	31
4.4.3.	Composición trófica de macroinvertebrados aéreos	34
V.	CONCLUSIONES	37
VI.	RECOMENDACIONES	38
VI.	LITERATURA CITADA	39
VII.	ANEXOS	46

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios creador del universo por darme la oportunidad de vivir, por consolarme en tiempos difíciles, por darme las fuerzas de seguir adelante, la sabiduría e inteligencia de culminar mis estudios, por ser guía en cada momento.

A mis padres *Geordita Saballos Bucardo* y *Abelino Dixon Mayorga* por ser ejemplos fundamental en mi vida, de lucha y superación, quienes con todo su esfuerzo, voluntad y sacrificio hicieron realidad parte de mis sueños y los suyos, personas que amo y valoro con todo mi corazón, por hacerse cargo de una responsabilidad tan grande tanto en mi formación profesional y en la vida, a quienes les agradezco mucho.

A mis hermanos por estar siempre conmigo brindándome apoyo moral, ánimos para poder culminar con este trabajo y a todos mis familiares.

Br. Darwin Abelino Dixon Saballos

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme la oportunidad de vivir, por guiar mis pasos y acompañarme en cada momento de mi vida, por darme fuerzas, sabiduría e inteligencia, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente en la realización de este documento.

A mi familia, por ser pilares fundamentales en todo lo que soy y cada paso de mi vida, quienes con todo su esfuerzo, empeño, voluntad y sacrificio hicieron realidad mi sueño de ser profesional, personas que amo y valoro con todo mi corazón, por hacerse cargo de una responsabilidad tan grande, tanto en mi formación profesional y en la vida, con quienes tengo una deuda impagable.

Br. Mario José Bone Sánchez

AGRADECIMIENTO

Agradecemos de manera infinita a Dios Padre por brindarnos la sabiduría, inteligencia, paciencia, deseo y voluntad de superación para completar el trayecto de la culminación de nuestro trabajo de investigación.

A nuestros padres, familiares seres queridos que siempre estuvieron presentes para apoyarnos económicamente, moral y espiritual para lograr nuestras metas de ser profesionales.

De manera especial a nuestros asesores: Dra. Isabel Herrera Sirias y al Ing. Msc. Ricardo Pastora por confiar en nosotros y brindarnos la oportunidad de realizar este trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional Agraria, nuestra Alma Mater por brindarnos la oportunidad de convertirnos en profesionales. Al personal que trabaja en el Centro Agroecológico de Capacitación, Investigación y Demostración del Método Biointensivo de Cultivo en Nicaragua (CCID), por brindarnos el espacio y los recursos para la realización de la investigación.

Agradecemos infinitamente a todos aquellos Docente de diferentes áreas que con sus conocimientos nos apoyaron de una u otra manera durante el proceso de la investigación: Al Dr. Arnulfo Monzón, por ayudarnos en las áreas estadísticas. Al Dr. Edgardo Jiménez, por ayudarnos en el área de entomología. Al Dr. Freddy Miranda, Lic. MSc. Isaías Sánchez, Ing. MSc. Markelyn Rodríguez por brindarnos información durante el proceso de identificación de los diferentes grupos taxonómicos. Al profesor Alex Cerrato por su disposición, y tiempo dedicado en la identificación de los especímenes de insectos. Al MSc. Miguel Garmendia por brindarnos su apoyo y contribuir en el análisis estadístico. Al Padre Adolfo López y al Ecólogo Gabriel Rojas responsable de área de Malacología y Diversidad Animal de la UCA por su apoyo en la identificación de los especímenes de Moluscos.

Y a todas las personas que nos brindaron su apoyo de una u otra manera

MUCHAS GRACIAS.

Br. Darwin Abelino Dixon Saballos
Br. Mario José Bone Sánchez

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Cultivos establecidos en las camas durante el estudio en la Finca el Plantel en el período de octubre a noviembre 2015	5
2. Clases, órdenes y familias de macroinvertebrados en el sistema biointensivo entre los meses de octubre a noviembre de 2015	13
3. Macroinvertebrados de suelo por estrato registrada en 10 camas biointensivo en la Finca el Plantel en el período de octubre a noviembre del 2015	17
4. Riqueza, abundancia y diversidad de macroinvertebrados de suelo por cama en la Finca el Plantel en el período de octubre a noviembre 2015	21
5. Riqueza, abundancia y diversidad de macroinvertebrados terrestres en el sistema biointensivo, en la Finca el plantel en el período de octubre a noviembre del 2015	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Plano del área biointensivo en la Finca el Plantel en el período de octubre a noviembre del 2015	4
2. Esquema de muestreo de macroinvertebrados del suelo en tres diferentes estratos del suelo en la Finca el Plantel en el período de octubre a noviembre del 2015	6
3. Esquema de ubicación de trampas cromáticas, de melaza y caída en el área biointensivo en la Finca el Plantel en el período de octubre a noviembre del 2015	8
4. Total de individuos de macroinvertebrados de suelo asociados en dos sistemas de manejos en la Finca el Plantel en el período de octubre a noviembre de 2015	23
5. Fluctuación poblacional de las familias Porcellionidae, Formicidae, Cyphoderidae y Sciaridae en el sistema biointensivo, en la Finca el Plantel en el período de octubre y noviembre del 2015	28
6. Fluctuación poblacional de las familias Bibionidae, Musidae, Dolichopodidae y Noctuidae en el sistema biointensivo en la Finca el Plantel en el período octubre a noviembre 2015	32
7. Grupos de macroinvertebrados aéreos de acuerdo al habito alimenticio en el sistema biointensivo en el período de octubre a noviembre del 2015	35

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Contenido de macro y micro elementos de las camas en estudio en la finca el Plantel en el período de octubre a noviembre del 2015	46
2. Datos de temperatura y precipitación durante los meses de muestreo en el centro Experimental El Plantel en el período de agosto a noviembre del 2015.	46
3. Análisis de Hutcheson en base al índice de diversidad para macro invertebrados de suelo por estrato en la Finca el Plantel 2015	47
4. Macroinvertebrados terrestres por Cama en la Finca el Plantel en el período de octubre a noviembre del 2015	48
5. Análisis de Hutcheson en base al índice de diversidad para los macroinvertebrados terrestres por cama en la finca el Plantel 2015	49
6. Macroinvertebrados aéreos asociada al sistema biointensivo en la finca el Plantel en el período de octubre a noviembre del 2015	50
7. Índice de diversidad de macroinvertebrados aéreos por Shannon-Weaver	52
8. Ilustración de las camas biointensivo en la Finca el Plantel 2015	53
9. Ilustración de los tipos de trampeos utilizados en la investigación	54
10. Ilustraciones de las familias de macroinvertebrados de suelo por estratos de mayor abundancia encontradas en la Finca el Plantel 2015	55
11. Ilustraciones de las familias de macroinvertebrados aéreos de mayor abundancia	57

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue generar información sobre la comunidad de macroinvertebrados en un sistema biointensivo, en la Unidad de Experimentación y Validación El Plantel de la Universidad Nacional Agraria, determinando la diversidad, riqueza y abundancia de las familias de macroinvertebrados de suelo, terrestre y aéreos. La biodiversidad de los macroinvertebrados de suelo se analizó en tres estratos de profundidad (0-10cm, 10-20cm, 20-30cm), y en el caso de los macroinvertebrados terrestres se utilizaron trampas de caída libres, ubicadas en las camas y para macroinvertebrados aéreos, se utilizaron trampas de melaza y cromáticas. Los resultados indican un total de 13,887 individuos correspondientes a 8 clases, 26 órdenes y 81 familias de macroinvertebrados. En general las familias de mayor dominancia fueron Porcellionidae, Formicidae, Spirostreptidae, Rhinotermitidae, Himantaridae, Paradoxosomatidae, Cyphoderidae, Sciaridae, Bibionidae, Musidae, Dolichopodidae y Noctuidae. Los resultados muestran que la mayor cantidad de individuos y familias de macroinvertebrados se registraron en el primer estrato en todas las camas evaluadas, indicando el análisis de Hutcheson a través del índice de diversidad, que no hubieron diferencias significativas entre las camas. En el caso de los macroinvertebrados aéreos se registró en su gran mayoría depredadores y descomponedores. Es importante resaltar que los resultados de este estudio indican que la mayor cantidad de macroinvertebrados descomponedores se registraron en las camas en proceso de compostaje así como una mayor cantidad de depredadores y parasitoides producto del manejo orgánico y de la alta diversidad de especies vegetales presentes en este sistema.

Palabras clave: Camas, estratos, índice de diversidad, profundidad, suelo.

ABSTRACT

The aim of this study was to generate information about the community of macroinvertebrates in a biointensive system, in the Unit of Experimentation and Validation of the National Agricultural University, determining the diversity, richness and abundance of the macroinvertebrate families of soil, terrestrial and aerial. The soil macroinvertebrates biodiversity was analyzed in three depth layers (0-10cm, 10-20cm, 20-30cm), and in the case of terrestrial macroinvertebrates, free fall traps were used, located in beds and for macroinvertebrates aerial, traps of molasses and chromatic. The results indicate a total of 13,887 individuals corresponding to 8 classes, 26 orders and 81 families of macroinvertebrates. In general the families of greater dominance were Porcellionidae, Formicidae, Spirostreptidae, Rhinotermitidae, Himantaridae, Paradoxosomatidae, Cyphoderidae, Sciaridae, Bibionidae, Musidae, Dolichopodidae and Noctuidae. The results show that the largest number of individuals and families of macroinvertebrates were recorded in the first stratum in all beds evaluated, indicating the Hutcheson analysis through the diversity index, that there were no significant differences between beds. In the case of aerial macroinvertebrates, the great majority of predators and decomposers. It is important to note that the results of this study indicate that the largest number of decomposing macroinvertebrates were recorded in composting beds as well as a greater number of predators and parasitoids resulting from the organic management and the high diversity of plant species present in this system.

Keywords: Beds, strata, diversity index, depth, soil.

I. INTRODUCCIÓN

El método de los huertos biointensivos surge como una necesidad para dar respuesta a la demanda de alimentos sanos para una población que está en crecimiento, y como una manera de solucionar el problema de la pérdida y deterioro del suelo, debido a la crisis ambiental que genera la agricultura moderna, que conlleva a la degradación de los recursos naturales (SEMARNAT, 2010).

Tiene sus orígenes en el grupo Ecology Action, de John Jeavons, en California, Estados Unidos, hace más de 30 años. Este método se basa en 8 principios fundamentales que son: camas de siembra con doble excavación del suelo; el uso de composta; la siembra cercana; la asociación y rotación de cultivos; el uso de semillas de polinización abierta; cultivos para la producción de composta y cultivos para la generación de carbono y calorías; y el cuidado integral (SEMARNAT, 2010).

El método se ha desarrollado para poder cultivar todos los alimentos para una dieta completa y nutritiva en espacio más reducido posible, basándose en producción a pequeña escala, utilizando tecnología sencilla, lo cual permite que sea fácilmente adaptada por pequeños agricultores con los recursos naturales existentes (Jeavons y Cox, 2007). Brinda una solución a la seguridad alimentaria familiar y a la soberanía alimentaria, frente a los problemas que amenazan a los pueblos del mundo: contaminación del medio ambiente, agotamiento de los recursos naturales, dependencia de combustibles fósiles y el cambio climático (Andrango, 2012).

El uso combinado de los principios del método biointensivo favorece la vida en el suelo, restituye la fertilidad y conserva la biodiversidad en su sistema (Jeavons y Cox, 2007). Desde el punto de vista biológico, la evaluación del estado de conservación/perturbación del suelo y ecosistema se puede llevar a cabo mediante la observación de la macrofauna edáfica, en la cual se agrupan los invertebrados mayores de 2 mm de diámetro. Esta diversidad de macroinvertebrados, desempeñan papeles importantes en el restablecimiento del balance ecológico de los agro ecosistemas, a través del reciclaje de nutrientes, control biológico de

plagas y la conservación del agua y del suelo, permitiendo alcanzar una producción sostenible (Huerta *et al.*, 2008).

Varios estudios, demuestran el papel de los sistemas de producción agroecológicos sobre las diferentes comunidades de macroinvertebrados. Huerta *et al.*, (2008) encontraron mayor diversidad de organismos en sistemas agroforestales con alto contenido de materia orgánica y menos en sistemas convencionales. Pashanasi (2001), encontró una diversidad muy rica de macroinvertebrados en sistemas de bosques primarios intervenidos y no intervenidos, y una baja diversidad en áreas cultivadas.

Los estudios de biodiversidad de macroinvertebrados en Nicaragua, están relacionados más en su rol como indicadores ambientales en la calidad del agua y suelo. Cárdenas *et al.*, (2007) determinó la diversidad biológica de macroinvertebrados acuáticos asociada a los usos de suelo más comunes en la zona ganadera de Matiguás, encontrando 15 órdenes, 51 familias y 82 géneros, de los cuales el 91% pertenecen a la clase Insecta. Romero (2012), evaluó la diversidad de macroinvertebrados de suelo en tres micro cuencas del río Estelí, encontrando variaciones en la composición de las familias. Rosales y Mateo (2016), comparo la calidad del agua del Río Palacagüina parte alta versus parte baja mediante la utilización de macroinvertebrados bentónicos, determinando que las aguas del Río Palacagüina están contaminadas.

Es por esto que en las últimas décadas, el estudio sobre las comunidades de macroinvertebrados se ha incrementado como consecuencia de su aplicación como organismos bioindicadores dentro de los procesos de los ecosistemas. Ya que mediante la composición taxonómica y el número de individuos se puede lograr determinar el grado de afección producido por las perturbaciones antropogénica (Loeb y Spacie, 1994)

Considerando la importancia de estos organismos en los procesos ecológicos de los sistemas de producción agrícola y en general de los agroecosistemas, es relevante caracterizar la diversidad y abundancia de macroinvertebrados presentes en los sistemas de producción, particularmente con el método biointensivo en las condiciones del trópico seco de Nicaragua.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- ❖ Generar información sobre la diversidad y abundancia de macroinvertebrados, asociados a un área de producción con el método biointensivo, que permita el entendimiento de las relaciones existentes y conservación de la biodiversidad presente en el sistema

2.2. Objetivos específicos

- ❖ Determinar la diversidad, riqueza y abundancia de macroinvertebrados de suelo, terrestres y aéreos, con el fin de entender el rol en los procesos biológicos del suelo bajo las condiciones del sistema de producción biointensivo
- ❖ Describir la fluctuación poblacional de las principales familias de macroinvertebrados terrestres y aéreos, que permita determinar el efecto que ejerce el sistema de producción biointensivo sobre el comportamiento de los diferentes grupos de macroinvertebrados
- ❖ Determinar los grupos tróficos de los macroinvertebrados aéreos, con el propósito de conocer la función que están desempeñando estos organismos en el sistema de producción biointensivo

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del estudio

El estudio se realizó de octubre al noviembre del 2015, en la Unidad de Experimentación y Validación El Plantel de la Universidad Nacional Agraria, localizada en el km 43.5 carretera Tipitapa-Masaya, en las coordenadas $12^{\circ} 06' 24''$ y los $12^{\circ} 07' 30''$ de latitud norte y $86^{\circ} 04' 46''$ y los $86^{\circ} 05' 27''$ de latitud oeste, a una altura de 65 msnm (metros sobre el nivel del mar), con temperatura promedio de 28°C , con precipitación que oscila entre los 796 y 800 mm anuales, humedad relativa de 71 % y viento con velocidad de 3.5 m/s (INETER, 2009).

3.1.2. Descripción de la parcela de estudio

El área de estudio constaba de 27 camas de siembra biointensivo, establecida en el año 2013 por el Centro de Capacitación, Investigación y Demostración del Método Biointensivo de Cultivo en Nicaragua (CCID) con un área de 608 m^2 . Para fines de estudio se tomaron 10 camas como unidades de analisis, (cama 10-19) las cuales fueron enumeradas de 1 al 10. Las dimensiones por cama fueron de 1 m de ancho por 10 m de largo, con una separación entre cama de 1 m (Figura 1), y cada cama con diferentes cultivos (Cuadro 1).

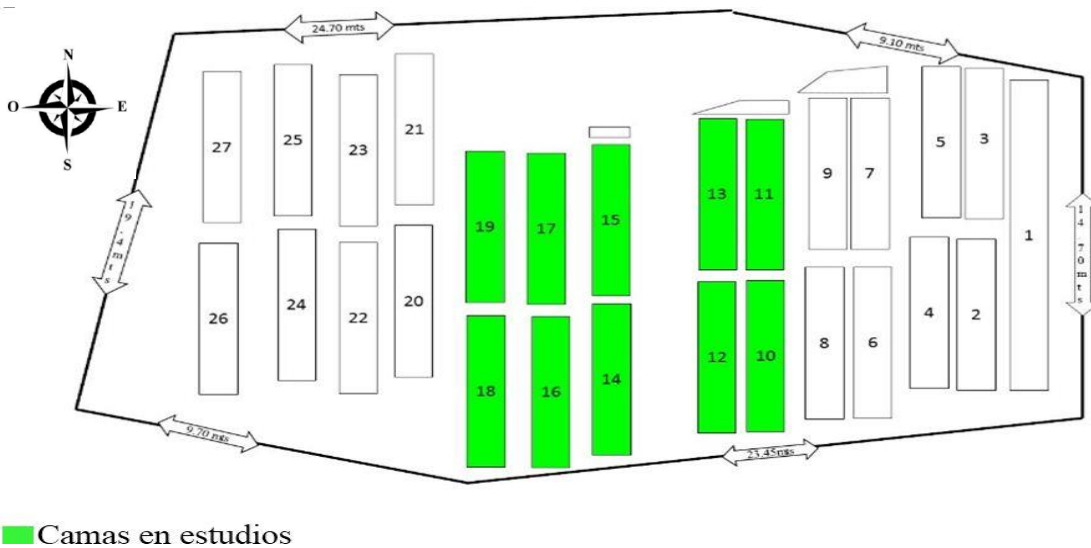


Figura 1. Plano del área Biointensivo en la Finca el Plantel en el período de octubre y noviembre del 2015.

Cuadro 1. Cultivos establecidos en las camas durante el estudio en la Finca el Plantel en el período de octubre a noviembre 2015.

Camas	Cultivos	Nombre científico
Cama 1	Bledo	<i>Amaranthus sp</i>
Cama 2	Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>
Cama 3	Yuca	<i>Manihot esculenta</i>
Cama 4	Quequisque	<i>Xanthosoma sp</i>
Cama 5	Composta	
Cama 6	Camote	<i>Ipomoea batatas</i>
Cama 7	Maíz (NB6)	<i>Zea mays</i>
Cama 8	Tomate/acelga	<i>Solanum lycopersicum/Beta bulgaris</i>
Cama 9	Maíz (NB6)	<i>Zea mays</i>
Cama 10	Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>

3.2. Condiciones edafoclimaticos

Los terrenos de la finca son ondulados, con una pendiente que varía de 1 y 15%, con muy poca o ninguna cobertura de suelo. La textura del suelo es de franco arcilloso, con un pH ligeramente ácido de 6,08 y con 3,16% de materia orgánica (Hernández, 2016). La textura del suelo de las camas es franco arcilloso, con un pH de 7.2 y con 7.0 % de materia orgánica (Ver anexo 1) con una precipitación de 145.67 mm y con temperatura de 34 °C promedios mensuales registradas durante el período de muestreos (INETER, 2015) (Ver anexo 2).

3.3. Descripción del estudio

El estudio consistió en la evaluación de la diversidad y abundancia de macroinvertebrados bajo un sistema biointensivo, empleando tres tipos de muestreos:

- a) Muestreos de macroinvertebrados de suelo en tres diferentes estratos
- b) Muestreos de macroinvertebrados terrestres, a través de trampas de caída
- c) Muestreos de macroinvertebrados aéreos, utilizando trampas cromáticas y de melaza.

Para macroinvertebrados de suelo, al igual que en las camas también se tomaron 6 muestras en las áreas adyacentes al sistema de producción con biointensivo, 3 al lado Norte y otros 3 al lado Sur, con la finalidad de comparar los valores de diversidad y abundancia entre estos dos sistemas.

3.4. Muestreo para macroinvertebrados de suelo en tres diferentes estratos.

Para determinar la diversidad y abundancia de macroinvertebrados se realizó el muestreo de suelo en un tiempo determinado (al final del ciclo del cultivo establecido), el cual consistió en tomar tres puntos al azar por cama a tres diferentes profundidades utilizando el método propuesto por Anderson y Ingram (1993).

Los puntos de muestreos tuvieron las dimensiones 25 x 25 x 30 cm, a las profundidades: 0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm (Figura 2). Donde se revisó los macroinvertebrados presentes por estratos se y anotó en una hoja de recuento. Los especímenes de macroinvertebrados fueron depositados en frascos con alcohol al 70%, posteriormente se llevaron al laboratorio donde fueron identificados.

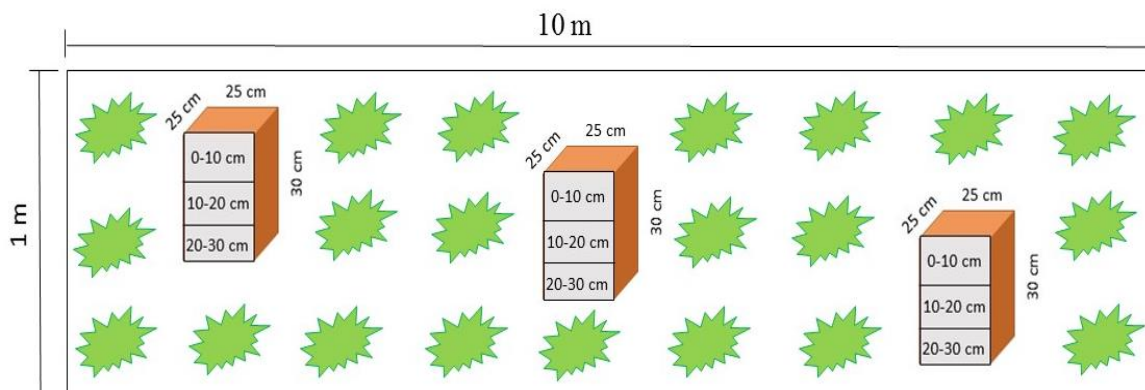


Figura 2. Esquema de muestreo de macroinvertebrados del suelo en tres diferentes estratos del suelo en la Finca el Plantel en el período de octubre a noviembre del 2015.

3.4.1. Muestreo para macroinvertebrados terrestres

Se instaló una trampa de caída (**pitfall-traps**) por cama, la cual consistió en la utilización de un envase plásticos de un litro de capacidad. Cada trampa se ubicó al ras del suelo conteniendo 3 cm de agua con detergente (1g/litro de agua) la que fue cambiada cada dos días (Moreira *et al.*, 2012) (Figura 3). Los muestreos se realizaron cada dos días durante un mes, realizándose un total de 13 muestreos. Los especímenes recolectados, fueron depositados en frascos con alcohol al 70 %, debidamente rotulados y llevados al laboratorio de entomología de la UNA para la identificación de especímenes y conteo de macroinvertebrados.

3.4.2. Muestreo para macroinvertebrados aéreos

Trampas cromáticas y melaza

Para la captura de insectos aéreos, la área de estudio biointensivo se dividió en dos transeptos, con el fin de colocar cuatro trampas intercaladas, una trampa cromática y una trampa de melaza, la trampa cromática consistió en una lámina de polietileno de 40 X 35 cm, cubierta con atrayente cola entomológica (Zapicol ®) y utilizando dos colores (azul y amarillo) tomando como base la atracción que presentan algunos grupos de insectos a la longitud de onda del espectro visible reflejada por un objeto (Vernon y Gillespie, 1990).

La trampa de melaza, se utilizó envase plástico de 3.78 litros con una solución de agua y melaza, solución cambiada cada dos días, ubicadas a 1.5 m de altura. Esta trampa presenta acción aromática como atrayente sobre los insectos voladores, (Moreira et al., 2012) (Figura 3).

En el muestreo de macroinvertebrados aéreos se consideró todo del área biointensivo, tomando en consideración la movilidad de los insectos y la distribución en tiempo y espacio. Los muestreos para ambas trampas (cromáticas y melaza) se realizaron cada 2 días durante un mes con 12 muestreos en total. Los insectos recolectados, fueron depositados en frascos con alcohol al 70 %, debidamente rotulado, y llevados al laboratorio de entomología de la UNA, donde a través del uso de estereoscopio, libros de entomología y apoyo del técnico del museo de entomología.

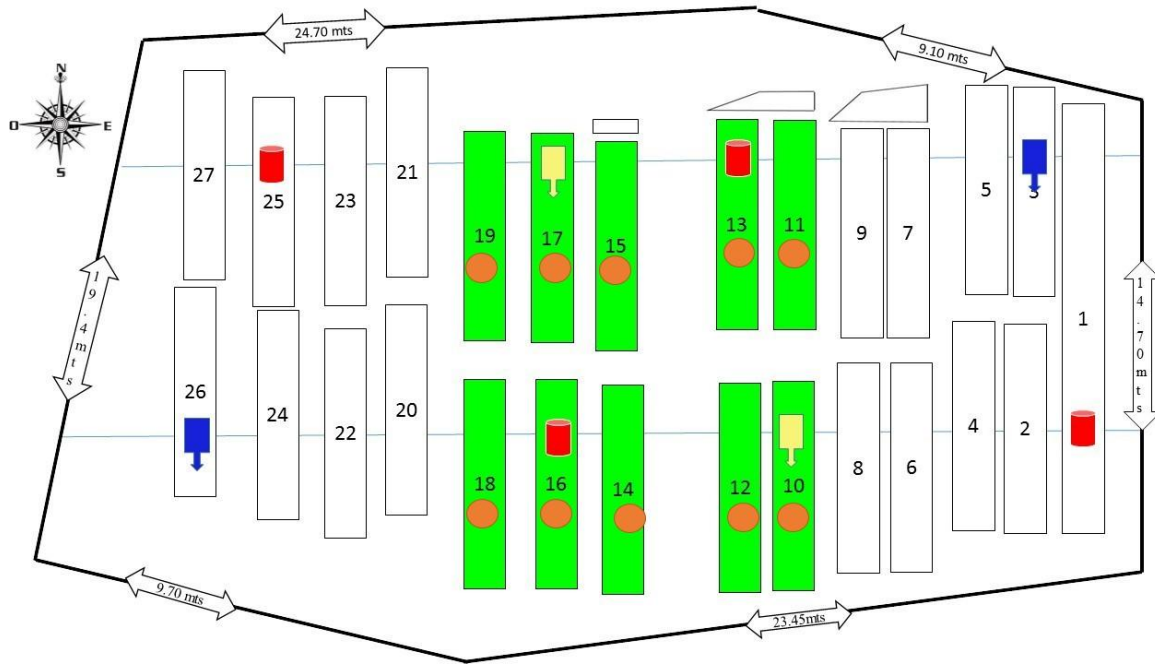






Figura 3. Esquema de ubicación de trampas cromáticas, de melaza y caída en el área biointensivo en la Finca el Plantel en el período de octubre a noviembre del 2015

-  Trampas pegajosas azules
-  Trampas pegajosas amarillas
-  Trampas de melazas
-  Trampas de caída

3.5. Identificación taxonómica de los especímenes

La identificación de los especímenes encontrados tanto en el nivel de suelo en las diferentes profundidades, como para los terrestres y aéreos se utilizó claves taxonómicas. Además se contó con la colaboración de expertos por grupos taxonómicos, lo que permitió la identificación de los especímenes hasta el nivel de familia.

Los especímenes de insectos fueron identificados utilizando guías ilustradas, comparaciones de especímenes y claves taxonómicas de Arguello y Gladstone (2001), Fernández (2003). Para los miriápodos y lombrices se utilizaron claves de: Knoflach (2010), Shelley (1999), Cupul-Magaña (2012).

En caso de la clase arácnida fueron identificados en el laboratorio de parasitoides de la UNA-FAGRO, con claves de Lawrence y Jones-Walters (1994), y los especímenes de moluscos fueron identificados en el Centro de Malacología y Diversidad Animal de la Universidad Centro Americana (UCA), utilizando claves de Pérez y López (2002), López y Urcuyo (2009).

3.6. Variables evaluados

Número de Individuos por estrato de suelo

Número de individuos por trampa de caída

Número de individuos por trampa cromática

Número de individuos por trampa con melaza

3.7. Análisis de datos

Para el análisis de diversidad macroinvertebrados se utilizó el índice de Shannon-Weaver, con el fin de conocer la variabilidad entre los organismos vivos, el complejo ecológico del que forman parte (Somarriba, 1999). 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. Los datos fueron analizados a través del programa estadístico PAST v 2.09 (Hammer y Harper, 2006).

Su cálculo se basa en la fórmula (Shannon; Weaver, 1949):

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$
$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Dónde:

H: índice de Shannon-Weaver.

S = Número de especies de la población

n_i : Número de individuos en el sistema de la especie determinada i.

N: Número total de individuos.

3.7.1. Riqueza y abundancia de familia

Para la determinación de la riqueza (S) de familias, se hizo una sumatoria de todas las familias (Moreno, 2001). Representada por la suma del número de familias presentes en la unidad muestral.

La abundancia define como el número o la cantidad de individuos (N) de una especie determinada o de biomasa en un área determinada (Pérez, 2004). Constituida por la sumatoria de macroinvertebrados en la unidad muestral.

Análisis de Friedman

En macroinvertebrados de mayor predominancia registrados en camas biointensivo, se estableció la prueba no paramétrica de Friedman, utilizando el programa estadístico InfoStat versión 1.5 (InfoStat, 2004), con el objetivo de encontrar:

- a) Diferencia en macroinvertebrados de mayor predominancia en camas biointensivo, en su distribución por estrato
- b) Diferencia entre la comunidad de macroinvertebrados terrestres por cama biointensivo
- c) Diferencia entre familias de macroinvertebrados terrestres de mayor predominancia en camas biointensivo por fechas de muestreo

Su fórmula (Martel y Vegas, 1997).

$$F = \left[\frac{H}{nk(k+1)} \sum_{i=1}^k R_i^2 \right] - kn(k+1)$$

F: Cálculo de análisis de varianza por rangos de Friedman

n o H: número de elementos o bloques (muestras)

k: número de variables relacionadas (niveles o tratamiento)

R_j^2 : suma de rangos por columnas al cuadrado

Análisis de Hutcheson

Los datos registrados de índices de diversidad a través de los muestreos de suelo por estrato y muestreos terrestres por cama biointensivo, para determinar diferencia entre ellas, se empleó la prueba de Hutcheson, utilizando el programa estadístico PAST v2.09.

Formula t de Hutcheson (1970):

$$t = \frac{H_a - H_b}{\sqrt{S_{H_a}^2 + S_{H_b}^2}}$$

$$s_H^2 = \frac{\sum p \cdot (\ln p)^2 - (\sum p \cdot \ln p)^2}{N} + \frac{S-1}{2N^2}$$

T: prueba-t de Hutcheson

S: total del número de especies

N: población total

H: índice de diversidad

p: abundancia relativa

S_H^2 : variación de la diversidad en Shannon-Weaver

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Macroinvertebrados en el sistema biointensivo

Los resultados del estudio tanto para los muestreos de suelo en tres diferentes estratos, como para los muestreos terrestres y aéreos, indican la presencia de un total de 13,780 individuos correspondientes a 8 clases, 26 órdenes y 81 familias de macroinvertebrados en el sistema biointensivo. De las 81 familias identificadas solo fueron consideradas en el estudio 17 por presentar la mayor abundancia y frecuencia durante las fechas de muestreo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Clases, órdenes y familias de macroinvertebrados en el sistema biointensivo

Clase	Orden	Familia	Abundancia	
Malacostraca	Isópoda	Porcellionidae	4171 *	
Clitellata	Haplotaxida	Lumbricidae	31	
Chilopoda	Scolopendromorpha	Scolopendridae	2	
		Geophilomorpha	Himantariidae	159 *
		Lithobiomorpha	Henicopidae	3
Diplopoda	Spirostreptida	Spirostreptidae	410 *	
		Polydesmida	Paradoxosomatidae	190 *
Gastropoda	Pulmonata	Polygyridae	5	
		Sigmurethra	Subulinidae	82 *
			Bulimulidae	8
Entognatha	Collembola	Dicyrtomidae	25	
			Neanuridae	11
			Cyphoderidae	616 *
Arachnida	Araneae	Thomisidae	8	
		Lycosidae	2	
		Pisauridae	2	
		Scytodidae	2	
		Oonopidae	26	
			Salticidae	84
Arachnida	Pseudoescorpionida	Cheliferidae	2	
		Solifugae	Eremobatidae	13
		Trombidiformes	Trombidiidae	2
		Opiliones	Cosmetidae	2
Insecta	Lepidóptera	Noctuidae	196 *	
		Pieridae	8	
		Nymphalidae	2	
		Pyralidae	3	
		Hesperidae	5	

Insecta	Hemíptera	Anthocoridae	1
		Miridae	4
		Coreidae	5
		Cicadellidae	138 *
		Aphididae	2
		Cercopidae	1
		Reduvidae	2
		Pentatomidae	3
Insecta	Díptera	Asilidae	44
		Sciaridae	164 *
		Stratiomyidae	24
		Musidae	1748 *
		Bibionidae	2351 *
		Calliphoridae	5
		Tephritidae	2
		Dolichopodidae	462 *
		Sirfidae	2
		Tabanidae	4
		Sarcophagidae	4
		Tachinidae	7
Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae	106
		Elateridae	20
		Chrysomelidae	115 *
		Scarabaeidae	144 *
		Curculionidae	9
		Carabidae	17
		Staphylinidae	1
		Passalidae	2
		Coccinelidae	59
		Buprestidae	5
		Cicindellidae	4
		Nitidulidae	4
		Cerambycidae	5
Insecta	Orthoptera	Gryllidae	8
		Acrididae	6
		Tettigonidae	2
		Lygacidae	1
Insecta	Blattodea	Blaberidae	12
		Blattidae	3
	Isóptera	Rhinotermitidae	191 *
		Termitidae	2
	Neuróptera	Chrysopidae	3
	Thysanura	Lepismatidae	4
	Mantodea	Mantidae	10

Insecta	Hymenoptera	Formicidae	1787 *
		Pompilidae	2
		Mutillidae	7
		Scelionidae	49
		Apidae	42
		Vespidae	103 *
		Sphecidae	7
		Scoliidae	5
		Ichneumonidae	2

* Familias de macroinvertebrados de mayor abundancia.

Los grupos taxonómicos más abundantes y de mayor frecuencia para los estratos de suelo y terrestre fueron las familias Porcellionidae Himantariidae, Formicidae, Paradoxosomatidae, Rhinotermitidae, Spirostreptidae, Subulinidae, Sciaridae y Cyphoderidae. En el caso de los macroinvertebrados aéreos, los grupos taxonómicos más abundantes fueron las familias Bibionidae, Musidae, Dolichopodidae, Chrysomelidae y Vespidae.

Resultados obtenidos por Lavelle *et al.*, (1994), indican el papel importante que juegan los macroinvertebrados en la productividad de los agroecosistemas, no solo como plagas o vectores si no como benefactores en suelo. Brown *et al.*, (2001), mencionan que un punto de partida muy importante para entender el medio edáfico, es el estudio de la poblaciones de macroinvertebrados presentes en el.

En el caso particular, en este estudio, la familia más abundante fue la Porcellionidae, encontrándose en las 10 camas de biointensivo evaluadas, con mayor incidencia en la cama dedicada al compostaje. Drobne (1997), señala que esta familia constituye isópodos terrestres detritívoros, que se alimentan de cualquier material vegetal o animal en descomposición. Por otra parte (Borror *et al.*, 1992; Snyder y Hendrix, 2008), mencionan que la familia Porcellionidae, necesita de fuentes con alto contenido de materia orgánica, para llevar a cabo su función detritívora. Estudios realizados por Leistikow y Wolfgang (1999), indican el rol importante de estos organismos en el ambiente, por que ayudan a recircular los nutrientes y mantener los flujos de energía en el suelo, participando en los ciclos biogeoquímicos. Los resultados de este estudio pudieran estar sugiriendo que el manejo biointensivo promueve la presencia de macroinvertebrados que juegan un rol muy importante en la calidad de suelo. No obstante, Curry y Good (1992), señalan que todos los grupos taxonómicos de la fauna del

suelo han sido propuestos como indicadores potenciales, sin embargo, ninguna investigación puede pretender cubrir todos los grupos de organismos de suelo, y el grado al cual pueden ser usados como indicadores (Eggleton *et al.*, 2002; Touyama *et al.*, 2002).

4.2. Macroinvertebrados de suelo por estratos

El comportamiento de la abundancia y diversidad de macroinvertebrados, de acuerdo a la profundidad del suelo, indica que el mayor número de individuos presentó en el estrato de 0-10 cm con 2663 individuos correspondiente a 22 familias, seguidos del segundo estratos (10-20 cm) con 596 individuos y para el último estrato con 314 individuos correspondiente a 16 familias respectivamente (Cuadro 3).

Estudios realizado por (Suarez *et al.*, 2009; Ararat *et al.*, 2002; Lavelle, 2001), concluyen que la mayor colonización de macroinvertebrados en el primer estrato, se debe a la presencia de hojarasca, ya que estas disminuyen las temperaturas, creando un refugio favorable para el desarrollo de sus poblaciones y la obtención de alimentos. Los resultados de este estudio indican que a medida que la profundidad aumenta (0-30 cm), la cantidad de individuos baja, probablemente esta tendencia obedece a la cantidad de material vegetal presente en las 10 camas, propicio el desarrollo de altas poblaciones en el estrato superior, tal es el caso de la cama 5, donde se registró la mayor abundancia de individuos, siendo las familias Porcellionidae, Formicidae y Spirostreptidae como los más dominantes.

Estos resultados pudieran sugerir que la diversidad y abundancia de macroinvertebrados en el primer estrato, este influenciado por las rotaciones y asociaciones de cultivos, la presencia de rastrojos y composta, ya que la mayor parte del alimento orgánico que está a disposición de la macrofauna proviene de la capa superficial del suelo, ofreciendo un medio de vida más estable. (Lal, 1989; Lavelle *et al.*, 1992) mencionan que la mayoría de los grupos de la macrofauna se encuentran confinados en la parte superior, en los primeros centímetros del suelo en donde existen las reservas de materia orgánica, concluyendo que la estructura vegetal (vertical y horizontal) de los agroecosistemas es el factor que determina la abundancia de los macroinvertebrados.

Cuadro 3. Macroinvertebrados de suelo por estrato registrada en 10 camas biointensivo en la Finca el Plantel en el periodo de octubre a noviembre del 2015

No	Familia	Estratos			Total general
		0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	
1	Asilidae	-	4	-	4
2	Blaberidae	4	-	1	5
3	Bulimulidae	5	1	2	8
4	Chrysomelidae	-	1	-	1
5	Elateridae	6	6	2	14
6	Eribatidae	3	-	-	3
7	Formicidae	315	115	84	514
8	Henicopidae	2	0	1	3
9	Himantariidae	87	46	26	159
10	Lepismatidae	1	0	1	2
11	Lumbricidae	18	8	5	31
12	Noctuidae	4	-	1	5
13	Oonopidae	10	6	-	16
14	Paradoxosomatidae	96	17	25	138
15	Polygyridae	3	2	-	5
16	Porcellionidae	1732	192	72	1996
17	Rhinotermitidae	70	93	21	184
18	Salticidae	5	-	-	5
19	Scarabaeidae	7	4	2	13
20	Spirostreptidae	213	85	62	360
21	Staphylinidae	1	-	-	1
22	Stratiomyidae	9	-	1	10
23	Subulinidae	58	13	8	79
24	Tenebrionidae	14	3	-	17
Total general		2663	596	314	3573

Las familias con mayor abundancia fueron Porcellionidae, Formicidae, Spirostreptidae, Paradoxosomatidae, Himantariidae, Rhinotermitidae y Subulinidae. Igualmente estas mismas familias dominaron en los dos últimos estratos pero en bajas poblaciones. La dominancia puede ser el resultado, de la abundancia relativa de estos organismos, su tamaño de poblaciones, su papel ecológico, o cualquier combinación de estos factores en los tres estratos.

Cabe mencionar que resultados de nuestro estudio indica que la familia Rhinotermitidae fue la única que presentó altas poblaciones en el segundo estrato, probablemente estos resultados obedecen a que estas familias generalmente son subterráneos y el rol que juegan como descomponedores siendo considerados los ingenieros del suelo (Jiménez-Martínez, 2009).

4.2.1. Diversidad de especies por estratos

La diversidad mediante Shannon-Weaver revela que la mayor diversidad esta entre los 20-30 cm de profundidad con H: 1.94, seguido por el estrato de 10-20 cm (H: 1.91), presentando el valor más bajo el primer estrato 0-10 cm (H: 1.34).

Lo anterior podría explicarse debido a que los estratos inferiores, presentaron mayor uniformidad en la cantidad de individuos presentes en cada familia, registrando un mayor índice de diversidad, no así en el caso del estrato superior, donde la abundancia de individuos en cada familia no fue uniforme y se presentó la dominancia de una o dos familias sobre las demás, a pesar que tuvo mayor abundancia de familia y de individuos. Lo anterior demuestra que hay dos componentes de la diversidad de especies, el número de especies denominado riqueza de especies y la uniformidad de la distribución de los individuos en el sistema entre las diferentes especies, denominado uniformidad de especies (Gliessman, 2002).

4.2.2. Análisis de predominancia de las familias de macroinvertebrados

Hubo diferencias significativas en la distribución por estrato en las familias de macroinvertebrados más abundantes. Las familias Porcellionidae, Formicidae y Spirostreptidae, Himantariidae y Subulinidae, mostraron diferencias significativas en cuanto a su distribución por estrato, disminuyendo su presencia a mayor profundidad. Estos resultados obedecen a la presencia de materia orgánica y hojarasca en el estrato superior; ya que estas familias son considerados de ambientes con altos contenidos de materia orgánica (Silva *et al.*, 2007). Según Gliessman (2002), la capa superficial, es la parte biológica más activa y la más importante ecológicamente. Esta tiene un papel significativo en la vida y distribución de los macroinvertebrados responsables de la descomposición ya que son más activos en esta capa, como consecuencia después de los 10 cm, ocurren diversos cambios en el suelo, la estructura grumosa se pierde, la porosidad del suelo se deteriora y por lo tanto declina la actividad biológica.

Las familias Paradoxosomatidae y Rhinotermitidae, no presentaron diferencias significativas, en su distribución por estrato, registrando mayor cantidad de individuos en el primer estrato, probablemente por el contenido de material vegetal sobre la superficie en diferentes estados de descomposición y la regulación del microclima generado por los cultivos. La familia Rhinotermitidae, se registró una cantidad considerable de individuos en el segundo estrato, estas familias generalmente son subterráneos, siendo considerados como ingenieros del suelo (Jiménez-Martínez, 2009).

La familia Lumbricidae, se encontró solamente en el primer estrato en cantidades promedios, esta familia es de mucha importancia, ya que son considerados como agentes descomponedores, su principal función es de facilitar, la movilización de nutrientes, la actividad microbiana, la creación de poros subterráneos que facilitan la circulación de agua, y los ambientes con buena humedad y temperatura permiten el crecimiento de vegetación y el posterior aporte de más materia orgánica (raíces muertas, hojarasca, residuos de plantas) por partes de estas (Emmeling y Paulsch, 2001). Sin embargo, los individuos de esta familia son susceptibles ante ambientes bajos de materia orgánica. Otros estudios realizado por (Varela *et al.*, 2007), indican que se ven afectados ante suelos con pH muy ácidos. A pesar de que los suelos ácidos limitan las poblaciones de lombrices de tierra, se ha observado que estos suelos pueden albergar poblaciones diversas y abundantes de macroinvertebrados, los suelos ácidos favorecen el aumento de hojarasca en el suelo, lo que contribuye a la abundancia de miriápodos, isópodos y coleópteros.

4.2.3. Diversidad y abundancia de macroinvertebrados de suelo por cama

En el (Cuadro 4), se presentan los valores de abundancia, riqueza y diversidad por cama, donde se observa, la gran variabilidad de las comunidades de macroinvertebrados, de un sitio a otro, a pesar de que técnicamente, todas reciben el mismo manejo bajo los principios del método biointensivo. Esta variabilidad en la macrofauna edáfica por cama, posiblemente se debe al estado y la salud del suelo que las mismas técnicas biointensivo hayan generado, a través de rotaciones y asociaciones de cultivos, con incidencia en la cobertura y contenido de materia orgánica. Estudios realizados por Arshad y Coen (1992), mencionan que valores de diversidad y abundancia de macroinvertebrados pueden variar de una localidad a otra dependiendo del tipo, uso, función y de los factores de formación del suelo.

Los resultados indican que la mayor cantidad de macrofauna edáfica, se registraron en las camas 3 (596 individuos en 12 familias), seguido de la cama 4 (540 individuos en 9 familias), y la cama 5 (504 individuos en 17 familias); en proceso de compostaje y camas con alto contenido de rastrojos, las familias de mayor abundancia fueron Porcellionidae, Rhinotermitidae, Formicidae y Spirostreptidae, lo cual explica su presencia ya que estas familias prefieren un microclima húmedo en el suelo, y áreas donde existen restos vegetales en descomposición, ayudando a reincorporar nutrientes al ambiente natural al degradar la materia orgánica muerta (Lavelle y Pashanasi, 1989). Estudio realizado por Ararat *et al.*, (2002), menciona que en los sistemas donde se presenta mayor cobertura muerta sobre la superficie del suelo hay mayor abundancia y frecuencia de macrofauna.

Respecto al índice de diversidad, en la cama 10 se registró el valor más alta con H: 1.82 y la abundancia más baja con 86 individuos, esta cama durante el muestreo se encontró con alto contenido de rastrojos restos de cultivos del ciclo anterior y cobertura viva por el cultivo sorgo y en etapa de floración. Posiblemente estos factores influyeron en la atracción de diferentes familias con hábitos alimenticios depredadores, como las familias Formicidae y Spirostreptidae que intervinieron en la reproducción de algunas familias como los Porcellionidae presentando mayor equilibrio en este micro hábitat.

Cuadro 4. Riqueza, abundancia y diversidad de macroinvertebrados de suelo por cama en la Finca el Plantel en el período de octubre a noviembre 2015.

Puntos de muestreos	Cultivo o proceso	Riqueza familia	Abundancia	Diversidad Shannon-Wiener (H)
Cama 1	Bledo	14	222	1.75
Cama 2	Sorgo	13	123	1.37
Cama 3	Yuca	12	596	1.62
Cama 4	Quequisque	9	540	1.41
Cama 5	Composta	17	504	1.46
Cama 6	Camote	10	463	1.21
Cama 7	Maíz (NB6)	12	296	1.55
Cama 8	Tomate/acelga	12	363	0.96
Cama 9	Maíz (NB6)	10	380	1.15
Cama 10	Sorgo	14	86	1.82

El valor más bajo de diversidad obtuvo la Cama 8 (H: 0.96) (Cuadro 4), cultivo Acelga/tomate, este resultado indicaría la dominancia de una familia como es la Porcellionidae con 279 individuos, lo cual representa el 80% del total de individuos colectadas para esta cama.

En general la cama donde se registró una baja población, presenta características únicas que determinaron la concentración de ciertas familias de macroinvertebrados que se traduce en reducción de la diversidad (Negrete-Yankelevich *et al.*, 2008), ya sea que proporcionan recursos específicos o diversos a los cuales se adapta una comunidad de especies en particular (Jordan y Murphy, 1978).

Los índices de diversidad basado en Hutcheson, indica que las camas no presentaron diferencias significativas, por el contrario las camas que presentaron diferencias significativas (cama 4, 5 y 6) indicaron mayor dominancia de una o dos especies presentes, como en las camas 8 y 3 (Anexo 3).

4.2.4. Macroinvertebrados de suelo en dos sistemas

Con el fin de comprobar si existen diferencias en abundancia y diversidad de macroinvertebrados en las camas biointensivo en comparación con otros sistemas de producción, se realizó muestreos en las áreas adyacentes de la parcela de estudio (áreas en descanso con cobertura de pasto). Donde se determinó que la comunidad de macroinvertebrados de suelos en tres diferentes estratos refleja la mayor abundancia 3573 en camas biointensivo en comparación al área adyacente con 107 individuos (Figura 5). En cuanto a unidades taxonómicas se registró 24 para las camas y 16 para el área adyacente.

Las familias más abundantes registradas en el área adyacente fueron, las mismas encontradas en el sistema biointensivo, las cuales son: Paradoxosomatidae, Rhinotermitidae, Porcellionidae, Formicidae y Spirostreptidae, encontrando dos familias nuevas como son las Cydnidae y Rhachodesmidae.

La mayor diversidad en macroinvertebrados estuvo presente en el sistema biointensivo con enfoque agroecológico, aunque son considerados como valores bajos, al relacionarlos con los sistemas naturales con cierto grado de conservación, como las selvas secundarias, que poseen gran riqueza taxonómica (Ararat *et al.*, 2002), esto se debe a que en los sistemas no intervenidos por el ser humano hay una menor y casi nula alteración del suelo.

Probablemente la razón de encontrar baja diversidad de macroinvertebrados en las áreas adyacentes, corresponde a la poca riqueza de especies vegetales, reduciendo los recursos alimenticios, menor cobertura arbórea, suelos compactos y poco profundos; en cambio las camas biointensivos presentan mayor diversidad de plantas, y alta cobertura que provee un aporte considerable de hojarasca y sombra para mantener estable los valores de temperatura y humedad en el suelo, lo cual favoreció el desarrollo de comunidades más diversas.

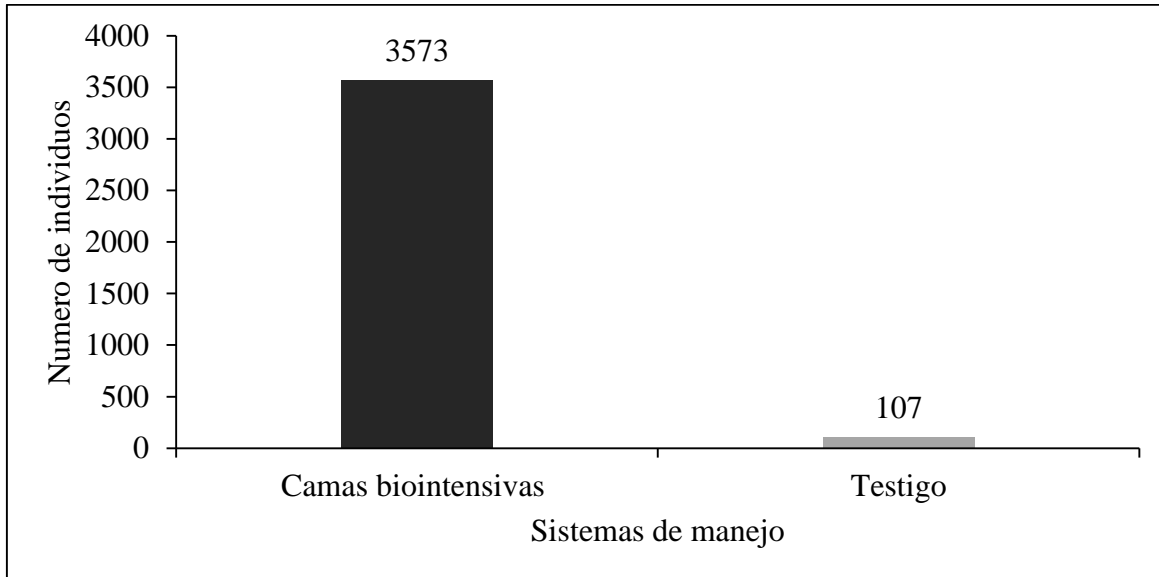


Figura 4. Total de individuos de macroinvertebrados de suelo asociados en dos sistemas de manejos en la Finca el Plantel en el periodo de octubre a noviembre de 2015.

Al respecto, Granados y Barrera (2007), mencionan que las áreas con mayor diversidad y un porcentaje más alto de cobertura pueden manifestar una mayor diversidad de la macro fauna del suelo. Decaens *et al.*, (1994), corroboran que la población de macroinvertebrados del suelo, responden claramente a las perturbaciones inducidas por las técnicas de manejo, encontrando una disminución marcada en la diversidad de la fauna en áreas de pastizales, monocultivo y cultivos anuales.

La distribución de las familias por estrato, la mayoría fueron encontradas en el primer estrato con 15 familias en 59 individuos, seis familias para el segundo estrato con 41 individuos y dos familias para el último estrato con siete individuos. En cuanto al índice de diversidad por estrato se encontró que conforme aumento la profundidad en los estratos los valores de índice empezaron a bajar (estrato 1, H: 1.95, estrato 2, H: 1.14, estrato 3, H: 0.59), posiblemente por la poca vegetación o cobertura y la compactación de sus estratos a medida que aumenta la profundidad.

4.3. Macroinvertebrados terrestres

La comunidad de macroinvertebrados terrestres, registrada en las 10 camas a través de trampas de caídas, comprende de 4658 individuos en 41 familias, en 13 fechas de muestreos (Ver anexo 4). Registrándose las familias Porcellionidae, Formicidae, Cyphoderidae y Sciaridae, como las más abundantes y frecuentes, estas dos últimas familias superaron los valores presentados por las familias Paradoxosomatidae, Spirostreptidae y Subulinidae que fueron las tres familias más abundantes después de las familias Porcellionidae y Formicidae en los muestreos por estratos. Además se registraron 24 familias diferentes a las encontradas en los muestreos de suelo, indicando la importancia de realizar muestreos en diferentes fechas y combinando métodos de muestreos, para detectar la aparición de nuevas familias que permitan entender la dinámica poblacional en este sistema.

En el (Cuadro 4), muestra la riqueza, abundancia y diversidad por cama, donde se aprecia las variaciones de la comunidad de macrofauna terrestres por cama. Al igual que los macroinvertebrados de suelo encontrados por estrato, posiblemente la variabilidad de la comunidad de macroinvertebrados por cama, corresponde a diversos factores como son las rotaciones y asociaciones de cultivos, la constante aplicación del principio de doble excavación (remoción del suelo) que se realiza cada vez que termina el ciclo de un cultivo, donde muchas veces la comunidad de macrofauna es favorecida o destruidas, lo que permite que los valores fluctúen por la modificación de los hábitats (camas).

En cuanto a las camas con los valores más alto de abundancia corresponde a la cama cinco con 1403 individuos, en 17 familias (Cuadro 5). La abundancia y diversidad en esta cama se debe al alto contenido de compostaje encontrado durante el muestreo, siendo evidente en el recuento la presencia de organismos descomponedores, como las familias: Porcellionidae (Leistikow y Araujo, 2006) y Cyphoderidae (Palacios-Vargas, *et al.*, 1990) como las más abundantes, quienes de manera general también estuvieron en el resto de las camas.

Cuadro 5. Riqueza, abundancia y diversidad de macroinvertebrados terrestres en el sistema biointensivo, en la Finca el plantel en el período de octubre a noviembre del 2015

Puntos de muestreos	Cultivos o proceso	Riqueza	Abundancia	Diversidad Shannon-W (H)
Cama 1	Amaranthus	16	271	1.62
Cama 2	Sorgo	20	258	1.75
Cama 3	Yuca	23	359	1.85
Cama 4	Quequisque	15	288	1.71
Cama 5	Composta	17	1403	0.99
Cama 6	Camote	21	351	1.81
Cama 7	Maíz (NB6)	21	795	1.16
Cama 8	Tomate/acelga	19	292	1.77
Cama 9	Maíz (NB6)	23	296	1.64
Cama 10	Sorgo	19	345	1.50

La cama 7 (cultivo maíz), igualmente se presentaron en gran cantidad los descomponedores, aunque el cultivo estaba en etapa fenológica (desarrollo) una parte del muestreo, lo que explicaría la diversidad de fitófagos, y la aparición de depredadores como la familia Salticidae posiblemente influenciados por la diversidad de macroinvertebrados fitófagos. Esta familia de arañas exhibe una completa dependencia de la depredación como estrategia trófica especialmente de insectos, aunque en su dieta pueden incluir otros invertebrados (Coddington y Levi, 1991).

De igual manera, la mayor cantidad de unidades taxonómicas en las camas 3 (yuca-compost) y 9 (maíz) ambas con 23 familias cada una (Cuadro 5), posiblemente se deba a que ambas camas no sufrieron ningún tipo de alteración puesto que ya estaban establecidos los cultivos al inicio del muestreo. Esto correspondería a un efecto positivo en la presencia de familias en estas camas a diferencia de otras que llevaban algún tipo de proceso o intervención, el cual afecta en el desarrollo del ciclo de vida de las comunidades presentes. Para la cama 3 posiblemente por la combinación del cultivo (Yuca) y una gran cantidad de rastrojos, mostro una diversificación de micro hábitat lo cual favoreció mayor diversidad.

De manera general en todas las camas los formícidos fueron una de los grupos con mayor número de individuos, cabe destacar que por su diversidad de hábitos alimenticios cumplen el rol de Depredadores como el género *Ectatomma* spp. Además es uno de los grupos de

insectos que puede ser utilizado en investigaciones para reflejar cambios en los ecosistemas (Arcila & Lozano-Zambrano, 2003).

Las familias Cyphoderidae, Dicyrtomidae y Neanuridae las dos últimas encontradas en poblaciones bajas, pertenecientes a la orden Collembola, constituyen un grupo dominante en la fauna edáfica y junto con los ácaros representan el 90% del cumulo de artrópodos (Palacio-Vargas *et al.*, 2009). Este grupo de macroinvertebrados, desempeñan un papel importante en el suelo pues participan en los procesos de descomposición, de la materia orgánica; así mismo, contribuyen a mejorar su estructura y la disponibilidad de nutrientes (Palacios-Vargas *et al.*, 2000). De igual forma, son componentes importantes en las redes trópicas, por que estimulan la actividad de los microorganismos (hongos y bacterias) que aceleran los procesos de humificación y mineralización de la materia orgánica Butcher *et al.*, (1971).

La familia Sciaridae de hábitos fitófagos (Leath y Newton, 1969), es una plaga de cultivos ornamentales y dado que en los alrededores de las camas se siembran arbustos florales explicaría su presencia, por otro lado las camas con maíz, composta-yuca, *Amaranthun sp*, durante su floración tuvieron mayor presencia de estas familias de insectos.

La prueba Hutcheson a través del índice de Shannon por cama, no mostró diferencias significativas (Anexo 5), lo que indicaría una baja influencia de la estructura del sistema sobre la comunidad de macroinvertebrados terrestres, a diferencia de la cama 10 probablemente por el período de muestreo. Igualmente los análisis no paramétricos de Friedman para las camas no mostró diferencias significativa entre ellas.

La prueba no paramétrica por Friedman, aplicada a las familias predominantes, Porcellionidae, Formicidae, Cyphoderidae, Sciaridae, Paradoxosomatidae, Salticidae y Spirostreptidae, a través de su distribución por fecha, mostró diferencias significativas para la familia Sciaridae, estos valores muestran un claro efecto en la variación de los picos poblacionales poblacional.

4.3.1. Fluctuación poblacional de macroinvertebrados terrestres de mayor abundancia

Debido a la frecuencia y dominancia de las familias Porcellionidae, Formicidae, Cyphoderidae y Sciaridae, en las 10 camas durante el período de muestreo, a través de trampas de caídas libres, para conocer la dinámica de estas familias se realizó la fluctuación poblacional a través de la acumulación de individuos por fecha.

La familia Porcellionidae presentó dos picos poblacionales en los muestreos (4 y 8) (Figura 6) mostrando una clara acumulación de individuos, posiblemente a su capacidad de adaptación y de reproducción a diferentes condiciones en el medio donde se desarrollan (Hornung, 2011). El contenido de rastros y la acumulación de materia orgánica durante el período de muestreo, es otro de los factores que favoreció el desarrollo de esta familia de macroinvertebrados por camas.

Los formícidos generalmente no presentaron grandes picos poblacionales por fecha aunque se mantuvieron constante en todos los muestreos, presentando un ligero aumento en su población en el (séptimo y decimo) muestreo (Figura 6). El 40 % de esta familia presento hábitos alimenticios depredadores, esto determinaría que no solo la presencia de los organismos depredados sino también de otras familias con hábitos diferentes, reducirían igualmente otras poblaciones de insectos como la de fitófagos, a través de la depredación por las condiciones que presta la variabilidad vegetal en este sistema de producción.

La familia Cyphoderidae considerado agente descomponedor, se presentaron desde el tercer muestreo (Figura 6) mostraron una baja población en las tres primeras fechas después de su aparición. Su mayor pico poblacional se presentó en el (sexto muestreo), presentándose ligeras fluctuación en los siguientes muestreos. Se observó que esta familia tiende a aumentar su comunidad con la etapa de producción y culminación de los ciclos de los cultivos, periodos en que la materia en descomposición es más fresca lo que les proporcionaría mejor alimentación lo que estimularía su desarrollo y reproducción.

La familia Sciaridae generalmente sus poblaciones fueron bajas en comparación con las tres familias mencionadas anteriormente, sin presentar grandes fluctuaciones en las diferentes fechas de muestreos (Figura 6). El aumento en su población en algunas fechas como en el (sexto y noveno) muestreo, estuvo relacionado con la etapa de floración de algunos cultivos. La presencia de plantas ornamentales en los alrededores de las camas, podrían ejercer cierto control en su población debido a que son considerados plagas ornamentales lo cual explicaría su presencia.

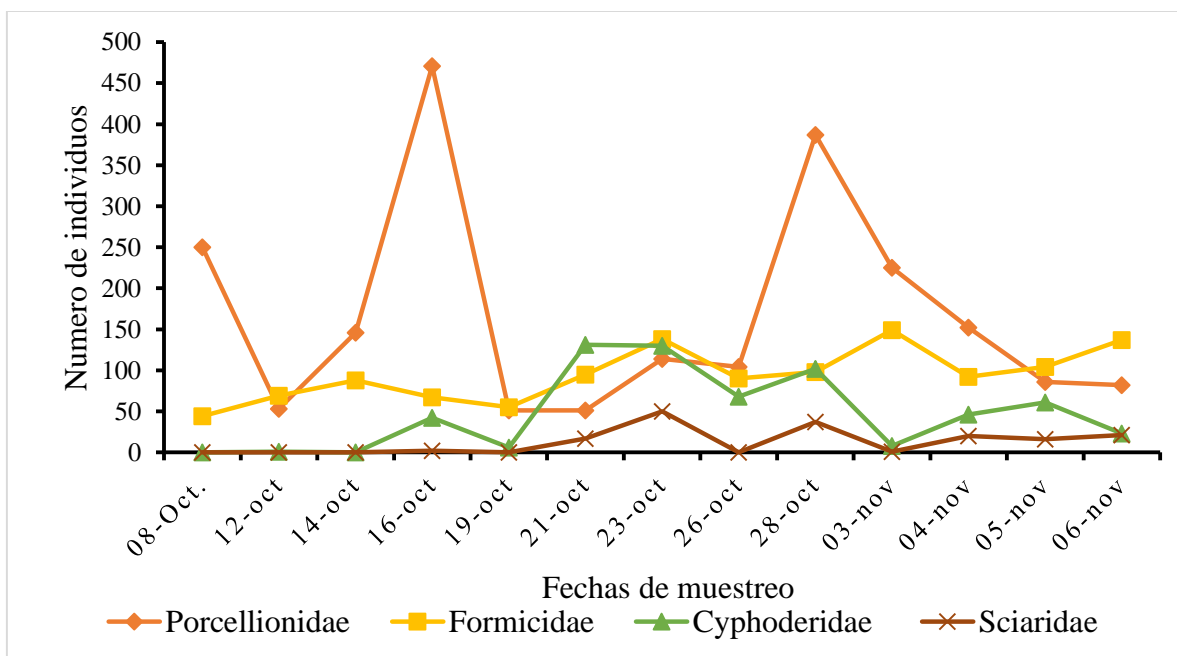


Figura 5. Fluctuación poblacional de las familias Porcellionidae, Formicidae, Cyphoderidae y Sciaridae en el sistema biointensivo, en la Finca el Plantel en el período de octubre y noviembre del 2015

La dinámica poblacional observada de las cuatro familias, posiblemente se debe a la influencia de los siguientes factores: periodos de cosecha, diversidad vegetal y diferentes estados fenológicos de los cultivos. Estos resultados sugieren que dicho sistema crea condiciones para el desarrollo de organismos descomponedores y depredadores, siendo evidente el alto grado de reproducción de dichos organismos en proceso de compostaje y presencia de rastrojos.

4.4. Macroinvertebrados aéreos en el sistema biointensivo

Los macroinvertebrados aéreos, asociados al sistema biointensivo comprende nueve órdenes, 45 familias distribuidas en 5,549 individuos de insectos, de los cuales 12 familias corresponden al orden Coleóptera, seguidos de los órdenes Díptera, Himenóptera, Lepidóptera, Hemíptera, Orthoptera, Isóptera, Blattodea y Mantidae con (9, 8, 5, 3, 5, 1, 1, 1) familias cada uno respectivamente, la mayoría identificadas a nivel de género. Los insectos que no fueron identificados a nivel de género corresponden a las familias Scelionidae, Vespidae, Chrysomelidae, Nitidulidae, Cerambycidae, Pyralidae, Tettigonidae, Acrididae, Lygacidae, Mantidae (Ver anexo 6).

Los resultados de diversidad de macroinvertebrados aéreos a través de Shannon-Wiener, indican que el sistema biointensivo posee alta diversidad de insectos ($H: 2.069$) (Ver anexo 7), esto se debe a las características propias de este tipo de agricultura, un agro ecosistema diversificado con condiciones favorables para refugio y nutrición a un amplio rango de especies e individuos. La razón de encontrar mayor número de insectos en los sistemas orgánicos se puede atribuir a que estos sistemas poseen altas concentraciones de biomasa disponible. Igualmente Artavia, (2001) correlaciona la diversidad de insectos con la diversidad vegetal en los agro ecosistemas. Bengtsson *et al.*, (2005), mencionan que los cultivos orgánicos están asociados con mayor riqueza y abundancia de especies para diferentes grupos taxonómicos, incrementando el número de enemigos naturales con una respuesta positiva al manejo de las plagas.

La diversidad de insectos, en este sistema además de la diversidad de cultivos también se les atribuye, a que no están sometidas a aplicaciones de productos químicos y de ningún insumo externo que subsidie. Según Artavia, (2001), los sitios manejados con enfoque agroecológicos presentan condiciones tales como: densa cobertura del suelo, alta diversidad de hierbas de hoja ancha y de gramíneas, que favorecen las actividades de los insectos y por tanto una mayor abundancia, además que estos no reciben ninguna aplicación de agroquímicos que los mitigue.

4.4.1. Macroinvertebrados aéreos de mayor abundancia y su importancia

La familia Bibionidae es una de las familias que se registró en todas las fechas de muestreos, observándose generalmente en la parte superficial de las camas. Según (Cole y Hardy, 1981), esta familia se les encuentra principalmente sobre madera en descomposición, suelo rico en humus, y en raíces, probablemente su alta densidad poblacional en el sistema biointensivo este asociado a la gran cantidad de compostaje y rastrojo que contienen las camas, y la diversidad vegetal, aunque no hay literatura específica de los daños que causa a los cultivos esta familia, en poblaciones altas puede convertirse en plagas de raíces de cualquier cultivo.

Según Jiménez-Martínez (2009), la familia Musidae, son plagas de cultivos, vectores de enfermedades a humanos, unos son parásitos para el hombre y animales; algunas son especies descomponedores de materia orgánica (vegetal, cadáveres y heces fecales), otros son depredadores y parásitos de plagas y maleza y otros ejercen la labor benéfica de polinización. Algunas especies, tienen preferencias variadas para su alimentación, se reportan especies que pican y succionan sangre (*Stomoxys*, *Haematobia*) y especies que se sienten atraídas por el sudor, heces y materia orgánica en descomposición (Meier *et al.*, 1999). Existe un lado benéfico de esta familia, especies con larvas saprófagas, coprófagas y carnívoras que pueden contribuir al reciclaje natural de desperdicios orgánicos y participar en la regulación de otras poblaciones de moscas; así como también especies de adultos predadores (*Limnophorini* y *Coenosini*) de pequeños insectos plagas como mosquitos y áfidos (Carvalho *et al.*, 2005).

La familia Noctuidae, se encontró en su estado adulto y larval para las trampas cromáticas y de melaza. Según Jiménez-Martínez (2009), las especies de mayor importancia en esta familia son: *Agrotis spp.*, *Anticarsia gemmatalis*, *Heliothis zea*, *Psuedoplusia includens*, *Spodoptera spp.*, *Spodoptera frugiperda*, *Trichoplusia ni*, en general atacan maíz, frijol tomates leguminosas algodón y otros cultivos.

4.4.2. Fluctuación poblacional de insectos de mayor abundancia

Se comparó la fluctuación poblacional de las familias de mayor abundancia Bibionidae, Musidae, Dolichopodidae y Noctuidae, en diferentes fechas de muestreos, para conocer su dinámica en el tiempo (Figura 7), cabe mencionar que los tiempos de muestreo fueron relativamente corto, cada dos días, esto por el efecto del método de muestro aplicada como son las trampas cromáticas, dado que cada vez que se hacia el recuento de las capturas se cambiaba la trampa y se colocaba otra nueva.

La familia Bibionidae, se presentó con bajas poblaciones en los 3 primeros muestreos, registrándose un aumento significativo en el cuarto muestreo (16 de octubre). La mayor fluctuación poblacional ocurrió en el quinto y sexto muestro (19 y 26 de octubre), esta variación de cantidad de individuos se debió a las fuertes precipitaciones que se registraron durante esa semana, sobre todo en la fecha 19, resultando un efecto negativo sobre esta familia ya que son pequeños y frágiles con un tamaño que varía de 4.5 a 7.0 mm. En la fecha de 09 de noviembre se registró la mayor cantidad de individuos en todo el período de estudio, después de esta fecha la dinámica poblacional de esta familia empezó a bajar hasta los promedios más mínimos que es 18.25 más inferior que el promedio de individuos inicial 20.5 (Figura 7). Esta familia es considerada como descomponedores, alimentándose de materia vegetal en descomposición, aunque en ocasiones lo pueden hacer de la raíz de pastos. Hay registros de daños severos a cultivos de cereales, de forrajes, pastos y daños a raíces de varias plantas (Cole y Hardy, 1981).

La familia Musidae, se presentó con poblaciones significativas con 37 individuos promedio manteniendo similar con otras 5 fechas de muestreos seguidos, la mayor fluctuación poblacional se registró en la fecha 28, y una baja de poblaciones en la fecha 30 de octubre, con promedio de 18.5 individuos. El segundo pico poblacional se registró el 06 de noviembre una semana después, alcanzando 51.25 promedios de individuos el segundo más alto en comparación 58 individuos promedios, desde esta fecha se empezó a bajar las poblaciones hasta el último muestreo, registrando la más baja con un promedio de 11.25 individuos (Figura 7). Los múscidos pueden ser utilizados como indicadores de perturbaciones

ambientales, ya que son muy tolerantes a entornos alterados por el hombre y hasta parecen preferirlos (Caldas *et al.*, 1999). Esta familia representa el segundo grupo más importante de insectos polinizadores, después de los Syrphidae, seguidos por Anthomyiidae y Fanniidae (Proctor *et al.*, 1996).

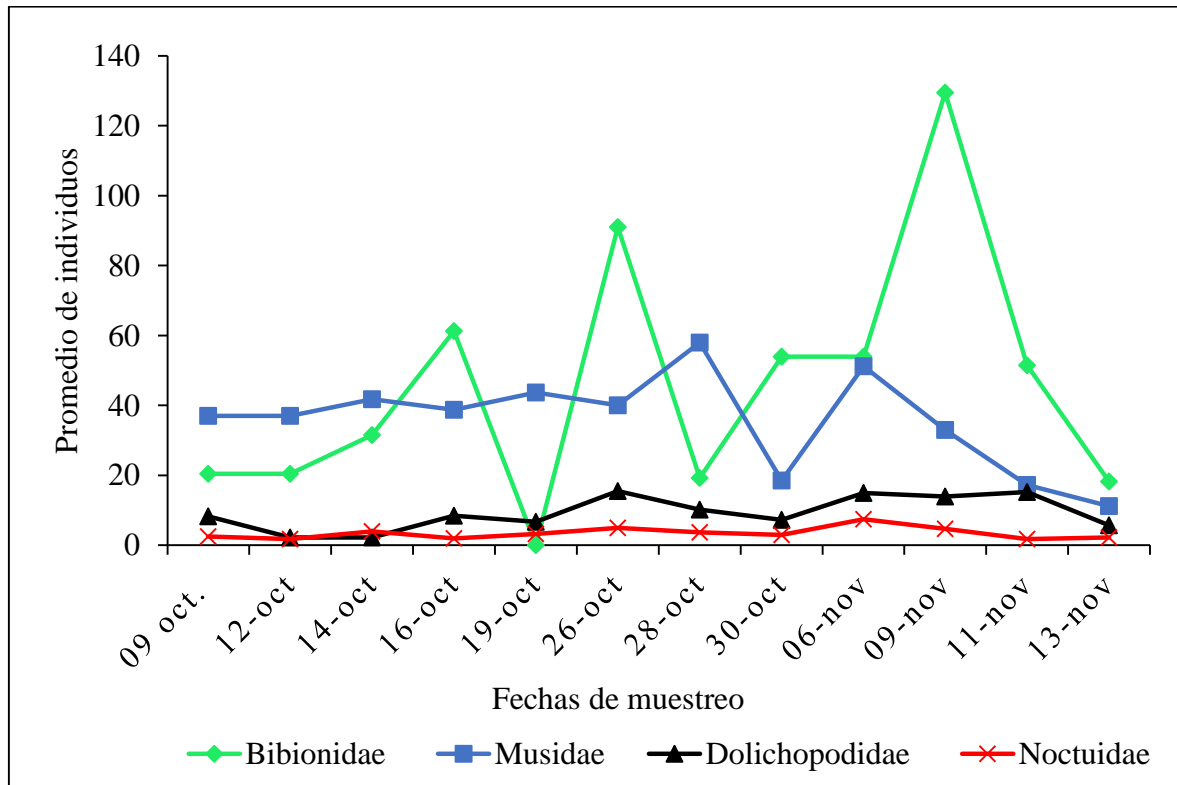


Figura 6. Fluctuación poblacional de las familias Bibionidae, Musidae, Dolichopodidae y Noctuidae en el sistema biointensivo en la Finca el Plantel en el período de octubre a noviembre 2015

La familia Dolichopodidae, se registró poblaciones bajas en los primeros 5 fechas de muestreos, presentando sus mayores picos poblacionales en 3 momentos, las fechas 26 de octubre, 06 y 11 de noviembre (Figura 7). No se conoce con certeza el rol que juegan estos insectos en el sistema biointensivo, no obstante al momento del muestreo esta familia de insecto se encontró con frecuencia en hojas y flores de tomates y maíz. Los insectos de esta familia juegan un papel importante como agentes de control de plagas, ya que actúan como depredadores de pequeños insectos Jiménez-Martínez (2009).

En cuanto a la familia Noctuidae, es importante mencionar que esta familia de insectos, se hizo el recuento solo los adultos para efectos de este estudio, sin embargo en las diferentes trampas capturaron larvas, se menciona esto por la importancia que en su estado larval causan mayor daño a los cultivos. Se presentaron 3 picos poblacionales en las fechas 14, 26 de octubre y 06 noviembre, registrando promedios de 4, 5 y 7.5 individuos; y los promedios más bajos aparecen en las fechas de muestreos (12, 16, 30 de octubre y 11 de noviembre) con promedios de (1.75, 2, 3 y 1.75) individuos (Figura 7). Esta familia no se le atribuye a ningún cultivo en específico porque en su etapa de adulto es nectarívoro y polinizador, puesto que durante los muestreos había cultivos en diferentes etapas fenológicas.

Otras familias que presentaron en todas las fechas de muestreo pero en cantidades bajas pero que son de importancia agrícola como son las familias Cicadellidae, la gran mayoría de especies de esta familia son de importancia agrícola, debido a que actúan como vectores de patógenos entre ellos los virus; la alimentación de esta familia de insectos está basada principalmente en savia de hojas y tallos de las plantas.

La familia Chrysomelidae, se presentó en bajas poblacionales, Sáenz y De la Llana (1990), mencionan que los daños que provoca este insecto en los cultivos puede ser de gran importancia cuando se alimentan de plántulas o plantas jóvenes. Al momento del muestreo se observó alimentándose de hojas y brotes de gandul, posiblemente por la disponibilidad de follaje. Otra familia de importancia fue la Vespidae, los insectos de esta familia juega un papel muy importante ya son insectos polinizadoras, depredadores de huevos, larvas, pupas y de otros insectos que son dañinos en los cultivos frutales.

4.4.3. Composición trófica de macroinvertebrados aéreos

En general se presentaron 10 grupos tróficos, de los cuales la mayor proporción de familias se encuentra en los descomponedores (43%), seguida por los saprófagos (32%), depredadores (15%), fitófagos (6%), nectarívoros (3%) y polinizadores (1%). Adicionalmente, se encontraron en menor valor otros grupos como saproxílicos, necrófagos, omnívoros y parasitoides (Figura 8). Los tres órdenes más representativos según los hábitos alimenticios son Coleóptera, Díptera e Himenóptera. Para los coleópteros mayoría depredadores y los himenópteros y dípteros presentaron con gremios más amplios como descomponedores, saprófagos, necrófagos, fitófagos y polinizadores.

Los descomponedores, como el grupo trófico más representativo, corresponde únicamente a la familia Bibionidae, esta familia se les encuentra principalmente sobre madera en descomposición, suelo rico en humus, y en raíces, probablemente su alta densidad poblacional en el sistema biointensivo este asociado a la gran cantidad de compostaje y rastrojo que contienen las camas, más la diversidad de cultivos.

Los saprófagos como segundo grupo más grande, corresponde a la familia Musidae, es una de las familias más interesantes del orden Díptera y debido a la asociación de algunas de sus especies con el hombre y sus animales domésticos. Posiblemente la razón de encontrar gran cantidad de individuos de esta familia, se debe a la presencia de ganados en las áreas adyacentes del sistema biointensivo también a su habilidad de colonizar diferentes hábitats (Greenberg, 1971).

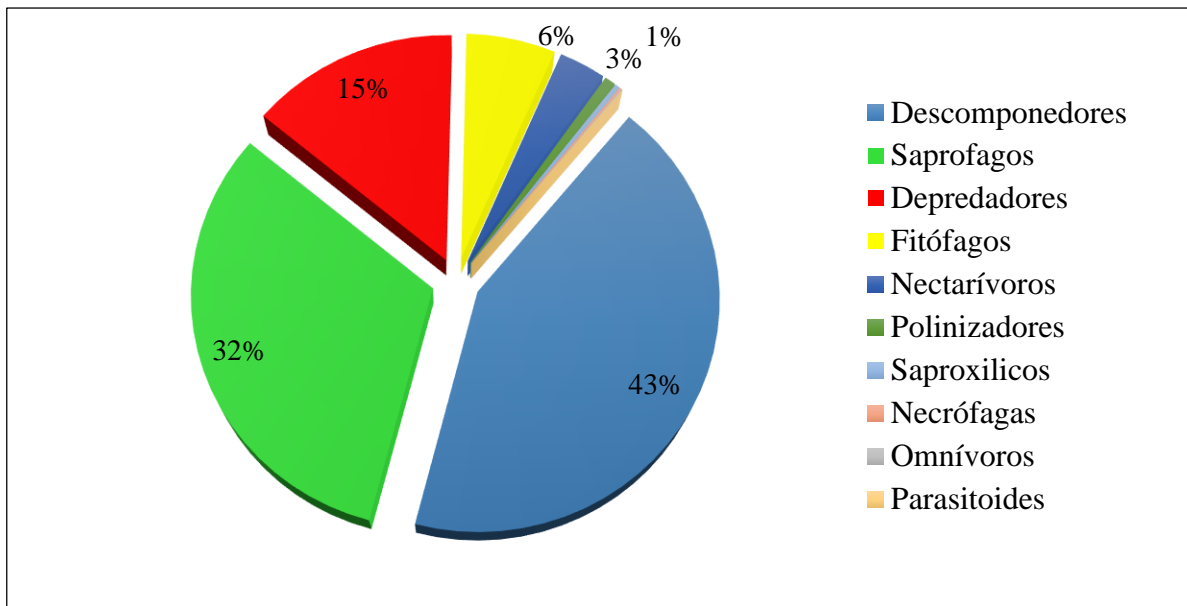


Figura 7. Grupos de macroinvertebrados aéreos de acuerdo al hábito alimenticio en el sistema biointensivo en el período de octubre a noviembre del 2015

La relación de altas poblaciones de depredadores y las bajas poblaciones de fitófagos registradas en este sistema, está soportada por la “hipótesis de la concentración de recursos y enemigos naturales” (Root, 1973), que predice que los sistemas de uso con alta variedad de plantas soportan muchos insectos predadores, que controlan las poblaciones de insectos fitófagos. Estas dos hipótesis está basado en los resultados de una mayor depredación y parasitismo, o alternativamente el resultado de una menor colonización y reproducción de plagas ya sea por repelencia química, camuflaje o inhibición de alimentación por parte de las plantas (Smith y McSorley, 2000). En las relaciones tróficas en los sistemas policultivos, hay un incremento en la abundancia de depredadores, parasitoides y la regulación de plagas, ocasionada por la expansión de la disponibilidad de presas alternativas, fuentes de néctar y micro hábitats apropiados (Altieri, 1994).

Los grupos tróficos encontradas a menor proporción como los nectarívoros, polinizadores, saproxilicos, necrófagos, omnívoros, y parasitoides, está basado en la diversidad florística que es implementada en las áreas biointensivo, para disponer de manejos alternativos, con el

fin de suprimir las afectaciones de plagas. Además de la atracción de cualquier insectos por el polen y néctar de las flores como fuentes de alimentos provistas. Una de las flores utilizadas ampliamente en los sistemas biointensivos el girasol, atrae insectos benéficos, y también es utilizada para la alimentación de adultos de parasitoides y depredadores, aunque también se usa como barreras vivas y reservorio de enemigos naturales.

Otras de las particularidades de este sistema es la implementación de plantas repelentes como táctica de manejo de plagas, además muchas de estas plantas tienen otros beneficios, por ejemplo sus flores contribuyen a la alimentación de adultos de algunos biorreguladores de plagas, las más frecuentemente utilizadas son: orégano (*Plecthranthus amboinicus L.*), el romero (*Rosmarinus officianalis*) con efecto repelente y anti alimentario contra insectos, la flor de muerto (*Tagetes spp*) caléndula (*Caléndula officinalis*) de efectos biocidas para insectos.

La importancia de la diversidad de cultivos en los agros ecosistemas, radica en que a medida que se incrementa la diversidad vegetal, la reducción de plagas alcanza un nivel óptimo. Aparentemente mientras más diverso es el agroecosistemas, los nexos tróficos aumentan desarrollándose sinergismo que promueven la estabilidad poblacional insectil (Southwood y Way, 1970). La clave está en identificar los ensamblajes correctos de especies que, a través de sus sinergias, promuevan servicios ecológicos claves tal como el ciclaje de nutrientes, control biológico de plagas y conservación de agua y suelo.

La importancia de la implementación de todas estas técnicas de manejo en producciones biointensivas la diversidad de (especies y variedades), diversifica la producción e incrementa la diversidad de enemigos naturales, de tal manera que estabilizan las comunidades de insectos.

V. CONCLUSIONES

La diversidad de especies vegetales presentes en el sistema biointensivo tuvo un efecto significativo sobre la comunidad de macroinvertebrados tanto aérea como terrestre y de suelo, mostrando una alta diversidad de organismos

La mayor concentración de macroinvertebrados se registró en el primer estrato de profundidad (0-10 cm), como resultado del proceso de compostaje, cobertura por rastrojos y la diversidad vegetal presente en el sistema

Existe mayor diversidad de macroinvertebrados de suelo en las camas biointensivo probablemente por la presencia de una mayor cobertura y diversidad vegetal

Las poblaciones de macroinvertebrados mostraron variaciones constante, lo que constituye un efecto positivo en el manejo biointensivo, ya que cada una de las familias juegan diferentes roles, manteniendo un equilibrio entre las poblaciones

Los grupos tróficos de mayor predominancia son los descomponedores registrados en las camas en proceso de compostaje, así como una mayor cantidad de depredadores y parasitoides producto del manejo orgánico y de la alta diversidad de especies vegetales.

VI. RECOMENDACIONES

- ❖ Realizar estudios comparativos sobre macroinvertebrados de suelo, terrestres y aéreos en diferentes sistemas de producción, ya sea policultivos, monocultivos, sistemas con manejo ganadero, bosques naturales o con otros sistemas de cultivos con enfoques agroecológicos.

VII. LITERATURA CITADA

- Andrango, R. 2012. Manual del Huerto Familiar con Enfoque Biointensivo. Programa Manejo Integrado de Plagas en América Central. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 68 p.
- Anderson, J; Ingram I. 1993. Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods. 2nd ed. CAB International. Wallingford, UK. Commonwealth Agriculture Bureau. 256p.
- Artavia, O. 2001. Efectos del sistema de convencional de producción de banana sobre la abundancia y diversidad de insectos voladores en comparación con dos sistemas alternativos. Tesis Ingeniero Agronomo. Universidad EARTH Guacimo, CR. 61p.
- Arguello, H; Gladstone, S. 2001. Guía ilustrada para identificación de especies de zompopos (*Atta* spp y *Acromyrmex* spp.) presentes en El Salvador, Honduras y Nicaragua. PROMIPAC. Zamorano. Honduras. 34p.
- Ararat, M; Aristizabal, A; Prager, M. 2002. Efecto de cinco manejos agroecológicos de un andisol sobre la macrofauna en el municipio de Piendamó, Departamento del Cauca, Colombia.
- Arcila, A; Lozano-Zambrano, F. 2003. Introducción a las hormigas de la región Neotropical: Hormigas como herramientas para la bioindicación y el monitoreo. Bogotá, Cl. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 159-166p.
- Altieri, M. 1994. Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. Agricultura técnica, 54(4), 371-386p.
- Arshad, M; Coen, G. 1992. Characterization of soil quality: physical and chemical criteria. American Journal of Alternative Agriculture, 7(1-2), 25-31p.
- Butcher, J; Snider, W; Snider, R. 1971. Biology of edaphic Collembola and Acarina . Department of entomology, Michigan State University. 249-288p.
- Brown, G; Fragoso, C; Barios, I; Rojas, P; Patrón, J; Bueno, J; Moreno, A; Lavelle, P; Ordaz, V; Rodríguez, C. 2001. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales Mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana*. Número especial 1:79p.
- Borror, D; Triplehorn, C; Johnson, N. 1992. An introduction to the study of insectos. Sixth Edition. Saunders College Publishing. New York. 875p.

- Bengtsson, J; Ahnström, J; Weibull, A. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* 42: 261-269p
- Curry, J; Good, J.1992. Soil faunal degradation and restoration. *Advances in Soil Sciences Volume 17 Soil Restoration.* Springer-Verlag. New York. United States of America.
- Cupul-Magaña, F. 2012. Los ciempiés escutigeromorfos (Scutigermorpha), escolopendromorfos (Scolopendromorpha) y geofilomorfos (Geophilomorpha) de la selva tropical caducifolia de la reserva de Chamela. *Insecta Mundi.* 02(08): 1-17p
- Caldas, A; Almeida, J; Almeida, J. 1999. Family composition of muscoidea communities in adjacent areas of secondary tropical forest and pasture field in Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Zoología* 16 (3):899-904p.
- Carvalho, C; Couri, M; Pamplona, D; López, S. 2005. A catalogue of the Musidae (díptera) of the Neotropical Region. *Zootaxa.* 860: 1-282p.
- Coddington, J. A; Levi, H, W. 1991. Systematics and evolution of spiders (Araneae). *Annual review of ecology and systematics,* 565-592p.
- Cole, C, J; Hardy, L, M. 1981. Systematics of North American colubrid snakes related to *Tantilla planiceps* (Blainville) (Vol. 171). American Museum of Natural History.
- Cárdenas, A; Reyes, B; López-González, M; Woo, A; Ramírez, E; Ibrahim, M. 2007. Biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua en la subcuenca de los ríos Bul Bul y Paiwas, Matiguás, Nicaragua. *Encuentro: Revista Académica de la Universidad Centroamericana,* (77), 83-93p.
- Drobne D. 1997. Terrestrial isopods- a good choice for toxicity testing of pollutants in the terrestrial environment. *Environm. Toxicol. Chem.* 16: 1159- 1164p.
- Decaens, T; Lavelle, P; Jimenez, J; Escobar, G; Rippstein, G. 1994. Impact of land management in the Oriental Llanos of Colombia. *Eur J Soil Biol* 30 (4): 157-168p.
- Emmeling, C. Paulsch, D. 2001. Improvement of earthworm (Lumbricidae) community and activity in mine soils from opencast coal mining by the application of different Organic waste materials. 45: 396-407p.
- Eggleton, P., Bignell, D; Hauser, S; Dibog, L; Norgrove, L; Madong, B. 2002. Termite diversity across and anthropogenic disturbance gradient in the humid forest zone of West Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* 189-202p.

- Fernández, F. 2003. Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 21:299-306p.
- Granados, A; Barrera, J, I. 2007. Efecto de la aplicación de biosólidos sobre el repoblamiento de la macrofauna edáfica en la cantera Soratama, Bogotá, DC. Universitas Scientiarum, Revista de la Facultad de Ciencias.
- Gliessman, S, R. 2002. Diversidad y estabilidad del agroecosistema. *In: Agroecología, procesos ecológicos en agricultura sostenible.* Stephan R. Gliessman (Ed.). Turrialba, CATIE. Cr.17(359)24p.
- Greenberg, B. 1971. Flies and disease. Ecology. Classification and biotic association. University Press Princeton.
- Hammer, Ø; Harper, D. 2006. Paleontological Data Analysis. Blackwell, 351p
- Huerta, E; Rodríguez, J; Castillo, I; Montejo, E; Cruz-Mondragón, M; García, R. 2008. Relación entre la fertilidad del suelo y su población de macroinvertebrados Terra Latinoamericana, , Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. México. vol.26.2:171-181p.
- Hornung, E. 2011. Evolutionary adaptation of oniscidean isopods to terrestrial life: Structure, physiology and behavior. *Terrestrial Arthropod Reviews*, Brill. Leiden.4: 95-130p.
- Hutcheson, K. 1970. A Test for Comparing Diversities based on the Shannon Formula. *Journal of Theoretical Biology* 29:151-154p.
- Hernández, E. 2016. Ocurrencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) (Hemíptera: Aleyrodidae) e incidencia de virosis en chiltoma (*Capsicum annum* L.) con dos densidades de siembra, en condición semiprotegida. Tesis, Ingeniería en Sistema de Protección Agrícola y Forestal. Universidad Nacional Agraria. 36p.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2009. Promedios de Temperatura (°C), Precipitación (mm) y Humedad relativa (HR %) en El Centro Experimental El Plantel, Tipitapa, Managua, NI.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2015. Promedios de Temperatura (°C) y Precipitación (mm) en El Centro Experimental El Plantel, Tipitapa, Managua, NI.

- InfoStat. 2004. InfoStat versión 1.5. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Jimenez, M; Sandino, D. 2009. Entomología. Insectos útiles y perjudiciales. Managua NI, 1 ed. 112p.
- Jeavons J. y Cox, C. 2007. El huerto sustentable. Como obtener suelos saludables, productos sanos y abundantes.
- Jordan, C. F., & Murphy, P. G. 1978. A latitudinal gradient of wood and litter production, and its implication regarding competition and species diversity in trees. *American Midland Naturalist*, 415-434p.
- Knoflach, B. 2010. Hundert- und Tausendfüßer und ihre humanmedizinische Bedeutung. *Biologiezentrum Linz/Austria*. AR.30:365–380p.
- Lavelle, P; Dangerfield, M; Fragoso, C; Eschenbrenner, V; Lopez-Hernandez, D; Pashanasi, B; Brussaard, L. 1994. The relationship between soil macrofauna and tropical soil Fertility. 137-169p.
- Lavelle, P; Spain A. 2001. Soil ecology. Dordrecht, Klumer Academic Publishers. 654p.
- Leistikow A, Wagele JW. 1999. Checklist of the terrestrial isopods of the New World (crustacea, isópoda, oniscidae). *Rev. Bras. Zool.* 16: 1-72p.
- Loeb, L; Spacie, A. 1994. Biological monitoring of aquatic systems. Florida, Lewis Publishers, 381p.
- López, A; Urcuyo, Y. 2009. Moluscos de Nicaragua II Gastrópodos. 1ed. Managua, NI. MARENA, 184p
- Lawrence; Jones-Walters. 1994. Keys to the family of British Spiders. Nature conservancy council, northminster house, Peterborough. 365-443p
- Lavelle, P; Meléndez, G; Pashanasi, B; Schafer, R. 1992. Nitrogen mineralization and reorganization in casts of the geophagous tropical earthworm *Pontoscolex corethrurus* (Glossoscolecidae). *Biology and Fertility of Soils* 14(1): 49–53p
- Lavelle, P; Pashanasi, B. 1989. Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto). En: *Pedobiologia* 33:283-291p.
- Leistikow, A; Araujo, P. 2006. The systematic position of *Benthanoscia longicaudata* Lemos de Castro, 1958 (Isopoda: Oniscidea: Crinocheta). *Systematics and Biodiversity*. 4(3): 243 – 254p.

- Lal, R. 1988. Effects of Macrofauna on soil properties in tropical systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 24(1-3): 101-116p.
- Leath, K; Newton, R. 1969. Interaction of a fungus gnat, *Bradysia* sp. (Sciaridae) with *Fusarium* spp. on alfalfa and red clover. *Phytopathology*, 59: 257-258p.
- Maraños, M., Marzorratti, G., Vilches, A., legarralde, T., & Garrigran, G. 2010. Guía para el estudio de macroinvertebrados: II.introduccion a la metodologia de muestreo y análisis de datos. (Vol. 12). la plata, AR: UNLP.
- Moreno, C. 2001. Metodos para medir la biodiversidad (Vol. 1). (O.-U. S. CYTED, Ed.) zaragosa, ES. Farming-Training-Manual.pdf.
- Meier, R. Kotrba, M. y P, Ferrar. 1999. Ovoviviparity and viviparity in the díptera. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 74:258p.
- Moreira, F; Huising, E; Bignell D. 2012. Manual de biología de suelos tropicales: Muestreo y caracterización de la biodiversidad bajo suelo. Instituto Nacional de ecología periférico sur. Distrito federal, MX. 1:118-125p
- Martel, p; Vegas, F.1997. Probabilidad y estadística en medicina: aplicaciones en la práctica clínica y en la gestión sanitaria. Ed. Díaz de Santos. Madrid, ES.1-359p.
- Nunes, Z; Dávila, A. 2004. Taxonomía de las principales familias y subfamilias de insectos agrícolas en Nicaragua. UCATSE. Universidad Católica Agropecuaria del Trópico seco 1era edición Estelí, Nicaragua. 164p.
- Negrete-Yankelevich, S; Fragoso, C; Newton, A; Russell, G; Heal, O. 2008. Species-specific characteristics of trees can determine the litter macroinvertebrate community and decomposition process below their canopies. *Plant and Soil*, 307(1-2), 83-97p.
- Pashanasi, B. 2001. Estudios cuantitativos de la Macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en la Amazonia peruana. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Folio amazónico.vol.26, núm. 1-2. 1-155p
- Proctor, M; Yeo, P; Lack, A. 1996. The natural history of de polliniton. Timber Press, Portland. 618-638p.
- Palacios-Vargas, J; Mejia-Recamier B; Cutz-Pool, L. 2009. Microartrópodos edáficos. In: Biodiversidad del ecosistemas del pedregal de San Ángel. UNAM. MEXICO. 203-211p.

- Palacios-Vargas, J; castaño, G; Mejia, B. 2000. Capítulo 12. III Grupos de hexápoda. Collembola. 249-273p.
- Palacios-Vargas, J.1990. Nuevos Collembola del Estado de Chihuahua, México. Sociedad Mexicana de Entomología, Veracruz, Mexico.
- Pérez, A; López, A. 2002. Atlas de los Moluscos Gasterópodos Continentales del Pacifico de Nicaragua. Managua, NI. UCA. 312p
- Pérez, M. 2004. Aspectos Conceptuales, Análisis numérico, Monitoreo y Publicación de datos. Sobre Biodiversidad. MARENA. Centro de Malacología/Diversidad Animal UCA. 1 ed. Managua Nicaragua. 331 p.
- Romero Rueda, Y. 2012. Evaluación de la diversidad de macroinvertebrados del suelo en cinco microcuencas del Rio Esteli y Rio Viejo, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. NI. 1p.
- Root, R. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological monographs*, 43(1), 95-124p.
- Rosales, L; Mateo, S. 2016. Uso de Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad del agua del río Palacagüina, Norte de Nicaragua. Revista Científica de FAREM-Estelí, (8), 66-75p.
- SERMANAT (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. El huerto familiar biointensivo: Introducción al método de cultivo biointensivo, alternativa para cultivar más alimentos en poco espacio y mejorar el suelo. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. D. f. Mx
- Suarez, N. D. Jiménez, B. Machado, Y. Verdecia, Y. Zamora, & L. Castro. 2009. Efecto de la vegetación sobre la biodiversidad de macroinvertebrados del suelo en ecosistemas ganaderos. *Revista Electrónica Granma Ciencia. Vol. 13, No. 1.*
- Silva, R., Tomazi, M., Pezarico, C., A. & Mercante, F. 2007. Macrofauna invertebrada edáfica en cultivo de mandioca subsistema de cobertura do solo. *Pesq. Agropec. Bras. Brasilia.* 42 (6): 865-871p.
- Snyder, B; Hendrix, P. 2008. Current and potential roles of soil macroinvertebrates (Earthworms, Millipedes, and Isopods) in ecología restoration. *Restoracion ecology.* 16 (4): 629-639p.

- Sáenz, M; De la Llana, A. 1990. Entomología sistemática. Mangua, NI, Universidad Nacional Agraria. 225p
- Shelley, R. 1999. Centipedes and millipedes with emphasis on North America fauna. The Kansas School Naturalist, 45(3): 1-15p.
- Somarriba, E. 1999. Diversidad de Shannon. Agroforestería en las Américas. Vol.6:23p.
- Smith, H; McSorley, R. 2000. Intercropping and pest management: a review of major concepts. American Entomologist, 46(3), 154-161p.
- Southwood, T; Way, M. 1970. Ecological background to pest management. Concepts of pest management, 6, 28p.
- Shannon, E; Weaver, W. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Illinois, US. 144 p.
- Touyama, Y; Yamamoto, T; Nakagoshi, N. 2002. Are ants useful bioindicator, the relationship between and species richness and soil macrofaunal richness, in Hiroshima Prefecture. Edaphologia 70: 33-36p.
- Vernon, R; Gillespie, D. 1990. Spectral responsiveness of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) determined by trap catches in greenhouses.
- Varela, A; Cortes, C; Cotes, C. 2007. Cambios en edafofauna asociada a descomposición de hojarasca en bosque nublado. Rev. Colomb. Entomol. 33(1).
- Villalobos, F. 1990. Collembola del Noreste de México. Folia Entomológica Mexicana. 805-29p.

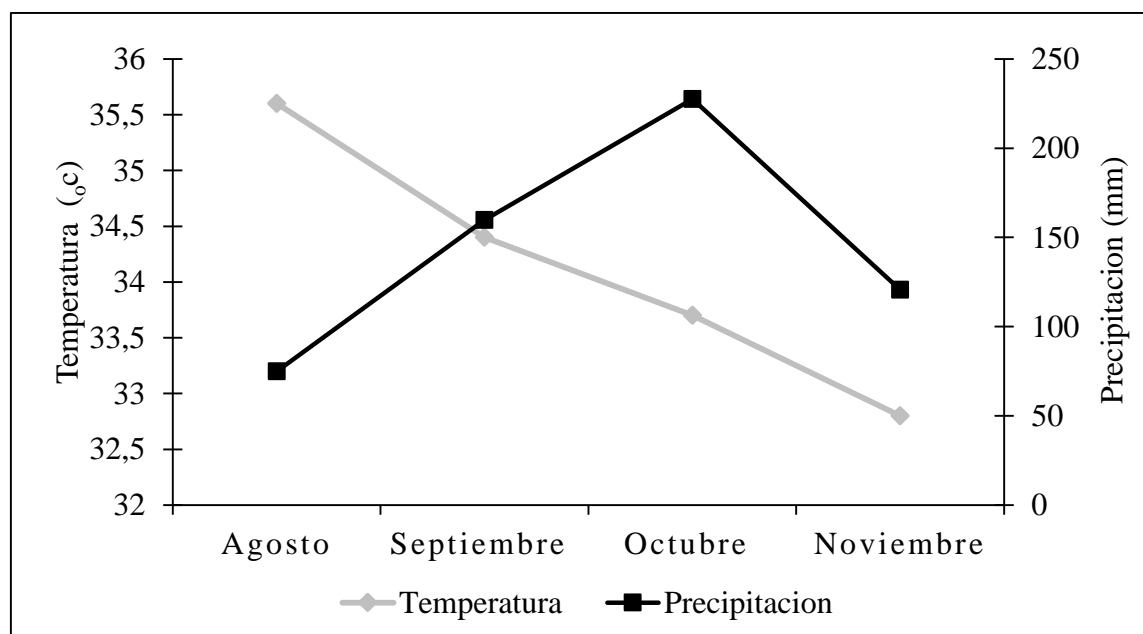
VIII. ANEXOS

Anexo 1. Contenido de macro y micro elementos de las camas en estudio en la finca el Plantel en el período de octubre a noviembre del 2015

Camas	Macro elementos					Micro elementos						pH	M ° %
	P	K	Mg	Ca	Na	S	Zn	Mn	Fe	Cu	B	Soil	
Cama 1	5	295	995	3629	294	25	3.7	26	130	12.7	0.8	6.3	7.6
Cama 2	9	182	1300	4691	438	40	4.1	24	133	13.3	1.0	7.0	7.6
Cama 3	12	373	1155	4580	389	33	4.2	31	138	14.5	0.9	6.8	7.8
Cama 4	7	199	1436	4947	393	39	4.0	25	132	10.5	0.9	6.8	7.0
Cama 5	8	570	1112	4654	457	24	4.4	37	138	16.3	1.2	6.8	8.3
Cama 6	6	252	1328	5095	476	22	4.6	25	130	11.8	1.0	6.8	6.3
Cama 7	10	497	1063	4261	316	24	4.3	44	144	17.2	0.9	6.5	7.7
Cama 8	12	243	1253	4598	410	25	3.9	23	125	10.9	0.9	7.2	7.0
Cama 9	6	506	1011	4319	465	19	4.3	36	132	18.1	1.2	7.0	7.6
Cama 10	19	385	1286	4790	407	23	5.1	26	128	11.6	1.2	7.1	7.1

Fuente. A y L Eastern Laboratories, Virginia, Estados Unidos.

Anexo 2. Datos de temperatura y precipitación durante los meses de muestreo en el centro Experimental El Plantel en el período de octubre a noviembre del 2015



Estación meteorológica de Masaya-Ineter

Anexo 3. Análisis de Hutcheson en base al índice de diversidad para macro invertebrados de suelo por estrato en la Finca el Plantel del 2015

Puntos de muestreo	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8	C 9	C 10
C 1	0	D	ND	D	D	ND	ND	ND	ND	ND
C 2		0	D	ND	ND	ND	ND	D	ND	D
C 3			0	D	D	ND	ND	ND	ND	ND
C 4				0	ND	D	ND	ND	D	D
C 5					0	D	ND	ND	D	D
C 6						0	D	D	ND	D
C 7							0	ND	ND	ND
C 8								0	D	ND
C 9									0	ND
C 10										0

C= Cama

Anexo 4. Macroinvertebrados terrestres por Cama en la Finca el Plantel en el período de octubre a noviembre del 2015

Familias	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8	C 9	C 10	Total
Acrididae	-	-	-	1	1	2	-	-	1	-	5
Anthocoridae	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Aphididae	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	2
Asilidae	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	3
Blaberidae	-	1	1	2	3	-	-	-	-	-	7
Carabidae	1	1	-	3	1	-	1	-	-	-	7
Cheliferidae	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	4
Chrysomelidae	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	3
Chrysopidae	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	3
Cicadellidae	-	1	1	-	-	1	-	-	-	1	4
Coreidae	-	-	-	-	-	1	1	-	2	-	4
Curculionidae	2	-	1	-	-	1	-	-	1	1	6
Cyphoderidae	42	92	73	51	28	105	64	64	61	36	616
Dicyrtomidae	2	-	-	3	-	2	-	12	4	2	25
Elateridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Erebatidae	1	3	1	-	-	1	-	2	1	1	10
Formicidae	126	86	133	94	220	90	120	95	151	118	1233
Gryllidae	-	-	-	-	5	-	-	-	1	1	7
Lepismatidae	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2
Icosidae	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Miridae	-	-	1	-	1	1	1	1	-	1	6
Mutillidae	-	-	1	-	-	1	1	1	-	-	4
Neanuridae	-	1	1	5	1	1	-	1	1	-	11
Oonopidae	1	2	2	-	-	2	1	1	1	-	10
Paradoxosomatida	7	2	8	2	11	6	6	2	4	4	52
Pisauridae	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
Pompilidae	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2
Porcellionidae	51	33	73	95	1030	89	537	82	36	149	2175
Rhinothermitidae	-	-	1	-	-	-	1	1	3	1	7
Salticidae	6	7	4	12	8	15	13	6	2	6	79
Scarabeidae	1	-	1	-	-	3	-	1	-	-	6
Scelionidae	3	3	8	6	6	1	4	-	6	2	39
Sciaridae	25	13	28	5	19	19	32	10	11	2	164
Scolopendridae	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	2
Scytodidae	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	2
Spirostreptidae	1	3	4	5	11	4	3	4	3	12	50
Stratiomyidae	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	6
Subulinidae	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	3
Tenebrionidae	1	4	11	2	48	5	3	4	-	5	83
Thomicidae	-	-	-	-	4	-	-	3	1	-	8
Trombidiidae	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2
Total general	271	258	359	288	1403	351	795	292	296	345	4658

Anexo 5. Análisis de Hutcheson en base al índice de diversidad para los macroinvertebrados terrestres por cama en la Finca el Plantel del 2015

Puntos de muestreo	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8	C 9	C 10
C 1	0	ND	D	ND	ND	D	ND	ND	ND	ND
C 2		0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	D
C 3			0	ND	ND	ND	ND	ND	D	D
C 4				0	ND	ND	ND	ND	ND	D
C 5					0	ND	D	ND	ND	ND
C 6						0	ND	ND	ND	D
C 7							0	ND	ND	ND
C 8								0	ND	D
C 9									0	ND
C 10										0

C=Cama

Anexo 6. Macroinvertebrados aéreos asociada al sistema biointensivo en la Finca el Plantel en el período de octubre a noviembre del 2015

Orden	Familia	Genero	
Díptera	Tabanidae	Tabanus sp	
	Asilidae	Efferia Sp	*
	Calliphoridae	Cochliomyia sp	
	Sarcophagidae	Sargophaga Sp	
	Tachinidae	Lespia Sp	
	Stratiomyidae	Hermetia Sp	
	Musidae	Musca Domestica	*
	Dolichopodidae	Condylostylus Sp	*
	Bibionidae	Bibio sp	*
Hymenoptera	Scoliidae	Capsomeris Sp	
	Apidae	Apis Mellifera	*
	Sphecidae	Sceliphron Sp	
	Ichneumonidae	Rogas Sp	
	Mutillidae	Dasimutilla sp	
	Formicidae	Campanotus sp	*
	Formicidae	Selenopsis Sp	
	Scelionidae	No identificado	
	Vespidae	No identificado	*
Coleóptera	Scarabeidae	Euphoria Sp	*
	Elateridae	Aeolus Sp	
	Coccinellidae	Chilocorus Cacti	*
	Tenebrionidae	Celenophorus Sp	
	Buprestidae	Chrysobotris Sp	
	Scarabeidae	Canthon Sp	
	Carabidae	Carabus Sp	
	Carabidae	Callidae Sp	
	Tenebrionidae	Epitragus Sallei	
	Tenebrionidae	Glyptasida Sp	
	Tenebrionidae	Branchus Sp	
	Curculionidae	Cosmopolistes Sp	
	Cicindellidae	Megacephala Sp	
	Curculionidae	Pantamonus femoratus	
	Tenebrionidae	Blaptinus sp	
	Chrysomelidae	No identificado	*
	Nitidulidae	No identificado	
	Cerambycidae	No identificado	
	Lepidóptera	Noctuidae	Spodoptera Sp
Nymphalidae		Euphaedra Sp	
Hesperidae		Urbanus Sp	
Pieridae		Phoebis Sp	
Pyralidae		No identificado	

Hemíptera	Cercopidae	Aenolamia Postica	*
	Cicadellidae	Oncotometopia Sp	
	Coreidae	Hypelsonotus Sp	
Orthoptera	Gryllidae	Acheta assimilis	
	Pentatomidae	Euschistus Sp	
	Tettigonidae	No identificado	
	Acrididae	No identificado	
	Lygacidae	No identificado	
Isóptera	Termitidae	Termita sp	
Blattodea	Blaberidae	Blaberus sp	
Mantodea	Mantidae	No identificado	

* Insectos dominantes

Anexo 7. Índice de diversidad de macroinvertebrados aéreos por Shannon-Wiever

Familia	Índice de Shannon H
Bibionidae	3.025
Musidae	3.507
Dolichopodidae	3.006
Noctuidae	3.709
Cicadellidae	2.962
Scarabeidae	3.212
Crysomelidae	2.817
Vespidae	3.112
Coccinelidae	2.561
Apidae	2.855
Formicidae	2.952
Asilidae	2.03
Curculionidae	1.919
Mantidae	2.51
Passalidae	1.968
Reduvidae	2.395
Carabeidae	1.54
Cercopidae	1.846
Pieridae	2.164
Califoridae	1.667
Elateridae	1.33
Tephritidae	1.386
Tettigonidae	1.04
Pentatomidae	0.6365
Blattidae	1.099
Sirfidae	0.6931
Promedio	2.069

Anexo 8. Ilustración de las camas biointensivo en la Finca el Plantel 2015.



Anexo 9. Ilustración de los tipos de trampeos utilizados en la investigación.



Trampa Cromática Azul



Trampa Cromática Amarillo

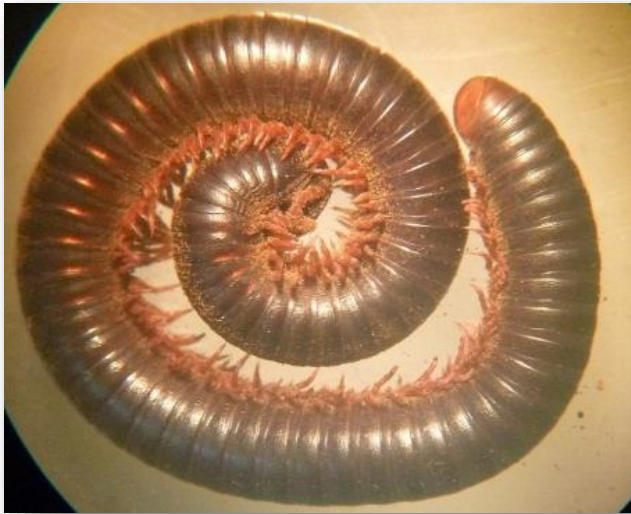


Trampa de Melaza



Trampa de Caída Libre

Anexo 10. Ilustraciones de las familias de macroinvertebrados de suelo por estratos de mayor abundancia encontradas en la Finca el Plantel 2015.



Familia: Spirostreptidae



Familia Rhinotermitidae

Familia: Rhinotermitidae



Sciariidae

Familia: Sciariidae



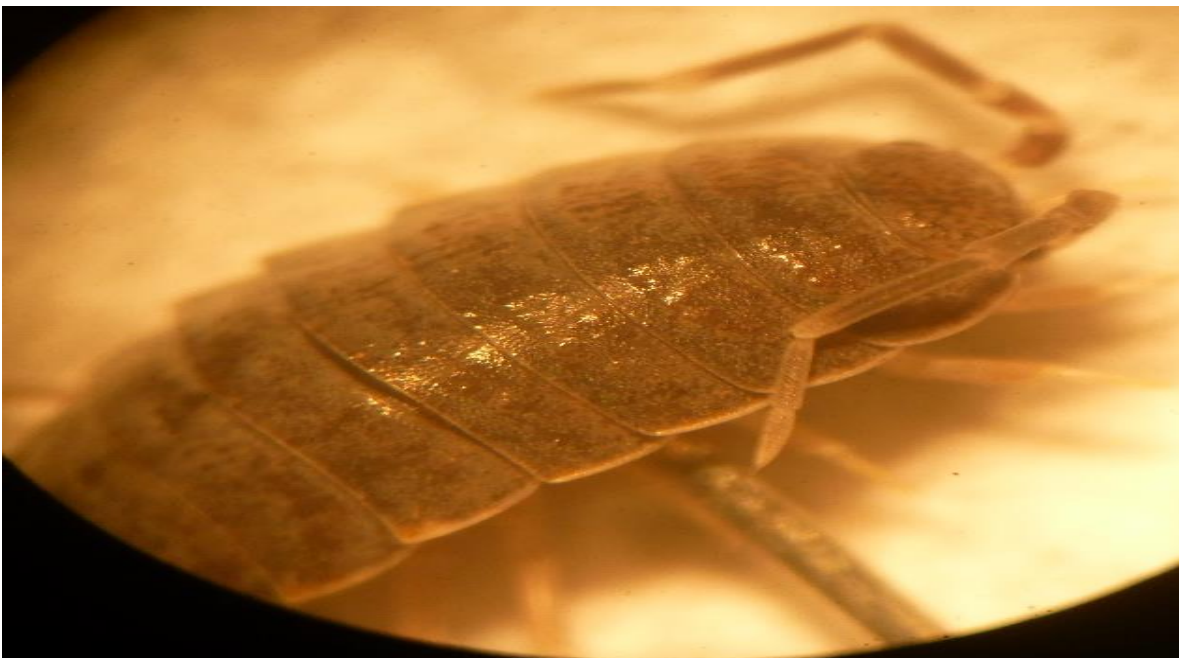
Familia: Cyphoderidae



Familia: Paradoxosomatidae



Familia: Formicidae



Familia: Porcellionidae

Anexo 11. Ilustraciones de las familias de macroinvertebrados aéreos de mayor abundancia



Familia: Musidae



Familia: Asilidae