



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA

UNAN - MANAGUA

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, MANAGUA**

**FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE CHONTALES**

**“CORNELIO SILVA ARGUELLO”**

**UNAN – MANAGUA FAREM – CHONTALES**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS, TECNOLOGIA Y SALUD**

*“2019: Año de la Reconciliación”*

**Seminario de Graduación para optar al Título de Ingeniero Agrónomo.**

**Tema:** Macrofauna edáfica como indicadores en los tres diferentes usos de suelo (agrícola, pecuario, bosque) en la Estación Biológica Francisco Guzmán Pasos de la UNAN-Managua FAREM-Chontales.

**Autor:**

Br. Sandoval Sequeira Luisa Joheymi.

**Tutor:**

MSc. Indiana Ramona Montoya Dompé

Asesora: MSc. Yorlis Gabriela Luna Delgado

***¡A la libertad por la Universidad!***  
**Chontales, Junio 2019**



## **Dedicatoria**

*“Pon en manos del Señor y todas tus obras se cumplirán. Proverbios  
16:3”*

*A Dios padre por concedernos la vida, por darnos la sabiduría, el entendimiento y la paciencia necesaria para ser perseverantes en el camino, el camino que nos ha llevado hasta la culminación de una de nuestra meta anhelada nuestra profesión académica*

*A nuestros padres, hermanas, amigos y familiares que nos brindaron su apoyo incondicional a lo largo de nuestra formación académica, al igual dedicamos este trabajo a cada uno de los maestros que fuimos encontrando durante este largo camino esas personas que nos dieron el pan de la enseñanza*

**Br. Sandoval Sequeira Luisa Joheymi.**

## **Agradecimiento**

*Primeramente, agradezco a Dios nuestro señor y dador de vida, quien me ha concedido el don del entendimiento y la sabiduría, quien me ha permitido culminar una de mis metas propuestas en mi vida, a mis madre Lucia Sequeira Obando a mis hermanas quienes me han dado su apoyo incondicional en el transcurso de mi preparación académica, a cada uno de mis demás familiares y amigos que han contribuido para llegar hasta donde estoy.*

*Finalmente agradezco a mi tutora de tesis profesora. Indiana Montoya Dompé por sus conocimientos, su disposición y su ayuda brindada durante la realizar nuestro trabajo final.*

**Br. Sandoval Sequeira Luisa Joheymi.**

## Resumen

Este estudio se realizó siguiendo la metodología TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) con tres áreas seleccionadas, en las cual se tomaron 7 submuestras desde los 10cm hasta los 30. Cabe decir que la recolección fue manual y ocupando diferentes instrumentos, para mayor facilidad. La realización de estudios nos permite tal, como objetividad al reconocimiento de la macrofauna de la Estación Biológica de la UNAN-Managua FAREM-Chontales, así como brindar en el suelo, su diversidad de dicho lugar.

Los indicadores que se evaluaron fueron biomasa, abundancia, riqueza y biodiversidad de cada muestreo seleccionado, muestras obtenidas fueron heterogéneas, es decir no hubo repetición de cada una de las muestras. Los resultados obtenidos fueron sacados con el Índice de Shannon para definir el estimado de riqueza de cada área parte baja, media y alta.

Unas de las principales especies encontradas, lo fue la Hymenoptera las cuales se encontraron en las tres áreas seleccionadas, como un indicador de abundancia de dicha especie.

En primer lugar donde se buscó y encontró los especímenes de la Estación Biológica ya cuenta con datos de la macrofauna edáfica. Teniendo en cuenta que alguna área del suelo estas más utilizadas por las actividades agrícolas.

## INDICE DE CONTENIDO

Resumen .....	iv
I. INTRODUCCION .....	1
II. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo General.....	4
2.2. Objetivos específicos .....	4
III. MARCO TEORICO .....	5
3.1. Ecosistemas.....	5
3.1.2. Ecosistemas agrícolas.....	5
3.1.3. Sistemas agrícolas convencionales.....	6
3.1.3. Agroecosistemas.....	7
3.1.4. Agroecología .....	8
3.2. La agricultura y la biodiversidad .....	9
3.2.1. Biodiversidad.....	9
3.3. Generalidades del suelo .....	11
3.3.1. Factores Formadores del Suelo.....	12
3.3.2. Características Física Químicas y Biológicas del suelo .....	12
3.3.3. Los problemas que enfrenta el suelo .....	15
3.4. Indicadores de la calidad de suelo .....	17
3.4.1. Indicadores físicos .....	18
3.4.2. Indicadores Químicos.....	18
3.4.3. Indicadores biológicos.....	19
3.5. Relación macro invertebrados calidad y salud del suelo .....	20
3.6. Macro fauna del suelo.....	21
3.7. Microfauna.....	23
3.8. Característica morfológicas y funcionales de los principales taxonómico se los macroinvertebrados edáficos. ....	24
3.9.1. Lombrices .....	24
3.9.2. Hormigas. ....	25
3.9.3. Escarabajos. ....	25

3.9.4.	Ácaros.....	26
3.9.5.	Depredadores:.....	26
3.9.6.	Ácaros fitófagos.....	26
3.9.7.	Ácaros saprófagos.....	26
3.9.8.	Arañas y pseudoescorpiones.....	27
3.9.9.	Chilopoda.....	27
3.9.10.	Babosas y caracoles: Phylum Mollusca, Clase Gastropoda .....	28
3.9.11.	Colémbolos.....	28
3.9.12.	Diplopodos.....	28
IV.	MATERIALES Y METODOS.....	31
4.1.	Área de estudio .....	31
4.2.	Tipo de estudio.....	31
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	35
VI.	CONCLUSIONES.....	45
VII.	RECOMENDACIONES.....	46
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47
IX.	ANEXOS.....	49

## INDICE DE TABLA

Tabla N°. 1: Identificación de unidades de muestreo .....	32
Tabla N°:2: Identificación de especie.....	36
Gráfico N°1. Abundancia entre los tres sistemas ZB, ZM Y ZA. ....	37
Gráfico N°2 Abundancia total entre los tres sistema Zona baja (ZB) Zona Media (ZM) y Zona Alta (ZA). ....	38
Grafico N°3. Abundancia Zona Baja.....	39
Grafico N°4. Abundancia Zona Media.....	40
Grafico N°5. Abundancia Zona Alta. ....	41
Tabla N°3. Riqueza Entre zona. ....	42
Grafico N °6. Biomasa de la Macrofauna. ....	43

## I. INTRODUCCION

El suelo es un subsistema del ecosistema terrestre donde se realiza principalmente el proceso de descomposición, para el reciclado de nutrientes que asegure el proceso de producción, vital para el mantenimiento del ecosistema. El uso de suelo es un recurso natural es un regulador de la biosfera, pero el uso no sostenible lo deteriora rápidamente por ello el manejo del suelo es una prioridad social y su explotación debe de procurar la funcionalidad química, física y biológica del suelo.

A la vez la importancia del agua en el suelo, que es el principal constituyente de los seres vivos, entre los que se encuentra las plantas, ocupando entre 75% al 90% del tejido vegetal, según la especie. Dado que la planta se encuentra anclada en el suelo y circundada por la atmosfera, es necesario comprender las relaciones entre el suelo. El suelo es el depósito de almacenamiento de agua, aire y nutrientes desde donde la planta lo extraen. La capacidad de almacenamiento y la disponibilidad para las plantas dependen de las cantidades existente y las características de cada suelo (Angella G, 2016).

En América Latina y el Caribe (LAC), el suelo es un recurso esencial para cubrir las necesidades de una población de rápido crecimiento. Se estima que el potencial agrícola de LAC está cerca de 800 millones de ha de tierra. Sin embargo, la mayor parte de esta tierra está bajo la lluviosa selva tropical, y la deforestación ha iniciado varios procesos de degradación de suelo con efectos dramáticos sobre muchas funciones del ecosistema (L, Montanarella; D, Pennock; N, McKenzie, 2015). La conversión agrícola de los ecosistemas naturales (pasto-arbustos-sabanas y bosque) en LAC es del orden del 30 por ciento, representando algo más de 600 millones de hectáreas (ha) de agro-ecosistemas. Una parte significativa de estas áreas está afectada por procesos de degradación. El cambio climático y la presión humana son los principales factores impulsores de la degradación del suelo en la región. La degradación del suelo afecta a la regulación del clima y también implica la pérdida de biodiversidad y resiliencia del suelo y una incrementada vulnerabilidad de los asentamientos humanos a las perturbaciones naturales y los eventos meteorológicos extremos.

La pérdida de la biodiversidad del suelo, es la declinación de la diversidad de organismos presente en el suelo que afectan sus múltiples funciones, así como los contaminantes del suelo como lo son los productos tóxicos y, vertidos de concreto. Asimismo el cambio climático y la explotación de los recursos naturales por actividades antropogénicas ha ocasionado la destrucción masiva de ecosistemas (M, Badii; C, Guillen; O, Rodriguez, 2015)

El suelo es el subsistema de los ecosistemas terrestres donde se realiza principalmente el proceso de descomposición, fundamental para el reciclado de nutrientes que aseguren el proceso de producción, vital para el mantenimiento del ecosistema. En el que se alberga una comunidad biológica más diversas del planeta como los artrópodos (Calorsama & Mora, 2014).

Dentro del ecosistema puede tomar en cuenta la macrofauna edáfica, lo cual agrupa los invertebrados mayores de 2mm de diámetro. Muchos de los organismo de la macrofauna son importantes en la transformación de las propiedades del suelo entres ellos tenemos: las lombrices de tierra, (*Annelida Oligochaeta*), las termitas (*Insecta Isoptera*), y las hormigas (*Hymenoptera Formicidae*), que actúan como agente del ecosistema en la formación de poros, la infiltración de agua y la humificación y mineralización de la materia orgánica.

La pérdida de biodiversidad del suelo, es una declinación en la diversidad de macro-micro organismo presentes del suelo. Dentro de mucho tiempo se han ignorado, la macrofauna a nivel mundial jugando un papel importante en el proceso ecológico, y energético, siendo el primero en la base de descomposición y el reciclado de nutrientes (FAO, 2016).

Los procesos que ocurren en el suelo son medidos por los organismo que lo habitan, entre ellos se destaca la macrofauna, porque directa o indirectamente afecta la estructura y la fertilidad del suelo. Por tales motivos, la macrofauna es considerada un indicador biológico sensible de los impactos del uso y manejo del suelo en la calidad edáfica. Esta incluye los invertebrados mayores 2 mm de diámetros, y tiene un papel imprescindible en la salud y productividad del suelo, debido a su capacidad de alterar el ambiente superficial y edáfico en el que se desarrolla las plantas.

Conocer el rol que desempeñan la macrofauna en el suelo tiene una vital importancia y estaría de cara a validar opciones productivas amigables con el medio ambiente ya que permiten ver las afectaciones que provocan la disminución de la macrofauna en el suelo.

Una de las formas de aproximarse al problema de la degradación de los suelos es a través de los rendimientos decrecientes. Las estadísticas del Banco Central respecto a la importación de insumos para la actividad agrícola se han incrementado sistemáticamente, y esto tiene que ver, en parte, con ese fenómeno de desgaste de los suelos y de la extensión de la superficie agrícola. Las importaciones de insumos agrícolas FOB del 2000 fueron 212,4 millones de USD y en el 2006 se incrementaron a 380,45 millones de USD. Esto obedece a una mayor intensificación del uso de los suelos, pero también refleja la necesidad de mejorar la producción por efecto del desgaste de estos.

Desde esta perspectiva, estudiar la biodiversidad de la macrofauna como indicador de la calidad del suelo en los distintos puntos de área de la Estación Biológica de la UNAN-FAREM Chontales, podría ser un importante punto de partida para entender posibles potenciales en el medio edáfico y en la productividad vegetal así como brindar un primer estudio en esta área de la macrofauna del lugar.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Estudiar la fauna edáfica como indicador de la calidad del suelo en tres diferentes usos de suelo (agrícola, pecuario, bosque) en la Estación Biológica Francisco Pasos Guzmán de la UNAN-Managua FAREM-Chontales.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Identificar los especímenes de fauna edáfica encontrados en las áreas productivas (agricultura, ganadería, bosques) de la Estación Biológica.
- Cuantificar el número de especie e individuos por estrato y por sistema productivo.
- Estimar la biodiversidad, riqueza, abundancia y biomasa de fauna edáfica.

### **III. MARCO TEORICO**

#### **3.1. Ecosistemas**

La ecosfera, que incluyen todos los ecosistemas del planeta, pueden considerarse dividida en dos tipos de ecosistema: los terrestre y acuáticos. La característica fisicoquímico de los fluidos de, agua y aire, condicionan la vida y determinan las diferencias en la anatomía, el funcionamiento y el comportamiento de los seres vivos que viven en ellos.

En nuestro planeta existe gran variedad de ambientes en los que se desarrolla un gran número de ecosistemas distintos. Los ecosistemas pueden clasificarse en dos grandes grupos según el medio en el que se desenvuelven los organismos que forman la biocenosis:

- Ecosistema acuático, en los que el medio es el agua.
- Ecosistemas terrestres, en los que el medio es el aire.

Los organismos que viven en unos y otros ecosistemas son generalmente muy distintos porque están adaptados a vivir en dos fluidos, el aire y el agua, con características fisicoquímicas muy diferentes (Sandra, 2010) .

El suelo es un recurso crítico, a escala humana no renovable, cuya condición es vital no solo para la producción de alimentos sino también para el balanceo global y funcionamiento de los ecosistemas (Lora, 1978). Es un sistema en el cual la mayoría de sus propiedades físicas y químicas y los procesos que ocurren son medidos por la biota que lo habita. El suelo es unos de los ecosistemas más complejos y diversos que existen en la naturaleza (Carlosama & Mora, 2014).

#### **3.1.2. Ecosistemas agrícolas**

Un tercio de la superficie terrestre se utiliza para la producción de alimentos y es posible encontrar ecosistemas agrícolas en casi todo el mundo. Por lo tanto, la repercusión del cambio climático en la biodiversidad agrícola será amplia y variada. Los ecosistemas agrícolas nos proporcionan el alimento y los medios para producirlos. La diversidad de plantas y animales que consumismo son componentes de la diversidad agrícola que podemos apreciar a simple vista.

Igualmente es importante, aunque menos visibles, son los miles de organismos presente del suelo, los polinizadores y los enemigos naturales de las plagas y enfermedades, cuyas función reguladora constituye el soporte de la producción agrícola. Los agricultores manejan a diarios estos y aspectos de la diversidad biológica en los ecosistemas agrícolas para producir alimentos y otros productos, para mantener sus medios de vida. Además de esta importancia funcional, también es importante mantener la biodiversidad en los ecosistemas agrícolas. De hecho, hoy en día es tan grande el alcance de la agricultura, que cualquier estrategias para conservar la biodiversidad de los ecosistemas agrícolas (Copyright, 2006).

### **3.1.3. Sistemas agrícolas convencionales**

El problema con los enfoques agrícolas convencionales es que no han tomado en cuenta las enormes variaciones en la ecología, las presiones de la población, las relaciones económicas y las organizaciones sociales que existen en la región, y por consiguiente el desarrollo agrícola no ha estado a la par con las necesidades y potencialidades de los campesinos locales.

Este desajuste se ha caracterizado por tres aspectos:

- Los paquetes tecnológicos homogéneos no son adaptables a la heterogeneidad campesina y sólo funcionan en condiciones similares a las de los países industriales y a las de las estaciones experimentales.
- El cambio tecnológico benefició principalmente la producción de bienes agrícolas de exportación y comerciales, producidos prioritariamente en el sector de grandes predios, impactando marginalmente la productividad de los productos alimenticios, que son cultivados en gran medida por el sector campesino, y
- América Latina se ha convertido en un importador neto de insumos químicos y maquinaria agrícola, aumentando los gastos de los gobiernos y agravando la dependencia tecnológica.

Con el crecimiento de la población y el incremento de la demanda económica y social que se proyecta para la próxima década, se perfilan dos desafíos cruciales que deberán ser enfrentados por el mundo académico y el mundo del desarrollo:

- Incrementar la producción agrícola a nivel regional en casi un 30-40%, sin agravar aún más la degradación ambiental.
- Proveer un acceso más igualitario a la población, no sólo a alimentos, sino a los recursos necesarios para producirlos.

Estos desafíos se dan dentro de un escenario de alta disparidad en la distribución de la tierra, de marcados niveles de pobreza rural y de una decreciente y degradada base de recursos naturales.

La comprensión de estos tópicos más amplios acerca de la agricultura requiere entender la relación entre la agricultura y el ambiente global, ya que el desarrollo rural depende de la interacción de subsistemas biofísicos, técnicos y socioeconómicos. Este enfoque más amplio, que permite entender la problemática agrícola que en términos holísticos se denomina «agroecología».

La disciplina científica que enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica se denomina «agroecología» y se define como un marco teórico cuyo fin es analizar los procesos agrícolas de manera más amplia.

“El enfoque agroecológico considera a los ecosistemas agrícolas como las unidades fundamentales de estudio; y en estos sistemas, los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son investigadas y analizadas como un todo. De este modo, a la investigación agroecológica le interesa no sólo la maximización de la producción de un componente particular, sino la optimización del Agroecosistema total.”

(Altieri, 2000).

### **3.1.3. Agroecosistemas**

El Agroecosistema es la unidad conceptual y básica de estudio y desarrollo de la agricultura, producto de la modificación de un ecosistema desarrollado por el ser humano. Está integrado a un sistema regional agrícola a través de cadena de producción-consumo, existiendo relaciones entre sus componentes e interacciones de política y cultura de instituciones públicas y privadas. Esta unidad de producción de alimentos, materia prima, servicio ambientales el manejo sustentable de los agrocistemas a corto, mediano y largo plazo permiten su uso productivo en forma permanente, optimizando el potencial agrícola del país y mejorando la situación social y económica de la población que depende directa de dicho agroecosistema (Agroecosistema, 2004).

Los Agroecosistemas por el hecho de estar sometidos a una serie de alteraciones de un orden particular, como labores agrícolas, fertilización, riego, extracción periódica de biomasa, reducción de la diversidad biológica, aplicación de pesticidas, fragmentación del paisaje, etc. determina que algunos de sus rasgos estructurales y el ritmo y naturaleza de algunos procesos sean distintos a los ecosistemas naturales, donde no existe intervención humana.

Se establecen 4 características principales de los Agroecosistemas.

1. Los Agroecosistemas requieren fuentes auxiliares de energía, que pueden ser humana, animal y combustible para aumentar la productividad de organismos específicos.
2. La diversidad puede ser muy reducida en comparación con la de otros ecosistemas.
3. Los animales y plantas que dominan son seleccionados artificialmente y no por selección natural.
4. Los controles del sistema son, en su mayoría, externos y no internos ya que se ejercen por medio de retroalimentación del subsistema.

#### **3.1.4. Agroecología**

En la búsqueda por reinstalar una racionalidad más ecológica en la producción agrícola en el desarrollo de una agricultura más autosuficiente y sustentable, un entendimiento más profundo de la naturaleza de los agroecosistemas y de los principios por los cuales estos funcionan. Dada esta limitación, la agroecología emerge como una disciplina que provee los principios ecológicos básicos sobre como estudiar, diseñar y manejar agroecosistema que son productivos y a su vez conservadores de los recursos naturales y que además, son culturalmente sensible y socialmente, económicamente viables.

La agroecología va más allá de un punto de vista unidimensional de los agroecosistema (su genética, edafología y otros) (Altieri, 2001)

## **3.2. La agricultura y la biodiversidad**

Biodiversidad es la variabilidad entre los organismos vivos y los complejos ecológicos de los que forman parte, incluyendo la diversidad entre las especies (diversidad genética), entre las especies y los ecosistemas. La diversidad agrícola es un término que incluyen todos los componentes de la biodiversidad -en genética, especie y nivel de ecosistema- que son de importancia para la alimentación y la agricultura y que apoyan los ecosistemas donde se produce la agricultura (ecosistemas agrarios). Estos incluyen las especies de cultivo y de ganado y las variedades y las razas entre ellos, también incluyen los componentes que apoyan la producción agrícola. Componentes a nivel de especie que apoyan los servicios de los ecosistemas incluyendo lombrices y hongos que contribuyen a la disponibilidad y al ciclo de los nutrientes de las plantas a través de la desintegración y descomposición de los materiales orgánicos (Biologica, 2008).

La diversidad de los ecosistemas agrícolas es en parte el resultado de ambas tierras agrícolas y los usos de agua. En las plantas y de los animales utilizados en la agricultura se debió la gestión humana para la alimentación, nutrición y la medicina. Por ejemplo, del ganado domestico se incluyen ganado bovino, ovino, gallinas, cabras. Entre las especies de cultivo incluyen trigo, maíz, plátano, papa dulce, los frutos secos entre otros.

### **3.2.1. Biodiversidad**

La diversidad tiene dos componentes fundamentales:

1. Riqueza específica: número de especies que tiene un ecosistema
2. Equitabilidad: mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, cómo de uniforme es un ecosistema

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder comparar la biodiversidad entre diferentes ecosistemas o zonas.

Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad (cienciaybiologia, 2014)

Es importante porque garantiza la permanencia, bienestar y equilibrio de la vida, incluida la nuestra. No solo importa por la cantidad de recurso que obtenemos sino que también por aquellos recursos que podrán obtenerse en el futuro.

**Abundancia.** Número de individuos por familia y por cada área de estudio.

**Índice de Shannon-Wiener.** Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno, 2001). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001).

Se fija en cómo una especie se distribuye en el ecosistema. Para realizar este cálculo, es necesario tomar muestras de una población observando un área determinada, contando las diferentes especies en la población y evaluando su abundancia en el lugar. El índice de diversidad Shannon-Weaver también se conoce como el índice de Shannon o el índice de Shannon-Wiener y es una medida importante para la biodiversidad. En los ecosistemas naturales este índice varía entre “0” y no tiene límite superior. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y los arrecifes de coral; las debilidades del índice es que no toma en cuenta la distribución de las especies en el espacio y no discrimina por abundancia. Si  $H' = 0$ , solamente cuando hay una sola especie en la muestra y  $H'$  es máxima cuando las especies están representadas por el mismo número de individuos. El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que puede superar este valor. (Carter McBride)

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

Dónde:

S= número de especies (riqueza de especies)

$P_i$ = proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie  $i$ ),  $n_i/N$

$n_i$ = Número de individuos de la especie  $i$

$N$ = Número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) (Anónimo, Índice de diversidad, 2014)

**Índice de Simpson.** Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Moreno, 2001). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como  $1 - \lambda$ .

Se parte de la base de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde  $S$  es el número de especies,  $N$  es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas) y  $n$  es el número de ejemplares por especie. El valor mínimo para este índice es 1 (1 indica que no hay diversidad).

En cuanto al índice de Simpson, sus valores están comprendidos entre 0 y 1, cuanto menor sea su valor la diversidad de nuestra zona será mayor (Anónimo, Resultados Delphinium, 2014).

### 3.3. Generalidades del suelo

El suelo constituye el recurso natural básico para el soporte de los ecosistemas terrestres, ya sean naturales o productivos. La importancia de conservar un suelo de buena calidad es

particularmente patente en los sistemas agrícolas, donde la productividad va a depender, en buena medida, del estado de conservación del suelo.

Se define como su capacidad o aptitud de soporta el crecimiento de los vegetales, sin que esto ocasione la degradación del suelo o de un daño ambiental. La calidad es dinámica y puede cambiar en corto plazo, de acuerdo con el uso y prácticas de manejo, y para conservarla es necesario implementar prácticas sustentables en el tiempo, la evolución de la calidad del suelo permite revertir el deterioro en dicha funcionalidad ecosistema (Carlosama & Mora, 2014).

### **3.3.1. Factores Formadores del Suelo**

Los factores formadores de suelo son agentes, fuerza, condiciones o combinación de estos, que actúan sobre un material original para transformarlo en suelo: factores activos y factores pasivos. Se reconoce como: material parental, relieve, clima, organismos y tiempo. Por la interacción de sub-factores del clima, por ejemplo el viento, temperatura y lluvia, se determinan procesos que finalmente pueden definir propiedades para cada tipo de suelo a través de procesos conocidos como transformaciones, pérdida y adiciones.

Dónde: S= suelo, F= en función de, Cl= clima, O= organismos, R= relieve, P= roca madre y T= tiempo. (INTAGRI, 2017).

### **3.3.2. Características Física Químicas y Biológicas del suelo**

Las principales *propiedades físicas* del suelo son el color, la textura, la estructura y las relacionadas con la capacidad de retención de agua en el suelo.

Son las que dependen de la parte más íntima del suelo como es su propia composición química. Las más importantes desde el punto de vista de la génesis del suelo son la alteración mineral y la formación de nuevas especies, así como lo relativo a la destrucción de la materia orgánica fresca y la formación de las sustancias húmicas. Además se deben considerar compuestos que perteneciendo a la fase sólida del suelo, pueden pasar fácilmente a la fase líquida por ser extraordinariamente solubles, por lo que tienen una extraordinaria movilidad.

Corresponden fundamentalmente a los contenidos de diferentes sustancias importantes como macronutrientes (N, P, Ca, K, Mg, S) y micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl) para

las plantas, o por dotar al suelo de determinadas características (Carbono orgánico, Carbonato cálcico, Fe en diferentes estados). Es lo que consideramos las sales solubles del suelo, que incluyen a aquellas cuya solubilidad es más alta que la del yeso y cuya consecuencia es la salinidad.

La salinización natural del suelo es un fenómeno asociado a condiciones climáticas de aridez y a la presencia de materiales originales ricos en sales, como sucede con ciertas margas. No obstante, existe una salinidad adquirida por el riego prolongado con aguas de elevado contenido salino, en suelos de baja permeabilidad y bajo climas secos subhúmedos o más secos.

El contenido salino del suelo suele medirse de forma indirecta, dado que la presencia de iones en el agua la hace conductora de la electricidad, se utiliza la conductividad del extracto de saturación para estimar el contenido en sales solubles. Se entiende por extracto de saturación la solución extraída del suelo después de saturarlo con agua, buscando ponerlo en un punto cercano a su capacidad de campo, dada que esta es la situación más perdurable con una concentración mínima de sales. Un estado de mayor humedad presentaría una solución más diluida, pero de escasa duración temporal; un estado más seco elevaría la concentración pero sería muy variable en el tiempo.

Como quiera que la conductividad eléctrica varía con la movilidad de los iones y por tanto con la temperatura, para obtener valores comparables siempre se mide a una temperatura fija de 25° C.

La presencia de sales ejerce una doble influencia en el suelo, por un lado la posible toxicidad de algunos iones presentes como el sodio, y de otro lado el incremento en la presión osmótica de la solución que dificulta la absorción de agua por parte de las plantas, de hecho su efecto se suma al potencial matricial; esto hace que los suelos salinos se comporten fisiológicamente como secos con un nivel de humedad apreciable. (Rucks, 2004).

Las *características químicas* del suelo dependen de la parte más íntima del suelo como es su propia composición química. Las más importantes desde el punto de vista de la génesis del suelo son la alteración mineral y la formación de nuevas especies, así como lo relativo a la

destrucción de la materia orgánica fresca y la formación de las sustancias húmicas. Además se deben considerar compuestos que perteneciendo a la fase sólida del suelo, pueden pasar fácilmente a la fase líquida por ser extraordinariamente solubles, por lo que tienen una extraordinaria movilidad.

Corresponden fundamentalmente a los contenidos de diferentes sustancias importantes como macronutrientes (N, P, Ca, K, Mg, S) y micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl) para las plantas, o por dotar al suelo de determinadas características (Carbono orgánico, Carbonato cálcico, Fe en diferentes estados). Es lo que consideramos las sales solubles del suelo, que incluyen a aquellas cuya solubilidad es más alta que la del yeso y cuya consecuencia es la salinidad.

El pH es una de las propiedades más importante en el uso de los suelos, ya que, de él depende la disponibilidad de nutrientes para las plantas, determinando su solubilidad y la actividad de los microorganismos, los cuales mineralizan la materia orgánica. También determina las concentraciones de iones tóxicos, la CIC y diversas propiedades importantes que en últimas apuntan a la fertilidad del suelo.

Influencia del pH sobre algunos elementos en el suelo tales como (Nitrógeno, Fosforo, Azufre y Boro) entre otros.

El contenido salino del suelo suele medirse de forma indirecta, dado que la presencia de iones en el agua la hace conductora de la electricidad, se utiliza la conductividad del extracto de saturación para estimar el contenido en sales solubles. Se entiende por extracto de saturación la solución extraída del suelo después de saturarlo con agua, buscando ponerlo en un punto cercano a su capacidad de campo, dada que esta es la situación más perdurable con una concentración mínima de sales. Un estado de mayor humedad presentaría una solución más diluida pero de escasa duración temporal; un estado más seco elevaría la concentración pero sería muy variable en el tiempo.

Como quiera que la conductividad eléctrica varía con la movilidad de los iones y por tanto con la temperatura, para obtener valores comparables siempre se mide a una temperatura fija de 25° C.

La presencia de sales ejerce una doble influencia en el suelo, por un lado la posible toxicidad de algunos iones presentes como el sodio, y de otro lado el incremento en la presión osmótica de la solución que dificulta la absorción de agua por parte de las plantas, de hecho su efecto se suma al potencial matricial; esto hace que los suelos salinos se comporten fisiológicamente como secos con un nivel de humedad apreciable. (Ramirez, 1997).

Las **propiedades biológicas** del suelo son muy importantes, ya que está constituida por la microfauna del suelo, como hongo, bacterias, nematodos, insectos y lombrices, los cuales mejoran las condiciones del suelo acelerando descomposición y mineralización de la materia orgánica, además que entre ellos ocurren procesos de antagonismo o sinergia que permite un balance entre poblaciones dañina y benéficas que disminuyen los ataques de plagas a las plantas.

La biodiversidad, vocablo que define el abanico de especies que son parte viva del suelo, es fundamental en todo sistema de producción autosustentable. La diversidad de especie presente en la macro y microfauna del sistema del suelo, conforman un mundo subterráneo que es más amplio y complejo que el sistema natural de superficie, esto revela la complejidad de interrelaciones que allí se suceden y la importancia de implementar practicas agronómicas que tiendan a su conservación. (Lopez, 2018)

### **3.3.3. Los problemas que enfrenta el suelo**

Los suelos son fundamentales para la vida en la tierra, pero las presiones humanas sobre el recurso suelo está llegando a límites crítico. Una mayor pérdida de suelos productivos incrementara la volatilidad de precios de los alimentos y potencialmente causara que millones de persona vivan en la pobreza. Esta pérdida es inevitable, la gestión cuidadosa del suelo puede incrementar el abastecimiento de alimentos, y provee una herramienta valiosa para la regulación del clima y un camino para salvaguardar los servicios de los ecosistemas.

La **erosión** del suelo es la remoción del suelo de la superficie de la tierra por efectos del agua, viento o labranza. La erosión hídrica ocurre principalmente cuando el flujo superficial transporta partículas del suelo desprendidas por el impacto de las gotas de lluvia o la escorrentía superficial, a menudo dando lugar a canales claramente definidos, tales como

surcos o cárcavas. La erosión eólica ocurre cuando el suelo seco, suelto, sin cobertura es sometido a fuertes vientos y las partículas de suelo se desprenden de la superficie del suelo y son transportadas a otro lugar. La erosión por labranza es el movimiento directo del suelo pendiente abajo por los implementos de labranza y resulta en la redistribución del suelo dentro de un campo. La erosión es un proceso natural pero la tasa de erosión es típicamente incrementada (o acelerada) por la actividad humana (L, Montanarella; D, Pennock; N, McKenzie, 2015)

El *desequilibrio de nutrientes* ocurre cuando el suministro de nutrientes (a través de adiciones de químicos y fertilizantes orgánicos u otra fuente) es: insuficiente para permitir que los cultivos alcance su desarrollo y rendimiento, excesivo durante la cosecha de los cultivos. La insuficiencia de nutrientes contribuye a la inseguridad alimentaria. El exceso de nutrientes es un mayor contribuyente al deterioro de la calidad del agua y a las emisiones de gases de efectos invernadero.

*Perdida de carbono*, el ciclo del carbono es el intercambio de carbono (en varias formas, p. ej. dióxido de carbono) entre la atmósfera el océano, la biosfera terrestre y los depósitos geológicos. La mayor parte del dióxido de carbono que hay en la atmósfera proviene de las reacciones biológicas que tienen lugar en la tierra. La retención de carbono se produce cuando el carbono de la atmósfera es absorbido y almacenado en el suelo. Esta es una función importante, porque cuanto más carbono se almacena en el suelo, menos dióxido de carbono habrá en la atmósfera contribuyendo al cambio climático.

*La Contaminación del suelo*, es la adición de productos químicos o materiales al suelo que tienen un efecto adverso significativo sobre cualquier organismo o en las funciones del suelo. Un contaminante puede ser definido como cualquier químico o material fuera de lugar, o presente en concentraciones más altas que las normales.

*La Compactación del suelo*, indica el incremento en la densidad y disminución de macro porosidad en el suelo, que resulta de la aplicación de presión a la superficie del mismo. La compactación impide las funciones de ambos, el suelo superficial y subsuelo, e impiden la penetración de las raíces y el intercambio de agua y gases.

La **biodiversidad del suelo**, es vulnerable a muchas perturbaciones humanas, incluyendo el uso de la tierra y el cambio climático, el enriquecimiento de nitrógeno, la contaminación del suelo, las especies invasoras y el sellado del suelo. Un reciente análisis de sensibilidad reveló, que el incremento de la intensidad de uso de la tierra está asociada a la pérdida de materia orgánica del suelo, está ejerciendo la mayor presión sobre la diversidad del suelo disminuye como resultado de la conversión de tierras naturales a la agricultura y de la intensificación agrícola. En particular, los estudios muestran que los animales más grandes del suelo, como lombrices, ácaros, colémbolos, y los hongos del suelo, son especialmente vulnerable a uso intensivo de la tierra.

(FAO, 2016).

El uso a gran escala de pesticida puede tener efectos directos e indirectos sobre la biodiversidad del suelo. Con la intensificación de la agricultura, el uso de pesticida se ha incrementado a escala global. El efecto depende de una variedad de factores que incluyen la composición química, las cantidades aplicada, la capacidad de amortiguación del suelo, los organismos del suelo en cuestión y la escala de tiempo.

### **3.4. Indicadores de la calidad de suelo**

Todo tipo de vida depende de la calidad del suelo para su supervivencia, por ende la protección de este recurso natural es prioritaria a nivel mundial, es necesario contar con indicadores que permitan evaluar su calidad. El desarrollo de tales indicadores debe hacerse con base a las funciones del suelo que se evalúan, considerando aquellas propiedades edáficas sensibles a los cambios de uso del suelo (Bautista, *et al.*, 2004).

La calidad de suelo, desde un punto de vista agronómico, es la capacidad que tiene el mismo para funcionar efectivamente, tanto en el presente como en el futuro (Campetelli et al., 2010). Puede ser medida a través de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, conocidas como indicadores de calidad de suelo.

La calidad del suelo se puede definir como el estado de un suelo con relación a un estándar o patrón o en términos de grado de excelencia. Esto se expresa como una función de atributos de la calidad del suelo. Por eso la calidad del suelo es multidimensional, un vector o superficie antes que un simple punto o valor, porque es la contribución colectiva de todos los valores

de los atributos la que determina la magnitud de la calidad del suelo (Doran y Parkin, 1994 citados por Burbano, et. al., 2005)

Un sistema de manejo es sostenible solo cuando la calidad del suelo se mantiene o mejora, entonces una evaluación cuantitativa de los cambios en la calidad de este da una medida de manejo sostenible.

Un indicador es una variable que resume o simplifica información relevante haciendo que un fenómeno o con condición de interés se haga perceptible y que cuantificar, mide y comunica, en forma comprensible, información relevante.

En la actualidad existen intereses en identificar indicadores de calidad del suelo que logren:

- a) integrar procesos y propiedades físicas, químicas y biológicas,
- b) ser aplicados bajo diferentes condiciones de campos,
- c) complementar bases de datos ya existentes o datos fácilmente medibles y
- d) responder a cambios en el uso de suelo, a prácticas de manejo y a factores climáticos o humanos (Campetelli et al., 2010).

#### **3.4.1. Indicadores físicos**

Reyes (2013) refiere que la calidad del suelo puede ser descrita por algunos indicadores físicos como densidad aparente, infiltración, porosidad, estructura, características de los agregados, otros; que influyen sobre diversos fenómenos como: el transporte de agua, nutrientes y aires, así como en la estimulación de procesos realizados por los microorganismos e invertebrados del suelo. Adicionalmente regula la emergencia de las plántulas, la penetración de las raíces e influyen en los procesos de erosión.

#### **3.4.2. Indicadores Químicos**

Los indicadores químicos se refieren a condiciones de este tipo que afectan las relaciones suelo-planta, calidad del agua, la capacidad amortiguadora del suelo, la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas y microorganismos. Algunos indicadores son: disponibilidad de nutrientes, carbono orgánico total, pH, conductividad eléctrica, capacidad de adsorción de fosfatos, capacidad de intercambio de cationes, cambios en la materia orgánica, nitrógeno total y nitrógeno mineralizable (Bautista, *et al.*, 2004).

### **3.4.3. Indicadores biológicos**

La evaluación de las propiedades biológica del suelo, se relaciona estrechamente con la descomposición derivada de los residuos vegetales y animales, así como el reciclaje de nutrientes (Navarrete et al.2011).

En el suelo viven una serie de organismos; entre los organismos vegetales y animales o fauna edáfica que ejercen una función importante con respecto a los ciclos de los nutrientes.

Estos organismos también afectan la evolución de los suelos participando de la mezcla de partículas orgánicas y minerales, en la formación de poros y agregados por la materia fecal, por estas razones los organismos son considerados un factor formador del suelo (Reyes 2013).

Se opina que, en el pasado, solo se confió en las propiedades físicas y químicas como indicadoras de la calidad del suelo, dejando de lado los predictores biológicos y ecológicos más confiable y dinámicos. Los microorganismos y los invertebrados se consideran como indicadores de la calidad del suelo porque juegan un papel clave en la descomposición de la materia orgánica y la circulación de los nutrientes, además su diversidad, número y funciones son sensibles al estrés y cambios ambientales en las propiedades del suelo asociados con labranza, aplicación de fertilizantes y plaguicidas, talas y otras actividades perturbadoras ejecutadas en el sistema de manejo del cultivo (Feijoo, et al., 1998).

Estudios aseguran que los macroinvertebrados del suelo son parte de un recurso natural que puede manejarse para ayudar a la sostenibilidad de los ecosistemas. Entre ellos tenemos a Lavalle (1994), el cual afirma que estos desempeñan un papel clave en los procesos que determinan la fertilidad y la estructura física del suelo, regulando así características de disponibilidad de nutrientes de las plantas.

Donde la composición y abundancia de las comunidades de macroinvertebrados son muy sensible a las diferentes prácticas de manejo del suelo. Por lo que se consideran los estudios, como valioso indicadores de los procesos de degradación que tiene lugar en los suelos, debido a que las prácticas de manejo son la principal fuente de estrés y perturbación que provoca cambios en la estructura y función de las comunidades.

Siendo los macroinvertebrados, los que se pueden constituir en indicadores de la calidad de los suelos, dado que juegan un papel vital en los procesos de reciclaje de nutrientes, además su diversidad, números y funciones son sensibles al cambio ambiental en las condiciones del suelo, asociadas con actividades propias en los ecosistemas.

La integración, descomposición y liberación de nutrientes, desde los residuos vegetales y animales, es quizás unos de los más documentados procesos que están influidos por la fauna del suelo. Tanto los organismos, como los procesos y los productos han sido usados para indicar la calidad del suelo.

### **3.5. Relación entre macro invertebrados, calidad y salud del suelo.**

La macrofauna puede modificar las propiedades físicas del suelo a través de la creación de tres tipos de estructura: nidos y cámaras, heces (turriculos), poros y galerías. Las heces de lombrices y de termitas son agregados compactos y estables, consecuencia de la incorporación al suelo de materia orgánica y de mucus intestinales, así que la acción de la macrofauna del suelo participa fuertemente a la calidad y salud del suelo.

En condiciones naturales existe una regulación con pequeñas especie de invertebrados que rompen los agregados grandes, y no permiten su acumulación y el consecuente riesgo de compactación que puede ocurrir en sitios disturbados donde la diversidad de la fauna ha sido demasiado diezmada (Decaens et al, 1998).

Los macro invertebrados son los organismos más ampliamente usados como bioindicadores en la actualidad por diversas circunstancias (Resh, 2008), entre las que destacamos (tomando de Bonada et al., 2006):

- a) Tener una amplia distribución (geográfica y en diferentes tipos de ambientes).
- b) Una gran riqueza de especie con gran diversidad de respuesta a los gradientes ambientales.
- c) En algunas especies tener el ciclo de vida largo porque integra los efectos de la contaminación.
- d) Una taxonomía en general bien conocida a nivel de familia y género.

Por otra parte, se ha discutido mucho sobre el nivel taxonómico más adecuado para el estudio de bioindicación, si bien es cierto que el nivel preferible sería el de especie, la taxonomía de

ciertos grupos hace el trabajo prácticamente inviable en muchos países en gran parte por el coste económico que ellos comporta (en forma de tiempo para el examen de muestras).

Especialmente en los dípteros (y muy particularmente los quironomidos) el trabajo de preparación e identificación, incluso a nivel de género, comporta un tiempo que hace su estudio económicamente muy costoso (Putin, 2007).

Según la diversidad de especies animales que conforman el suelo y teniendo en cuenta su tamaño se dividen en micro y macrofauna. En el suelo viven pequeños mamíferos, insectos, miriápodos, babosas y caracoles, ácaros, arañas y lombrices de tierras como grupos más característico según Gandullo (1990), dentro de estos grupos tenemos los siguientes aspectos:

- Mejoran la estructura o agregación del suelo a causa de sus movimientos en el mismo (como los organismos cavadores) y de la cantidad de materia orgánica que incorporen.
- Aquellos que son predadores (herbívoros o carnívoros) ejercen nula influencia directa sobre la demolición de los restos orgánicos, pero como muchos son saprofitos y se alimentan de vegetales más o menos descompuestos, inician un proceso de degradación de los residuos.

### **3.6. Macro-fauna del suelo.**

Zerbino, (2010), afirma que los macro invertebrados que habitan en el suelo son actores importante en los procesos edáficos. La fauna edáfica comprende a organismo con tamaños y estrategias adaptativas diferentes. Los de mayor tamaño, constituye la macrofauna (ancho del cuerpo mayor a 2 mm), que se destaca porque directa o indirectamente afectan las propiedades del suelo.

La macrofauna opera en muchas escala de tiempo y espacio e incluyen invertebrados bastantes grandes con diversas estrategias adaptativas que le permite romper, transportar y mezclar el suelo y crear estructuras específicas para sus movimientos y actividades (construcción de galerías, nidos sitios de alimentación, compartimientos).

Estas características, les han permitido ser definidos como los ingenieros del ecosistema. En todos los suelos no se presenta la misma cantidad y tipo de fauna. Esta depende de las

condiciones ambientales en las cuales se encuentra el suelo, así como de algunas propiedades de este y de su manejo.

Los macro invertebrados edáficos se constituyen uno de los factores formadores del suelo, interviniendo en los ciclos de los nutrientes, en la regulación de la dinámica de la materia orgánica, secuestro de carbono en la regulación de gases de invernadero y a su vez modifican su estructura (Bonilla, Gómez y Sánchez 2002).

Sin embargo, todos los beneficios se van disminuidos por la aplicación de prácticas inadecuadas que son generados por esquemas tradicionales de monocultivos, el uso de implementos inapropiados y los excesivo números de laboreo para preparar el suelo, sin tener en cuenta prácticas de conservación, lo cual acelera proceso de erosión y degradaciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas.

Los organismos pueden ser vistos como entes primariamente responsables del mantenimiento de la calidad del suelo y por lo tanto, el funcionamiento de los mismos puede servir como un marcador biológico sensible para la comprensión de un sistema dado. Los cambios en la poblaciones de organismo proveen evidencias anticipadas de los cambios de los cambios en la calidad del suelo (Cheveli et al., 2006).

La reducción excesiva de la biodiversidad del suelo, en especial la pérdida de especies claves o especies con funciones únicas, puede tener efectos ecológicos en cascada, al conducir a un deterioro a largo plazo de la fertilidad del suelo y la pérdida de la capacidad productiva agrícola. El número de especies la composición y la diversidad del suelo dependen de muchos factores, incluyendo la radiación, la temperatura, la acidez, la humedad, el contenido de nutrientes y el sustrato orgánico. Sin embargo el número y tipos de organismos, varía de un sistema a otro al estar fuertemente influencia por las prácticas de gestión del suelo (FAO, 2004).

Estos organismos, son los responsables de la acumulación y descomposición de la materia orgánica de los suelos afectando a todas las transformaciones de dicha materia orgánica, los nutrientes y de algunas de las fracciones minerales de los mismos, como sales y arcillas. Así mismo realizan varias funciones como la de acelera el proceso de transformación e

incorporación de los residuos vegetales y animales aumentando la superficie de contacto sobre la que actuaran los microorganismos.

A partir de su función en el suelo, de su forma de vida y de su fuente de alimentación o hábito alimentario, la macrofauna se puede dividir en distintos grupos funcionales, entre ellos los detritívoros, los herbívoros y los depredadores, y con una repercusión especial en la evolución y productividad del suelo se pueden señalar al grupo que contribuyen a la formación de estructura física de suelo.

Actúan como agentes determinantes en la fertilidad del suelo y, por ende, en el funcionamiento global del sistema edáfico. Esta fauna puede ser afectada por diferentes usos y manejos de la tierra. Debido a su susceptibilidad y rápida respuesta ante los cambios en la cobertura, la transformación de la vegetación, el comportamiento ante distintas variables ambientales y la actividad ecológica que desempeñan, muchos autores proponen su uso como indicadores de calidad o alteración ambiental (Lavelle et al., 2003).

### **3.7. Microfauna.**

Son los más pequeños de la fauna del suelo y son menos a 0.2mm y mayores a 2mm por lo tanto se necesita un microscopio para ser visto. Las dos criaturas del suelo más importantes son los nematodos y protozoos. Los nematodos se producen ampliamente en el suelo, especialmente en el suelo arenoso. Dependen de una fina película de agua alrededor de las partículas para su movimiento.

Algunas especies son parásitos y pueden ser un problema para los cultivos agrícolas. Los protozoos son pequeños y variables en su forma. Son grandes consumidores de bacterias. Están bien adaptados a la vida en el suelo, ya que deslizarse sobre superficies lo hacen relativamente fácil, se alimentan de las partículas del suelo, las raíces y las partículas delgadas del agua en el suelo.

Generalmente se alimentan de la microflora, pero también pueden ser depredadores o consumidores de las raíces, como los nematodos fitoparásitos, algunos de los cuales pueden causar graves plagas. También abundan depredadores, protozoos que se alimentan de otros elementos de la Microfauna, e incluso de la Mesofauna, como lo hacen los nematodos entomófagos.

Los protozoarios son las formas más pequeñas de vida animal. La mayor parte de ellos se alimentan principalmente de bacterias, por lo que en general, tenderán a limitar la proliferación de esta. Por otra parte, ciertas bacterias actúan más intensamente en la presencia de determinados protozoarios.

De los nematodos, muchos se alimentan de materia orgánica en descomposición, de elementos de la microflora del suelo y posiblemente de protozoarios. Varios son depredadores de otros elementos de la fauna del suelo, incluyendo otros nematodos.

### **3.8. Característica morfológicas y funcionales de los principales taxonómico se los macroinvertebrados edáficos.**

#### ***3.9.1. Lombrices***

Las lombrices de tierra pertenecen al filo de los Anélidos, clase Oligoqueta, familia lumbricidae. Las lombrices acostumbran a vivir en donde la tierra es fresca y húmeda es por eso que hay temporadas en el año donde las lombrices se duplican y unas en las que disminuyen, principalmente en temporadas secas.

Las lombrices de tierra son los organismos más importantes del suelo, especialmente en ecosistemas productivos, debido a su influencia en la descomposición de la materia orgánica, desarrollo de la estructura del suelo y el ciclo de nutrientes.

Las lombrices de tierra promueven la actividad de los microorganismos mediante la fragmentación de la materia orgánica y el aumento del área accesible a los hongos y las bacterias.

Además estimulan el crecimiento extensivo de las raíces en el subsuelo debido a la mayor disponibilidad de nitrógeno en los túneles (hasta cuatro veces más que el nitrógeno total en la capa superior del suelo) y a la fácil penetración de las raíces por los canales existentes (FAO 2010).

El efecto de las lombrices sobre la estructura del suelo resulta de la acción neta de su alimentación y la actividad de las madrigueras. Ellas ingieren partículas del suelo y materia orgánica, la mezcla de los desechos de estas dos fracciones constituyente las excreta o lo que se llama coprolitos.

Una vez expulsado el suelo en forma de coprolitos puede ser erosionado debido al impacto de la lluvia o puede formar agregados sólidos estables a través de una variedad de mecanismo de estabilización.

Las lombrices generalmente promueven la aireación y porosidad a través de la formación de madrigueras y al incrementar la proporción de grandes agregados en el suelo, y sus efectos son especialmente importantes en suelo con estructura pobre. Al aumentar la tasa de infiltración de agua, las lombrices pueden educir la pérdida de suelo.

### **3.9.2. Hormigas.**

Las hormigas pertenecen a la familia Formicidae. Viven en sociedad-habitan el suelo o bajo de piedras, en ramas secas o en cualquier estructura hueca que le ofrezca el ambiente para formas nidos, donde conviven y laboran en grupos familiares, por los que son llamados insectos sociables.

Por lo regular-en un nido de hormiga se pueden observar las diferentes etapas de su desarrollo: huevo, larvas, pupas y adultos. La importancia de las hormigas en los ecosistemas, se debe a su aporte en el detrimento o beneficio de diferentes organismos, en la remoción de diferentes sustratos y en la acumulación de nutriente en ciertos puntos del ambiente, que propicia el crecimiento de determinadas especies de plantas.

En forma natural las hormigas se alimentan de un sinfín de recursos, con ellos participan de manera muy activa en los flujos de nutrientes. Existen especies que solo consumen un tipo de alimentos, de insectos muy diminutivos que viven en las hojarasca, otros grupos son depredadores que regulan la población de sus presas (Caicedo y Sánchez 2011).

### **3.9.3. Escarabajos.**

Se caracterizan por tener el primer par de alas muy endurecido que forman un estuche protector para las alas membranosas y las partes blandas del dorso del abdomen. Su forma varía de acuerdo con su sexo y el grupo al cual pertenecen. En general el cuerpo tienes tres regiones: la cabeza, el tórax y el abdomen. La cabeza es pequeña tiene un par de mandíbula y un par de maxilas como apéndices masticadores que sirven para comer. Un par de antenas, y un par de ojos compuestos.

#### **3.9.4. Ácaros.**

Los ácaros pertenecen a la clase Arachnida, sub clase Acari. Pueden medir desde unas cuantas micras hasta varios milímetros de largo. Comprenden una gran diversidad de grupos que se clasifican por sus hábitos alimenticios, por su hábitat o por sus relaciones tróficas o de comportamiento.

Los ácaros presentan un cuerpo ovalado o redondeado, con cuatro pares de patas articuladas; su cuerpo pueden presentar diferentes patrones de coloración y una gran diversidad de sedas o pelos modificados. Los ácaros ocupan prácticamente todos los ambientes, en el suelo según su forma alimentación, los clasifican de la siguiente manera:

#### **3.9.5. Depredadores.**

Viven en la superficie exterior del suelo o en musgos, humus y excrementos de los animales. Se alimentan sobre todo de otros pequeños artrópodos y nematodos. Normalmente tienen patas largas, escudos dorsales bien desarrollados y son de movimientos rápidos.

#### **3.9.6. Ácaros fitófagos.**

Son subterráneos, se alimentan de raíces o bulbos, perforando las células y absorbiendo el contenido, o triturando el tejido con los quelíceros. Se trata de ácaros pocos esclerotizados, de patas cortas y movimientos lentos.

#### **3.9.7. Ácaros saprófagos.**

Desempeñan un papel importantísimo en la descomposición de la materia orgánica y en el reciclaje de nutrientes. Existen tres categorías de ácaros saprófagos que cubren la mayor parte de la materia orgánica:

1. Los macro fitófagos que se alimentan de materia vegetal muerta y madera.
2. Los macro fitófagos lo hacen de hongos, bacterias y algas.
3. Los panfitófagos que no muestran una especialización clara.

### **3.9.8. Arañas y pseudoescorpiones.**

Las arañas constituyen unos de los grupos de artrópodos terrestre más comunes, pertenecen al orden Araneae tienen el cuerpo dividido en dos regiones: el cefalotórax y el abdomen. En la región del cefalotórax se ubican de dos a cuatro pares de ojos, un par de quelíceros, un par de pedipalpos, usadas para capturar y dar muerte a sus presas y cuatro pares de patas. El abdomen es liso, no segmentado y generalmente de forma globosa.

Los pseudoescorpiones son arácnidos terrestres de pequeños tamaños (1-7 mm). Son parecidos a escorpiones, pero carecen de la glándula venenosa. Se los suele encontrar agrupados o aislados, bajo las cortezas de troncos, ramas, hojarasca, bajo piedras, sobre musgo y en el suelo. Debido a su pequeño tamaño y sus hábitos ocultos nos son fáciles de observar.

Las arañas y pseudoescorpiones son depredadores y las principales presas son los insectos, tales como las larvas de moscas, escarabajos adultos y en estado larval, polillas pequeñas, así como cochinillas y termitas. Habitan en las hojarascas y en las grietas de las superficies del suelo, bajo piedras, cortezas de troncos; y pueden vivir en los nidos de termitas y hormigas, sobre todos de los falsos escorpiones. Las arañas producen seda, llamadas telaraña y algunas la usan para cazar a su presa, otras arañas son cazadoras activas. Las arañas pueden indicar la calidad del hábitat ya que requieren de recursos alimenticios y de refugio disponible en el ecosistema.

### **3.9.9. Chilopoda.**

Los ciempiés o Chilopoda, son átrópodos terrestres pertenecientes al *Subphylum Myriapoda*; se caracterizan por poseer un cuerpo comprimido dorsoventralmente, que mide en promedio entre 1-10 cm, y que se divide en cabeza, tronco multisegmentado y un segmento terminal. El último par de patas está generalmente modificado; su función puede ser locomotora, sensorial o para sujetar. La cabeza posee un par de antenas casi siempre alargadas. Los ciempiés son depredadores generalista, mantienen limitadas las poblaciones de muchos otros artrópodos epigeos, algunos de los cuales tienen el potencial de convertirse en plagas para el hombre o de afectar a otras especies.

### **3.9.10. Babosas y caracoles: *Phylum Mollusca, Clase Gastropoda***

Las babosas y los caracoles presentan una cabeza diferenciada, con tentáculos en cuyos extremos se encuentran los ojos, y un pie musculoso en contacto con el suelo que les sirve para la locomoción. A diferencia de los caracoles, las babosas no tienen concha y el cuerpo es húmedo, envuelto en una sustancia gelatinosa que segregan y ayuda en el movimiento. Los caracoles tienen el cuerpo cubierto con una concha rica en carbonato de calcio, de forma oval o cónica. En esta concha se recoge el animal y le sirve de protección contra los depredadores y la desecación.

Las babosas y la mayoría de los caracoles viven entre la hojarasca y son detritívoros que se alimentan de materia orgánica. No obstante, las babosas pueden consumir material vegetal vivo y dañar en ocasiones los cultivos. Algunos caracoles son carnívoros y actúan como depredadores de otros invertebrados del suelo. Los caracoles y las babosas prefieren hábitats que proporcionen refugio y humedad adecuada y necesaria para la realización de procesos como la alimentación, la reproducción y la locomoción.

### **3.9.11. Colémbolos.**

Los colémbolos constituyen un orden de artrópodos que reciben su nombre de un apéndice retráctil (furcula o furca) con el cual pueden propulsarse muchas veces el largo de su cuerpo, que no suele superar los 5mm. Sobre la cabeza se alzan dos antenas segmentada, el aparato bucal es tipo masticador en la mayoría de los casos, la cabeza tiene una especie de canal que sigue por el tórax hasta alcanzar el primer extremo abdominal, en el tórax existe un par de patas por cada segmento. El abdomen presenta seis segmentos. Los colémbolos contribuye a la formación del suelo ya que extraen materiales y en su proceso de digestión los transforman en materiales disponibles para el suelo.

### **3.9.12. Diplopodos.**

Su cuerpo está conformado por la cabeza y el tronco compuesto de un número variables de segmentos. En particular, el cuerpo de los diplopodos, en una vista transversal, es circular, dorsalmente plano, en forma de una cúpula con el vientre plano o completamente plano. Poseen dos pares de patas en cada uno de los diplo-segmentos de los que se compone el

tronco del cuerpo. La gran mayoría de las especies de diplopodos viven en el suelo y tienen la facilidad de excavar. Por ello, la influencia de estos organismos en el suelo es de tipo física y química, puesto que al perforar el suelo rompen los niveles superiores y alteran la naturaleza física del mismo, incrementan la porosidad, la capacidad de retención de agua e influyen en los procesos de transporte de nutrientes. Son organismos fragmentadores y consumidores de materia vegetal en descomposición, la cual modifican mediante la digestión. Posteriormente, con la deposición de sus heces liberan componentes nitrogenados, estimulando la acción de las bacterias responsables de hasta el 90% del trabajo químico durante los procesos de descomposición del material vegetal. Es indudable la importancia de estos organismos en los distintos ecosistemas donde habitan, por lo que actualmente son considerados como ingenieros del ecosistema junto con hormigas, coleópteros, termitas y lombrices de tierra. (Curpul y Bueno 2015)

### **Gestión sostenible del suelo.**

“La gestión de suelos es sostenible si se mantienen o mejoran los servicios de apoyo, suministro, regulación y culturales que proporcionan los suelos sin afectar significativamente a las funciones del suelo que hacen posibles esos servicios ni a la biodiversidad. Es materia de especial preocupación el equilibrio entre los servicios de apoyo y suministro para la producción vegetal y los servicios reguladores que el suelo proporciona para la calidad y disponibilidad del agua y para la composición de los gases atmosféricos de efecto invernadero.”.

Los suelos tienen diversas propiedades químicas, físicas o biológicas. En consecuencia, difieren en cuanto a su respuesta a las prácticas de gestión, su capacidad inherente de prestar servicios ecosistémicos, así como su resiliencia a las perturbaciones y la vulnerabilidad a la degradación. En el informe de El estado de los recursos de suelos en el mundo se determinan las 10 principales amenazas que entorpecen la consecución de la GSS. En concreto: la erosión causada por el agua y el viento, la pérdida del carbono orgánico, el desequilibrio de nutrientes, la salinización, la contaminación, la acidificación, la pérdida de biodiversidad, el sellado, la compactación y el anegamiento del suelo. Las diferentes amenazas varían en cuanto a la intensidad y las tendencias, dependiendo de los contextos geográficos, aunque todas ellas han de abordarse para lograr la GSS (FAO, 2017)

***Incrementar el contenido de materia orgánica del suelo.***

La materia orgánica del suelo desempeña una función esencial en el mantenimiento de las funciones del suelo y la prevención de la degradación del mismo. Los suelos constituyen el mayor reservorio de carbono orgánico en la Tierra y son fundamentales para la regulación del clima y la mitigación del cambio climático al compensar la emisión de gases de efecto invernadero y la fijación de carbono. Por esta razón, la materia orgánica del suelo es un elemento estratégico para la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos; deberían estabilizarse o incrementarse las reservas mundiales de materia orgánica del suelo. Una pérdida de carbono orgánico del suelo (COS) debido al uso inapropiado de la tierra o a la adopción de malas prácticas de gestión de los suelos o cultivos puede menoscabar la calidad y la estructura del suelo e incrementar su erosión; puede generar también emisiones de carbono en la atmósfera. Por otra parte, una gestión adecuada de tierras y suelos puede incrementar el COS y mejorar la calidad del suelo, lo que puede mitigar parcialmente el aumento del CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

## **IV. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1. Área de estudio**

La Estación Biológica “Francisco Guzmán Pasos” se ubica aproximadamente a unos 11 km al oeste de la ciudad de Juigalpa, en la meseta de Hato Grande, en la comarca San Miguelito del municipio de Juigalpa, ubicado en la cuenca del Lago de Nicaragua a los 12006´ latitud norte y 85022´ longitud oeste, en la porción central del departamento de Chontales. Su altitud promedio es de 116.85msnm, con una extensión de 144mz.

La principal actividad económica de la comarca San Miguelito, la ganadería como actividad productiva. La agricultura ha sido una actividad de carácter secundario en relación con la ganadería. La agricultura, en algunos casos es para el auto consumo la actividad en la parte baja es meramente a la producción agrícola (actividades con ganadería menor y mayor), así como las actividades de las parcelas experimentales por parte de los alumnos.

En la parte media existen asociaciones de algunos cultivos de forrajes con algunos árboles nativos, cabe mencionar que en esta parte hay plantaciones de musáceas como parte de la producción, de la estación biológica.

Y dentro de la parte alta se encuentra el bosque secundario, cuya área se ocupan de dar seguimiento, haciendo estudios de reconocimientos de cada uno de árboles para clasificar.

### **4.2. Tipo de estudio**

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren. (Hernández, Fernández , & Baptista , 2014). Este estudio describe la diversidad de diferentes especies de macrofauna.

#### **4.2.1. Identificación de unidades de muestreo**

Las muestras obtenidas desde los tres sistemas: la parte baja, media y alta fueron heterogéneas en los siguientes aspectos: el nivel de pendiente, material parental, uso de cada área, cobertura del sitio, manejo y edad de cultivos en la parte baja y media coincidencia con las unidades fisionómicas previamente establecidas en la caracterización de muestreos.

Estas áreas seleccionadas fueron elegidas, para un estudio de biodiversidad del suelo lo cual cada área presenta distinto contorno y diferentes actividades productivas como:

**Tabla N°. 1:** *Identificación de unidades de muestreo*

<b>Unidad fisionómica</b>	<b>Descripción</b>
Zona baja	<p>Uso Actual: El uso actual de esta zona es productiva, posee la infraestructura de los principales rubros de producción (ganadería mayor y menor) y las diferentes áreas como Aula Pedagógica, caseta de vigilancia, vivero, estación meteorológica.</p> <p>Se caracteriza por tener poca cobertura vegetal pero destacan las especies de árboles multifuncionales establecidos en barreras vivas y crecimiento natural jícaro, Guanacaste, guácimo, nancite, jiñocuabo, guayabo, jocote, chilamate, madero negro, caraño, cambron.</p> <p>Banco de proteína de madero negro. Pasto anglenton, Gamba, Mulato, Mombaza, Marandú (El pasto es establecido con sistema silvopastoril)</p> <p>Área de frutales: coco, limón, aguacate, paste, naranja, granadilla.</p>
Zona Media	<p>Uso Actual: Área en regeneración, con árboles dispersos de: laurel, madero negro, níspero, caoba, quebracho, Brasil, panamá, jenízaro, limón.</p> <p>Pequeñas manchas de jaragua y gamba</p> <p>Área para siembra de granos básicos: sorgo, maíz, nillo, nillón, frijoles, ayote, pipian.</p> <p>División de 2 áreas para establecimiento de pasto Taiwan. Arboles dispersos de mango, madroño, laurel, nancite, sincoya, caoba, granadillo, coyol.</p>
Zona Alta	<p>Dimensión: 42ha Altura: 515-313-248msnm Pendiente:</p> <p>Uso Actual: El registro indica que existen 38 especies de árboles maderables, frutales y energéticos que albergan la biodiversidad de plantas y animales. El bosque se considera en crecimiento, tanto vertical como horizontal, ya que presenta diámetros promedios de 23cm y no superan los 15m de altura, aparte que la especie poro poro se considera una especie colonizadora lo que indica que el bosque va creciendo en extensión. Presenta una estructura vertical de 4 estratos: suprimido, intermedio, codominante y dominante.</p> <p>En la parte más alta, hay un bosque maduro, el cual necesita ser estudiado. El manejo forestal en esta área, ha servido para hacer las clases de Forestería con el levantamiento de datos y practicas Silviculturales como: manejo adecuado de los residuos de las podas sanitarias para evitar incendios, utilización de árboles caídos por afectación de vientos fuertes para reparación de infraestructura propia de la estación (la corta de árboles para usos mayores, se ha gestionado de manera legal con INAFOR), todo ello con asesoría de los delegados de INAFOR y el criterio técnico de los docentes.</p>

Fuente: Diagnostico Suelos de la Estación Biológica

#### 4.2.2. Variables

Las variables estudiadas en esta investigación son:

Clasificación taxonómica de macrofauna a nivel de órdenes.

Numero de especie y cantidad total de cada individuo por estrato.

Riqueza

Abundancia

Biodiversidad

Biomasa

Biodiversidad, es la biología de la vida, concepto donde viven desde plantas y animales y microorganismo, que viven en espacio determinado a su variable genética y a los ecosistema.

**Índice se Shannon-Wiener (H)** mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno, 2001). Asume que los individuos seleccionados al azar y que todas la especies están representada en la muestra.

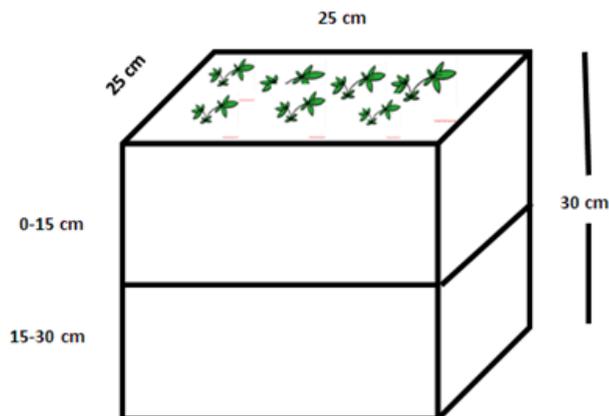
$$H' = \sum p_i^2$$

#### 4.3. Metodología

Para la realización del muestreo se utilizó la metodología TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility), descrito por (Ardenison J; Ingram J, 1994):

Se abarco en tres áreas seleccionadas como son la parte alta, media y baja donde se colectaron las muestras de los macroinvertebrados, que estuviesen bajo una buena cantidad de hojarasca para encontrar macroinvertebrados; el monolito extraído mide 25 cm x 25 cm, con una profundidad de 10cm a 30cm cuyas sub-muestras son 7 separadas a 7 m de distancia, en cada una de las áreas seleccionadas durante la época seca.

**Figura N°. 1:** Esquema del monolito utilizado para la extracción de macroinvertebrados.



Se ocuparon diferentes materiales como: pala, machetes, sacos y barras donde fueron facilitadas por la administración de la finca de la Estación Biológica.

También se ocuparon otros tipos de materiales, como fue el alcohol al 70%, vasos de muestras, tal como es el pesaje del espécimen se ocupó la pesa en gramos, para sacar el porcentaje de biomasa.

Los especímenes fueron identificados utilizando la guía, “Manuales de Identificaron de Insectos Arañas y otros Artrópodos Terrestre” se tomaron fotografías para lo cual se diseñó un estudio portátil, se utilizó cámara fotográfica Nikon L820 y el microscopio portátil.

Ya una vez identificados y procesados, se ingresó los datos en una tabla de recolección de datos que se encuentran en anexo N 1.

### **Análisis de los datos**

Para el análisis de los datos recolectados, todos han sido procesados en el programa Microsoft Office Excel 2013.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio de suelo en la actualidad es de vital importancia para el cuidado y conservación de los medios de vida, especialmente vinculado a la producción agropecuaria los cuales sufren un completo desgaste de dicho sistema, en ese sentido las funciones de los ecosistemas de los macroinvertebrados del suelo tienden a ser los principales afectados.

En esta investigación se estudió la fauna edáfica como indicador de la calidad del suelo entre los tres diferentes usos de suelo: Agrícola definido como la zona baja (ZB), Pecuario ubicado en la zona media (ZM) y Bosque que es la zona alta con condición de regeneración natural (ZA).

Los suelos de la estación biológica se consideran de buenos, malos o regular para las áreas que se desean producir, cabe recalcar que en su mayoría se ocupan para que los estudiantes realicen experimentos según el criterio sea necesario.

En la Estación Biológica se encontraron 15 órdenes de macrofauna, identificando 15 familias, con una totalidad de individuos, de las cuales la familia *Formicidae* y *Acari*, son las más representativas a nivel de las tres áreas seleccionadas.

Ya que las hormigas de la familia *Formicidae* son unas de las principales para la función de los ecosistemas ya que estas, dispersan semillas lo que permiten tener nuevas áreas de plantas o arboles ya que estas las transportan. También ayudan a la polinización y esto permite la reproducción vegetal. (Verde, 2019)

Los ácaros en este caso las garrapatas dura de *Amblyomma Americanum* estas viven en la superficie del suelo, a pesar de su tamaño tienen una importancia considerable ya que existiendo tanto en los aspectos benéficos como perjudiciales.

Desde el punto económico muchas especies de ácaros pueden llegar a constituir verdaderas plagas en los cultivos que se alimenta de frutos, flores y hojas, también pueden afectar a bulbos y raíces. Desde el punto de vista veterinario su importancia, ya que se les consideran parasitoides (Navarra, 2001).

Como se puede observar en la tabla N°.2 el total de especies encontrada en la Estación Biológica, de acuerdo a su orden y familia.

Macrofauna edáfica como indicadores en los tres diferentes usos de suelo (agrícola, pecuario, bosque) en la Estación Biológica Francisco Guzmán Pasos UNAN-FAREM-Chontales, 2019.

**Tabla N°:2: Identificación de especie.**

Orden	Familia	ZB	ZM	ZA	Total
<i>Acarai</i>	<i>Ixodidae</i>	10	0	0	10
<i>Araneae</i>	<i>Scytodidae</i>	1	3	0	4
<i>Blatodea</i>	<i>Blattidae</i>	6	2	2	10
<i>Coloptera</i>	<i>Gyrinidae</i>	3	5	3	11
<i>Hemiptera</i>	<i>Anthocoridae</i>	1	9	8	18
<i>Isoptera</i>	<i>Rhinotermitidae</i>	5	0	4	9
<i>Orthoptera</i>	<i>Tetrigidae</i>	1	1	1	3
<i>Diplopodos</i>	<i>Mariapodos</i>	0	1	2	3
<i>Julida</i>	<i>Julidae</i>	0	1	6	7
<i>Opiliones</i>	<i>Comestidae</i>	0	6	1	7
<i>Scolopendrida</i>	<i>Scolopendridae</i>	0	2	2	4
<i>Collembola</i>	<i>Onychiuridae</i>	0	0	8	8
<i>Geophilida</i>	<i>Geophilidae</i>	0	0	1	1
<i>Crassicitellata</i>	<i>Lumbricidae</i>	0	0	4	4
<i>Hymenoptera</i>	<i>Formicidae</i>	14	13	4	31

Para conocer un poco más a cerca de este tema y en términos sencillos se diseñó un folleto ilustrado para motivar al cuidado de la macrofauna del suelo, para que las personas y en especial los productores se concienticen sobre el tema. (Ver Anexo No. III)

**Figura No. 1: Folleto de concientización**



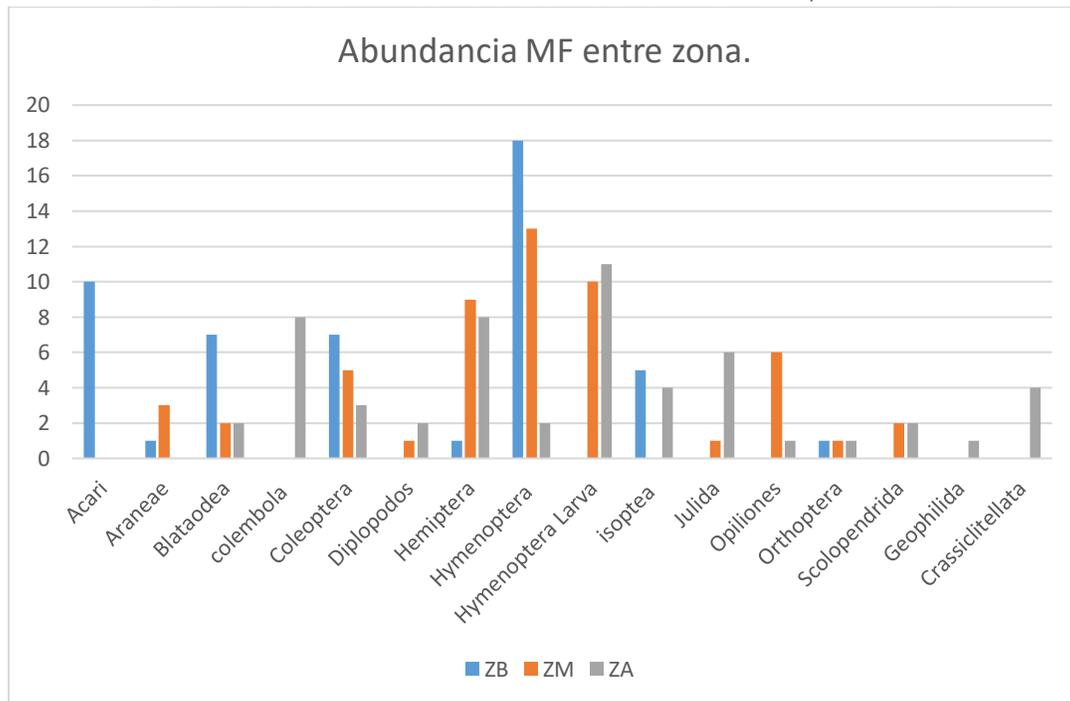
1

Los sistemas productivos de la Estación Biológica son productivos experimentales, no se explotan el agrosistema en su totalidad ya que su manejo es de bajo impacto y cabe recalcar que la zona del bosque es prácticamente inalterada.

Para conocer la abundancia de macroinvertebrados del suelo se tomó las muestras en lugares donde hubiera hojarasca, el periodo muestra fue durante el periodo seco; al respecto Lavelle *et al.* (1992) informa que en ambientes tropicales 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.

Asunto que se pudo comprobar porque estas muestras fueron tomadas a los 10-30 cm y se tomó en cuenta los tres sistemas (Agrícola, Pecuario y Bosque). Donde la parte baja se obtuvieron 8 especies, seguido por la zona media con un total de 13 y la parte alta con un total de 16 de especies.

**Gráfico N°1.** Abundancia entre los tres sistemas ZB, ZM Y ZA.



Unas de las principales especies más abundantes es la *Hymenoptera* ya que estas especies son unas de las que más se adapta a cualquier ecosistema, y así como también ayudan en los

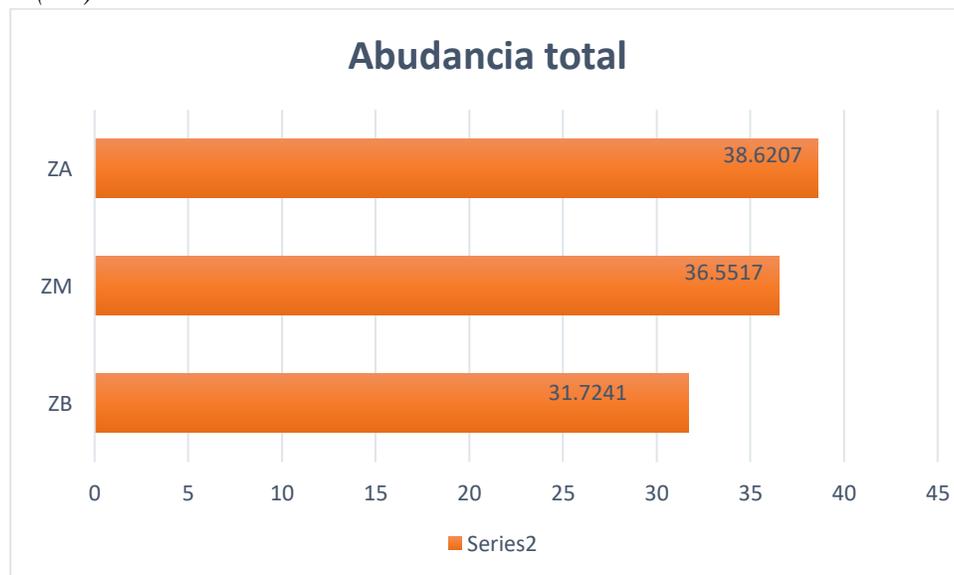
procesos de la materia orgánica. Esta especie fue una de las que se encontré entre las tres área seleccionadas teniendo la mayor abundancia tanto en la zona baja, media y alta.

Como segunda especie con mayor grado de abundancia fue el *Acari*, esta se encontró únicamente en la zona baja, donde mayormente pasan o se mantienen bovinos lo que puede aumentar la presencia de dichas especies ya que estas se desprenden del animal al completar su ciclo.

Por lo tanto, algunas especies solo se encontraron en el área del bosque donde las condiciones son más frescas y con mayor cobertura de materia orgánica y otros factores a los que son adaptables algunas especies.

Cabe mencionar que se sacaron la abundancia donde se sacó el % de cada área seleccionada, donde la parte de la zona baja consta con 31.7241% seguido por la zona media con un 36.5517% y por último la zona alta 38.6207% de abundancia de macrofauna.

Gráfico N°2 *Abundancia total entre los tres sistema Zona baja (ZB) Zona Media (ZM) y Zona Alta (ZA).*

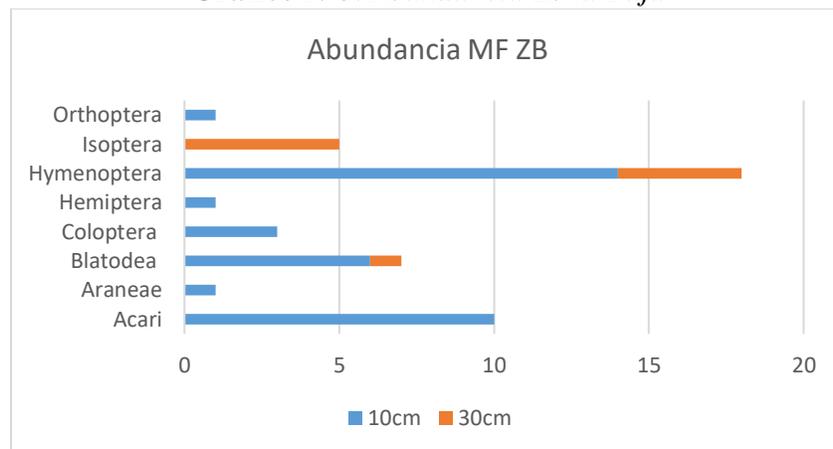


En la unidad de producción, se diferencian tres estratos importantes que se describen a continuación:

El suelo en la *zona baja*, posee una textura arcillosa franca a franca que en su calificación visual se considera *moderadamente bueno* ya que es un suelo plástico u pegajoso que tiende a fisurarse en época seca y se anega en periodo lluvioso. Donde la principal actividad es los ensayos de los cultivo: tomate, chiltoma, zanahoria, acá también podemos encontrar la producción de cítrico y musáceas.

El orden más abundante en la zona baja, es la *Hymenoptera* se les conoce como depredadoras, como se observa en el **Grafico N°3**.

**Grafico N°3. Abundancia Zona Baja**



En el caso de las *Hymenoptera* son más abundante a los 10cm ya que algunas especies están siempre en constante movimiento y en la transportación de alimentos, ya sea origen vegetal o animal a su colonia.

Así como lo es el orden *Acari* fue bastante visible, se les dice que son parasitarias tanto como en animales y plantas. Cabe decir que la *Blattodea* es otra especies donde se pudo constar que tiene abundancia en dicha zona; estas especies son súper adaptables a casi todas las condiciones climáticas (Navarra, 2001).

Las otras especies tuvieron menor abundancia, pero de igual manera son importantes y tienen su funcionalidad dentro del ecosistema.

En la *zona media*, el suelo posee una textura franco arcilloso a arcillosa arenosa que en su calificación visual se considera de *moderadamente bueno* a *moderadamente pobre* en algunas áreas. Este lugar tiene producción de pasto, para la alimentación de algunos animales.

En el **Grafico N°2**. Se demuestra que en esta zona la abundancia de la macrofauna se encontró nuevos órdenes como los *Scolopendras* donde se pueden encontrar en diferentes condiciones para su hábitat, esta especie pasa en el día en hojarasca o en interior de troncos esta especie se alimenta de insectos o gusano, así como también son abundantes los *Hemiptera* en sus dos estados (larva y adulto) estas son depredadoras y son importantes para el control biológico en los sistemas de producción.

**Grafico N°4. Abundancia Zona Media.**



También la *Coleoptera* tiene a estar como unas de las más abundantes en esta zona, cabe decir que según su especie puede tener repercusiones en algunos cultivos. También se puede decir que los *Opiliones* muestran a tener abundancia en dicha zona, esta especie son más frecuentes en climas tropicales, el funcionamiento de dichas especies es vital para la conservación y el manejo del suelo para la macrofauna. (Dominguez, 2009).

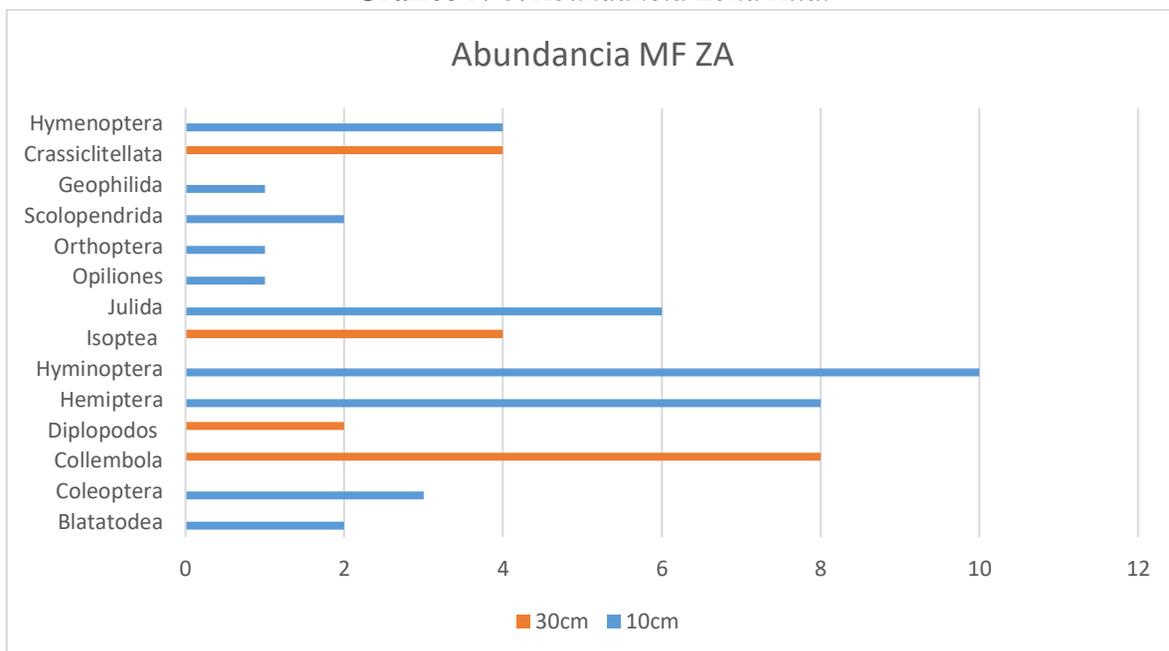
Cabe decir que el análisis de este grafico presente una abundancia en algunas especies, tanto como a los 10-30cm obteniendo más abundancia a los 10 cm donde es más fácil encontrar dichas especies a la hora de la recolección de datos.

El suelo en la *zona alta*, posee una textura franco arcillosa que en su calificación visual se considera *moderadamente buena*, su retención y filtración de agua es buena, y la cantidad de nutrientes necesarios para los cultivos. Esta área cuenta con un bosque de regeneración y la su actividad principal desarrollada es la identificación de las especie forestales.

La macrofauna de la zona alta es más abundante que las dos zonas anteriores, e igual que las zonas anteriores se encuentra *Hymenoptera*, *Julida*, *Hymenoptera*, se puede apreciar en el **Grafico N°5**. Como lo es también a los 30cm se sacaron una abundancia en algunas especies que en las otras áreas no fueron encontradas.

Los *Colémbolos* pertenecen a un grupo de especie muy numeroso, son habitantes típicos del suelo de forma que desarrollan su ciclo biológico completo en él. Son los reguladores de los procesos de degradación de la materia orgánica que fraccionan y trituran los restos vegetales (Arbea, 2000). Otro grupo que se encontró a los 30cm es la Isoptea se caracterizan por su alimentación de madera que es rico en materia celulosa y pueden causar mucha importancia económicamente a la hora de cultivar plantaciones de árboles forestales. Muchas especies contribuyen colonias en forma de montículo y otras son arbóreas o de vida subterránea. Las termitas que construyen montículo remueven grandes cantidades d tierra en los suelos duros y pocos fértiles, con lo que contribuyen a la aparición de pequeñas plantas que pueden alcanzar el tamaño de arbusto y pequeños árboles (Animal, Inciclopedia, 2008)

**Grafico N°5. Abundancia Zona Alta.**



La importancia de la especies a los 30cm, es que actúan como agentes ecológicos del suelo, ya que estos proceden, al reciclado de nutrientes de la materia orgánica donde presiden dichas especies.

La abundancia de la macrofauna encontrados en los tres diferentes usos; Agrícola, Pecuario y Bosque en la Estación Biológica, donde el Bosque se encontró más abundancia de macrofauna, seguido por el Pecuario y el sistema Agrícola es donde se tiene la menor abundancia de macrofauna lo que indica que la presencia de esta macrofauna indica una buena salud del suelo.

Valores de riqueza con el Índices de Shannon en las tres áreas zona baja, zona media y zona alta.

Es por ende, necesario revisar los el índice de riqueza o biodiversidad de la macrofauna, entre los tres sistemas que se encuentra en la Estación Biológica como lo son: Agrícola, Pecuario y Bosque y en cual se obtuvo mayor índices de riqueza.

Analizando la **Tabla N°3.** En el bosque (Zona Alta) se obtuvo mayor riqueza “biodiversidad” principalmente por algunas especies que tales como la *Hymenoptera*, de la familia *Formicidae* y *Eurytomidae* estaban más presente en dicho lugar que otras especies.

El sistema pecuario (Zona Media) este estuvo representado por las especies según su orden es *Hemiptera* de la familia *Anthocoridae*.

Y por último la zona Agropecuaria (Zona Baja) su mayor número de especie según su orden es el *Acari* de la familia *Ixodidae* como también estuvo presente según su orden *Hymenoptera* de la familia *Formicidae*.

Se observó que la presencia de sombra está asociada con la abundancia de especie, asociado a la baja temperatura, la presencia de hojarasca y residuo orgánico, y por lo tanto de materia orgánica.

**Tabla N°3. Biodiversidad Entre zona.**

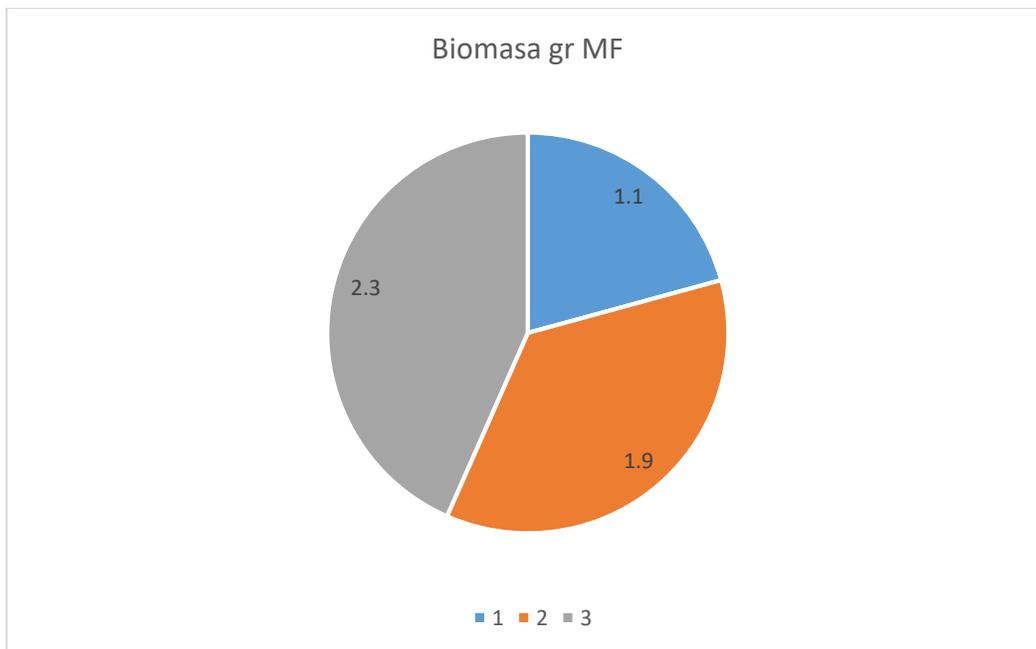
Área	ZB	ZM	ZA
Índice de Shannon	2.37	2.81	3.45

El índice de Shannon nos indica que la riqueza en la Estación Biológica entre las tres área seleccionada, como lo es la Zona Baja con un menor índice de riqueza de 2.37, seguido por la Zona Media con un 2.81 y la última Zona Alta es de 3.45 siendo el mayor índice presentado en esta área, es decir que cuenta con mayor riqueza o diversidad de macrofauna.

Los resultados obtenidos de las tres áreas seleccionadas, para el índice de Shannon para toda la finca se obtuvo 3.66 entre las especies encontradas, lo que indica que existe una diversidad media de macrofauna del suelo durante la época seca.

De acuerdo a lo resultados la biomasa de las macroinvertebrados obtenida de los sustratos de la zona baja fue de un 1.1gr, siguiendo por los resultados de la zona media con un 1.9gr, así como fue la zona alta con 2.3gr obteniendo un promedio general de biomasa entre las tres áreas seleccionadas de un 5.3gr en total de los sustratos.

**Grafico N °6. Biomasa de la Macrofauna.**



La macrofauna fue evaluada, fueron completamente heterogéneas con el monolito en las tres diferentes áreas bajas, media y alta. Se obtuvieron los índices de biomasa más alto en la parte alta que representa el área del bosque con un 2.3gr y el más bajo en el área baja que representa en área agrícola, en términos generales la biomasa obtenida nos brinda la biomasa de cada área.

La biomasa de cada área seleccionada como fue la parte baja, media y alta. Que el sistema agropecuario tiene más bajo el índice de biomasa obtenido entre los resultados, seguido por el sistema pecuario, siendo el bosque secundario con el índice de biomasa más alto. Es

posible que la parte del bosque tenga un mayor grado de biomasa de especie ya que presenta mayor condición. Y la parte baja teniendo en cuenta que esta zonas los suelos están más compactados, por las actividades agrícolas y ganaderas.

## VI. CONCLUSIONES

Dada la clasificación de las especies en Orden y Familia, para obtener un índice de grupo de macrofauna que se encuentra en la Estación Biológica de la UNAN-Managua FAREM-Chontales y poder conocer las funciones de dichas especie, la importancia para los ecosistemas y concretamente para los suelos.

Dentro de la abundancia las tres áreas seleccionadas para sacar el porcentaje que hay entre las áreas seleccionadas, determinar donde hay más macrofauna o diversidad de dichas especies.

Donde se obtuvo mayor abundancia fue en la zona del bosque en todos los objetivos planteados, seguido por la zona pecuaria y teniendo la menor cantidad de macrofauna la zona agrícola.

Para el método de Shannon era estimar el número de individuo por especies y el número de todos los individuos para obtener el nivel de riqueza entre las tres áreas seleccionadas dando los estimados con número de riqueza bajo pero cabe de recalcar que este estudio fue en época de verano donde los índices de macrofauna bajan, pero lo tanto la Estación Biológica se encuentra macrofauna a un nivel bajo por la época de verano.

Dar a conocer dichas especies según su orden te permite conocer el rol de la macrofauna en el mundo edáfico tanto como las ventajas que se obtienen o sus desventajas que se presenten en determinado momento.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Tener en cuenta que los organismos del suelo pueden ser vistos, como responsable de la calidad del suelo a través de sus procesos y como marcador biológico fácil de verse afectado a los malos manejos del uso del suelo, es por ellos que seguir haciendo investigaciones sobre el proceso de la macrofauna.

Se recomienda seguir promoviendo el uso de la macrofauna, su importancia y los beneficios que tienen para el ambiente y su funcionamiento, a hacer buen uso del suelo con de las buenas prácticas.

Finalmente instar a los productores, sobre el uso de la macrofauna y garantizar una producción de cultivos estables.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agroecosistema. (2004). *Linea Prioritaria de Investigacion*. Obtenido de Linea Prioritaria de Investigacion: <https://www.colpos.mx>
- Altieri. (2000). *Agroecologia*. Obtenido de Agroecologia: [www.agro.unc.edu.ar](http://www.agro.unc.edu.ar)
- Altieri. (02 de Noviembre de 2001). *ResearchGate*. Obtenido de ResearchGate: <https://researchgate.net>
- Angella G, F. C. (12 de octubre de 2016). concepto basicos de relaciones agua, suelo. *INTA Ediciones* . Obtenido de <http://www.researchgate.net>
- Animal, Inciclopedia. (2008). En la sabana.
- Anónimo. (2014). Obtenido de <http://goo.gl/JWRtq4>
- Anónimo. (2014). *medicon.wikispaces.com*. Obtenido de [medicon.wikispaces.com](http://medicon.wikispaces.com): <http://goo.gl/UN7G0b>
- Arbea. (2000). Ecologia de los colembolos. *Entomologia*, 36-48.
- Ardenson J; Ingram J. (1994). Tropical Soil Biology. *ResearchGate*, 4.
- Bautista, A., Etcheverts, J., Del catillo, R., & Gutierrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Rosearchgate*, 1-11. Recuperado el 21 de Mayo de 2019, de <http://cort.as/-IVFZ>
- Biologica, S. d. (22 de mayo de 2008). *CDB*. Obtenido de CDB: <https://www.cbd.in>, ibd-2008-es
- Calorsama, J., & Mora, S. (13 de Noviembre de 2014). *Macroinvertebrados*. Obtenido de <http://www.researchgate.net>
- Carlosama, J., & Mora, S. (13 de Noviembre de 2014). *cagricola*. Recuperado el 21 de Mayo de 2019, de [http://cagricola.uclv.edu.cu/descarga.pdf/v34-Numero\\_2/k152071548.pdf](http://cagricola.uclv.edu.cu/descarga.pdf/v34-Numero_2/k152071548.pdf)
- Carter McBride. (s.f.). <http://www.ehowenespanol.com>. Obtenido de <http://www.ehowenespanol.com>: <http://goo.gl/vmXdfj>
- cienciaybiologia. (22 de marzo de 2014). <http://cienciaybiologia.com/biodiversidad/>. Obtenido de <http://cienciaybiologia.com/biodiversidad/>: <http://goo.gl/z4IHMY>
- Copyright, C. U. (1 de diciembre de 2006). *Bioversity Internacional*. Obtenido de Bioversity Internacional: [www.fao.org,tempref,biodivercidad](http://www.fao.org/tempref/biodivercidad).
- Dominguez, H. F. (abril de 2009). *researchgate*. Obtenido de [researchgate](https://www.researchgate.net): <https://www.researchgate.net>
- FAO. (12 de janury de 2016). *Estado mundial del recurso suelo*. Obtenido de Estado mundial del recurso suelo: <https://www.researchgate.net>

Macrofauna edáfica como indicadores en los tres diferentes usos de suelo (agrícola, pecuario, bosque) en la Estación Biológica Francisco Guzmán Pasos UNAN-FAREM-Chontales, 2019.

- FAO. (2017). *ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA*. Obtenido de ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA: [www.fao.org/overviem/land-and-soils](http://www.fao.org/overviem/land-and-soils)
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta edición ed., Vol. ). Mexico D.F: McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- INTAGRI. (2017). Factores de Formación de Suelo. *INTAGRI*, 4.
- L, Montanarella; D, Pennock; N, McKenzie. (22 de Marzo de 2015). *Estados mundial del recurso de suelo*. Obtenido de Estados mundial del recurso de suelo: [www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)
- Lopez. (enero de 2018). *Repositorio UNAN*. Obtenido de Repositorio UNAN: [repositorio.unan.edu.ni](http://repositorio.unan.edu.ni)
- M, Badii; C, Guillen; O, Rodriguez. (10 de Agosto de 2015). *Spenta Mexico*. Recuperado el 27 de mayo de 2019, de Spenta Mexico: [www.sentamexico.org](http://www.sentamexico.org)
- Moreno. (2001). *Entomologia Rediris*. Obtenido de Entomologia Rediris: [entomologia.rediris.es](http://entomologia.rediris.es)
- Navarra. (2001). introduccion a los acaros. *entomologia*, 13-19. Obtenido de [sea-entamologia.org](http://sea-entamologia.org)
- Ramirez. (SEPTIEMBRE de 1997). *biblotecadigital*. Obtenido de [biblotecadigital: bibliotecaadigital.agronet.gov.com/bitstream](http://biblotecadigital.bibliotecaadigital.agronet.gov.com/bitstream)
- Rucks. (2004). *Facultada de Agronomia Univercidad de la Republica*. Obtenido de Facultada de Agronomia Univercidad de la Republica: [biblofagro.pbworks.com](http://biblofagro.pbworks.com)
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., León, J. P., & Hill, M. (2004). *Propiedades Físicas del Suelo*. Montevideo: FACULTAD DE AGRONOMÍA UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA.
- Salgado, M. M. (2012). *Aplicacion de un sistema multimetrico para evaluar la calidad del agua superficial en la microcuenca El Coyote del rio Esteli, Nicaragua*. Managua.
- Sandra, V. (2 de octubre de 2010). *Sistema de univercidad virtual*. Obtenido de Sistema de univercidad virtual: <http://www.uaeh.edu.mx/virtual>
- Verde, E. (2019). Importa de las hormigas. *Ecologia verde*.

## IX. ANEXOS



### Estudio: muestra de macrofauna en la Estación Biológica “Francisco Guzmán Pasos”

#### Hoja de recolección de datos

Lugar: \_\_\_\_\_

No. Muestra: \_\_\_\_

Uso anterior del suelo:

Uso actual del suelo:

Ganadería mayor

Ganadería menor

Agricultura

Terreno plano    Ondulado    Montañoso    Ondulado y montañoso

¿Se encuentra cerca de río o quebrada?

El recubrimiento vegetal es: bueno / muy bueno / espaciado / sin cobertura

Qué tipo de vegetación existe

Fotografías de la macrofauna de la Estación Biológica.



Aranea



ISOPETERA RHINOTERMITADAE



ACARI IXODIDAE



Hymenoptera



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, MANAGUA  
UNAN-Managua  
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE CHONTALES  
"CORNELIO SILVA ARGUELLO"

*"2019: Año de la Reconciliación"*

**CARRERA: "INGENIERIA AGRONOMICA"**

**Br: Sandoval Sequeira Luisa Joheymi.**

*Bajo tus pies, se esconde la vida!!*



## Qué es el Suelo ?

El Suelo es una capa delgada que cubre la corteza terrestre y que permite que la vida crezca sobre ella.

## El Suelo es el Punto de encuentro

Es el único ámbito del planeta Tierra en el que **entran en unión todos los elementos básicos** para la **Vida**: agua, aire, luz, tierra y seres vivos.



"La Tierra proporciona lo suficiente para satisfacer las necesidades de cada hombre, pero no la codicia de cada hombre."

-Gandhi

La **diversidad biológica** o **biodiversidad** se define como “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos los ecosistemas terrestres, acuáticos o marinos.

Haz visto alguna vez estos animalitos en el suelo ?



Si te pidiéramos que pienses en la biodiversidad, imaginarías bonitos bosques, plantas floridas y animales que corren y vuelan libres

Pero.....Visualizarías la vida bajo tus pies ?

Es probable que no.....

Entonces se te cuento que el **Suelo** es uno de los ecosistemas más complejos de la naturaleza y uno de los hábitats más diversos de la tierra: alberga una **infinidad** de organismos diferentes que interactúan entre sí y contribuyen a los ciclos globales que hacen posible la vida.

*“No hay ningún lugar de la naturaleza con una mayor concentración de especies que los suelos”*

Ajá ....

Y Para qué conocer mejor a estos pequeñitos ?

Bueno, atención merecen ya que se encargan de **funciones tan vitales** que sin ellas no habría vida en la tierra ni servicios indispensables para la humanidad como la fertilidad del suelo y los ciclos hidrológicos.

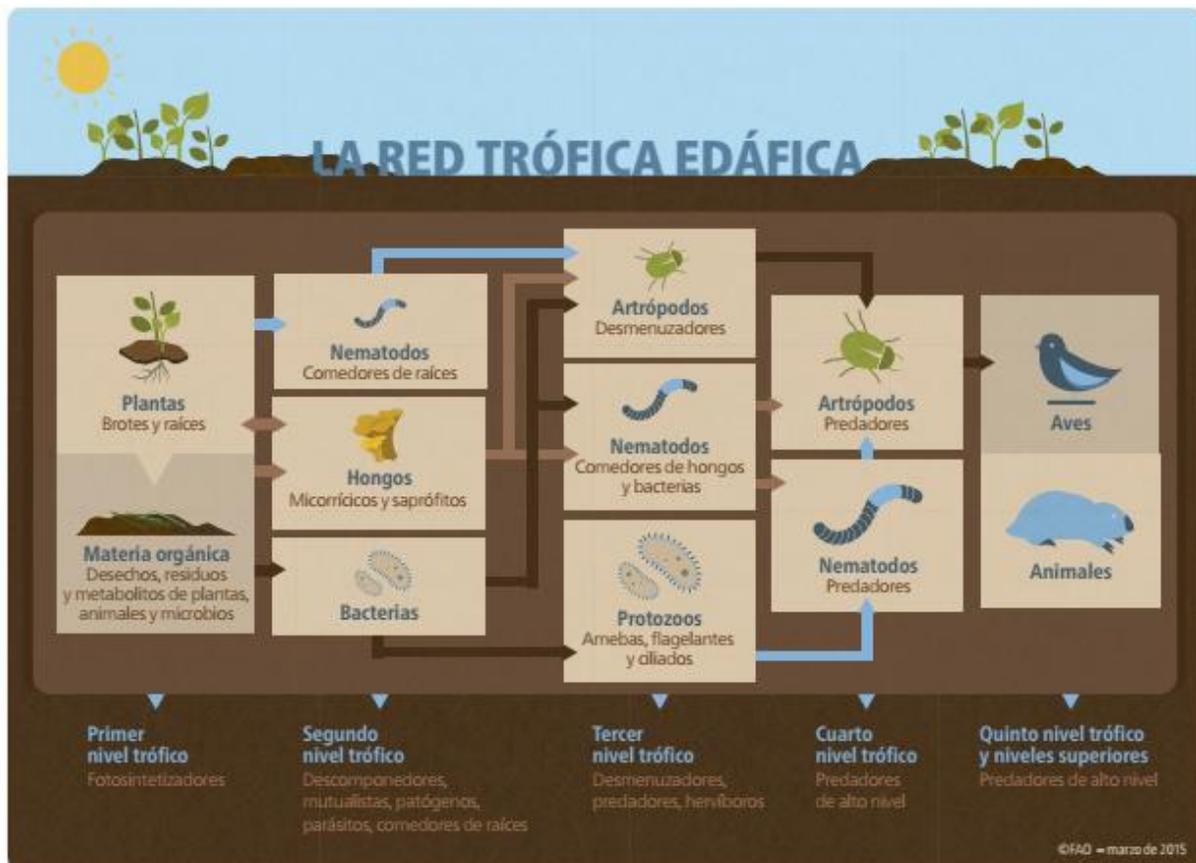
Cada uno de ellos **interactúa entre sí y con las plantas y animales** del ecosistema, forman una compleja red de actividad ecológica denominada **red alimentaria del suelo**.

Te imaginas qué pasaría si hojas, animales o árboles muertos no se pudrieran ?

Pues sin la acción de esta diversidad se acumularía materia orgánica sobre la tierra, pero los **nutrientes no regresarían al suelo**, es por ello que conocer la dinámica trófica del suelo.

Debido a que el suelo es un medio opaco y compacto es difícil conocerlo, tenemos a los vertebrados que hacen madrigueras, ratones y perritos de la pradera, pero aquí nos concentraremos en la multitud de organismos pequeños que, por su tamaño, hemos ordenado en **macrofauna** (de 20 a 2 cm de longitud) que incluye arañas, cochinillas, ciempiés, milpiés y lombrices; **mesofauna** (de 2 cm a 0.2 mm) que cuenta con ácaros, colémbolos, hormigas y nemátodos; y la **microfauna** (menor a 0.2 mm) que está constituida por nemátodos **más pequeños** y protozoarios. Finalmente, entre los **microorganismos** tenemos **bacterias** y distintos grupos de **hongos**.

### Niveles tróficos en la red alimentaria del suelo



**Primer nivel:** Se encuentran los organismos que realizan la fotosíntesis para generar hidratos de carbono como fuente de energía. Las plantas, en específico la clorofila forman parte de éste primer nivel.

**Segundo nivel:** Patógenos, parásitos, consumidores de raíces, organismos descomponedores de materia orgánica y mutualistas forman este nivel trófico.

**Tercer nivel:** Trituradores, predadores y animales herbívoros entran en la cadena. Se alimentan de la biomasa generada por los niveles anteriores.

**Cuarto nivel:** Conforme avanza la cadena alimenticia, existen predadores de más alto nivel que se alimentan de los organismos anteriores para consumir la energía acumulada en ellos.

Por ejemplo, una especie de **colémbolo**



puede habitar **parches milimétricos** asociados a pedacitos de animales u hojas muertas. A su vez, estos pequeños parches se distribuyen en otros más grandes asociados a la agregación de las hojas que tira un árbol bajo su copa y que son nutritivas para el colémbolo. Estos parches, a su vez, se agregan en parches más grandes que corresponden al **bosque** en que el árbol en cuestión es abundante y, finalmente, a la distribución del bosque conservado en una **región**.



Los **ciempiés**

o quilópodos viven y comen en la superficie del suelo y son predadores de fauna menor. **Fragmentan la hojarasca** y los restos de pequeños animales, lo que **promueve su descomposición, favorece la fertilidad del suelo y la productividad del sistema**.

Otras actividades menos conocidas de los organismos del suelo, es la **continua circulación y movimiento** a través del suelo que **lo mantiene esponjoso, suave y aireado**: propiedades de un **suelo sano**, muy útil para nosotros.

Los **organismos del suelo** son un elemento esencial de los ciclos de nutrientes, regulando la dinámica de la materia orgánica del suelo, la **captación de carbono** y las emisiones de gases de efecto invernadero, **modificando la estructura física del suelo y los regímenes hídricos**, aumentando el volumen y eficiencia de la **absorción de nutrientes** por la vegetación mediante relaciones mutuamente beneficiosas y **mejorando la salud vegetal**.

Estos servicios son esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas naturales y constituyen un recurso importante para la **gestión sostenible de los sistemas agrícolas**.

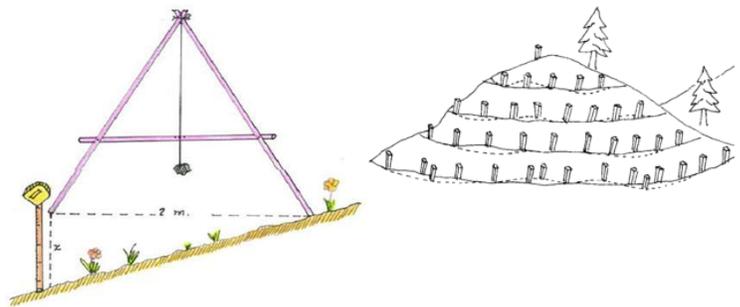
**Mejorar** la biodiversidad de los suelos es vital para garantizar la salud de los mismos y la **seguridad alimentaria y nutricional futuras**. Los sistemas agrícolas y las prácticas agroecológicas que prestan gran atención a nutrir la biodiversidad del suelo —como la agricultura orgánica, la labranza cero, la rotación de cultivos y la agricultura de conservación—, pueden aumentar de manera sostenible la productividad agrícola sin degradar los recursos hídricos y del suelo.

Entonces, como mantener suelos sanos 

Esto es sencillo un suelo saludable, es como niño sano, un niño saludable juega, brinca, sonrío, va a la escuela y al descansar, puede recobrar sus energías rápidamente, se enferman muy poco y son muy enérgicos.

Para mantener los suelos saludables podemos realizar **Obras de Conservación de Suelos**, estas son un conjunto de prácticas aplicadas para promover el **Uso Sustentable del Suelo**.

**Curvas a nivel:** son líneas imaginarias a través de una ladera y tiene la misma altura en cualquier punto de la ladera donde el agua no puede correr a lo largo por que esta curva está completamente plana.



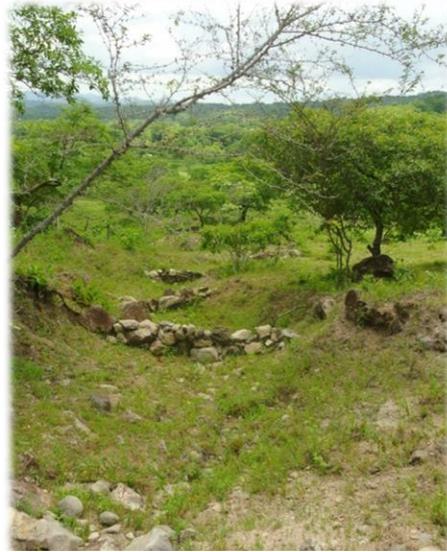
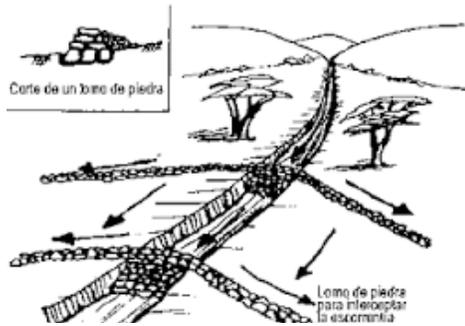
**Barreras Vivas:** Son prácticas que ayudan a la conservación del suelo y agua en la parcela con el propósito de controlar la erosión (Olivares 2011).



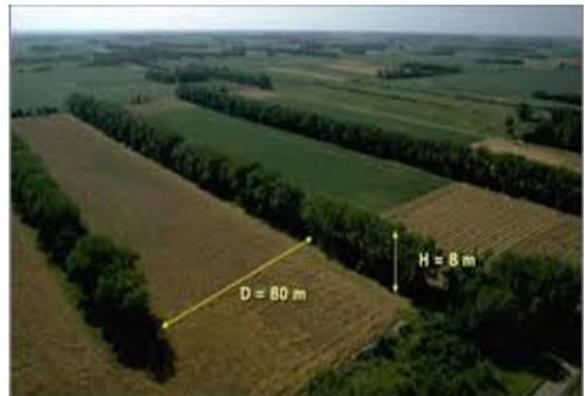
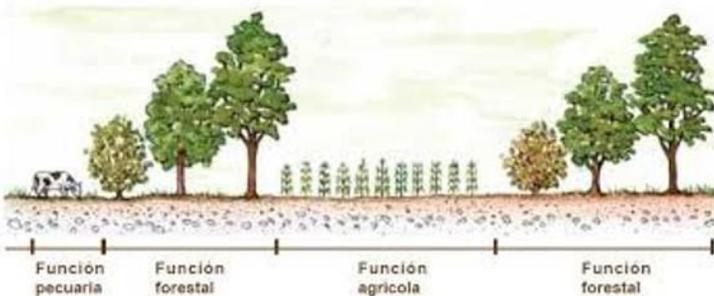
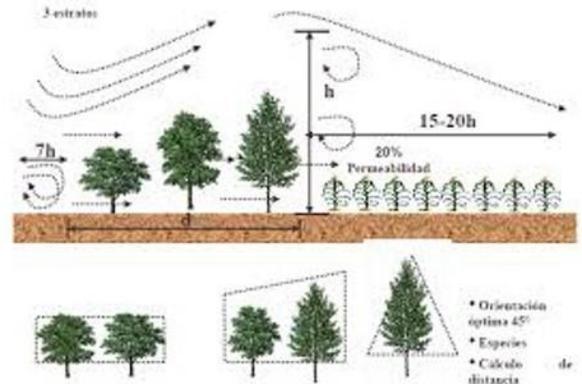
**Barreras Muertas:** se les llama muros de piedra y consisten en muros de contención contruidos de piedras en contra de la pendiente del terreno, distanciados unos de otros según la pendiente del terreno y la clase de cultivo (algunas especies brindan mayor protección que otras)



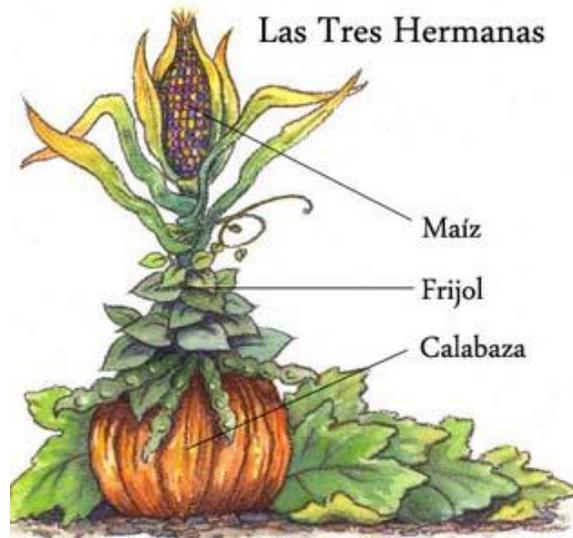
**Diques:** Muro construido para encausar los ríos y torrentes así como fortalecer o rectificar sus márgenes, contener las aguas, etc.



- **Las cortinas rompevientos** son hileras de árboles y/o arbustos de diferentes alturas, dispuestas en sentido opuesto a la dirección principal del viento. Son usados para reducir la velocidad del viento y así evitar la pérdida de la fertilidad del suelo debido a erosión eólica, reducir la acción mecánica del viento sobre los cultivos y animales, regular las condiciones microclimáticas (p. ej., temperatura), reducir la evapotranspiración en áreas cultivadas y controlar el transporte de sólidos por el viento (reducir contaminación).
- **Los linderos maderables o frutales** son plantaciones de árboles en una hilera en los límites de la finca o sus divisiones internas para diversificar y/o aumentar la productividad.



El **asocio de cultivos**, consiste en la plantación conjunta de distintos cultivos, con la intención que se ayuden entre sí a la captación de nutrientes, el control de plagas, la polinización así como otros factores que mejoren la productividad agrícola.



Un **Sistema Silvopastoril** es una alternativa de uso del suelo en áreas dedicadas a la producción ganadera, en la que se combina la presencia e interacción de especies leñosas (árboles y arbustos), pastos y animales bajo un sistema de manejo integral.



Recordemos que la disponibilidad de alimentos depende de los suelos: los alimentos nutritivos y el forraje de buena calidad para los animales solo pueden producirse si nuestros suelos están sanos. Por tanto, un suelo vivo y sano es un **aliado** crucial para la **seguridad alimentaria y la nutrición**.

**Todos** estamos llamados a gestionar adecuadamente el suelo debemos actuar como administradores de este a fin de velar por la sostenibilidad de este recurso natural esencial para **salvaguardarlo en beneficio de las generaciones futuras**.

*Cuando pises el suelo que nos sostiene, recuerda que nuestra vida depende de la increíble diversidad de organismos que habitan en él.*



*¡A la libertad por la Universidad!*



Blattidae.



Eumastacido.



Hymenoptera.

Macrofauna edáfica como indicadores en los tres diferentes usos de suelo (agrícola, pecuario, bosque) en la Estación Biológica Francisco Guzmán Pasos UNAN-FAREM-Chontales, 2019.