

## **Licencia Profesional**

### **Gestión agrícola de espacios naturales rurales**

*Estancia en el medio profesional :  
Inventario de la macrofauna del suelo en parcelas cafetaleras con diferente  
manejo agronómico en la zona centro del estado de Veracruz México.*



Estudiante : Elvia VILLANI CATALAN

Estancia receptora: Instituto de Ecología A. C

Cordinadora de la universidad : Lise Kosmala

Cordinadora de la estructura receptora: Isabelle Barois

Año escolar 2015-2016

**"Si toda la humanidad desapareciera, el mundo se regeneraría al estado rico de equilibrio que existió hace diez mil años. Si los insectos desaparecieran, el medio ambiente se derrumbaría en el caos. "**

**Edward O. Wilson**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Dra Isabelle BAROIS por apoyo y por la confianza para realización de la estancia.

A los Drs Carlos ROBERTO CERDÁN CABRERA y al DR. Luc VILLAIN por ayudarme en la selección de las parcelas y por la información compartida.

A Lise KOSMALA por ser mi coordinadora pedagógica.

A mi equipo de trabajo David, Froylan e Isis por su apoyo en los muestreos de campo y en laboratorio.

A los productores que amablemente permitieron la realización de los muestreos en sus fincas cafetaleras.

Al Instituto de Ecología por facilitarnos los vehículos y los gastos generados en la estancia.

Al Instituto de Educación Agroambiental de Florac por admitirme en la formación, por un año de buenas experiencias, amigos y sobre todo por los conocimientos adquiridos.

## **SIGLAS**

**INECOL:** Instituto de Ecología

**OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

**SEMARMAT:** Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**INMECAFE:** Instituto Mexicano del Café

**USAID:** Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional

**LGEEPA:** Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

**SEMARNAP:** Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca

**INAFED:** Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal

## Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
1.-CONTEXTO.....	2
1.1.- Contexto de la estancia.....	2
1.2.- Presentación de la estructura receptora.....	2
1.3.- Problemática.....	3
1.4.- El suelo y la macrofauna.....	3
1.5.-Importancia del café.....	5
1.6.- Contexto climático de la zona de estudio.....	7
1.7- Políticas públicas que protegen la biodiversidad del suelo.....	9
2.-METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	10
2.1.- Plan de trabajo.....	11
3.-RESULTADOS OBTENIDOS.....	13
3.1.-Abundancia.....	13
3.2.-Biomasa.....	14
3.3.- Diversidad y riqueza.....	16
3.4.- Similitud.....	16
3.5.- Hojarasca, humedad y densidad aparente del suelo.....	17
4.-DISCUSIÓN.....	17
4.1.-Propuestas para la conservación de la biodiversidad del suelo.....	17
CONCLUSIÓN.....	19
BIBLIOGRAFIA.....	20
GLOSARIO.....	21
ANEXOS.....	22
RESUMEN.....	23

## Tabla de ilustraciones

Ilustración 1: Esquema del proyecto.....	2
Ilustración 2: Procesos de degradación del suelo en diferentes usos del suelo y vegetación en México. Fuente: semarnat.gob.mx.....	4
Ilustración 3: Sistemas de cultivo de café Fuente :Moguel & Toledo (1999).....	6
Ilustración 4: de los municipios de muestreo.....	9
Ilustración 5: Normas oficiales Mexicanas vigentes en materia de suelo.....	10
Ilustración 6: Grafica de pastel del porcentaje de taxas en el tratamiento T3.....	14
Ilustración 7: Grafica de pastel del porcentaje de taxas en el tratamiento T1.....	14
Ilustración 8: Grafica de pastel del porcentaje de taxas en el tratamiento T2.....	14
Ilustración 9: El análisis de varianza para la variable abundancia.....	14
Ilustración 10: El análisis de varianza para la variable biomasa de macrofauna con ( $p < 0.05$ ).....	15
Ilustración 11: Gráfica de pastel del porcentaje de biomasa de taxas en el tratamiento T2.....	16
Ilustración 12: Gráfica de pastel del porcentaje de biomasa de taxas en el tratamiento T3.....	16
Ilustración 13: Gráfica de pastel del porcentaje de biomasa de taxas en el tratamiento T1.....	16
Ilustración 14: Gráfica de similitus según el coeficiente de Jaccard ( $C_j$ ).....	16

## Tabla de tablas

Tabla 1.- Ubicación de las parcelas a muestrear Tradicional (T1), comercial (T2), intensivo (T3)...	10
Tabla 2: Abundancia de ódenedes de los diferentes tratamientos, individuos por m <sup>2</sup> .....	13
Tabla 3: Abundancia de ódenedes de los diferentes tratamientos, individuos por m <sup>2</sup> .....	14
Tabla 4: Resultados de los índices de diversidad, equitabilidad y número taxasT.....	15
Tabla 5.- Resultados del % de humedad, densidad aparente y peso de la hojarasca.....	16

## INTRODUCCIÓN

La cafecultura en México es uno de los cultivos más importantes del sector agrícola, está íntimamente ligado a comunidades indígenas, que no cuentan con educación académica, que dependen de contratistas para la venta de su producto y de los precios establecidos por el mercado internacional estas zonas se encuentran en zonas montañosas, el cambio climático y la degradación del suelo son factores que lo vuelve un cultivo de zonas vulnerables, es de suma importancia desarrollar investigaciones que muestren las diferencias respecto a los sistemas de producción (tradicional, comercial e intensivo) para identificar el manejo adecuado podrían utilizar en el cultivo de este fruto. Por otra parte los cafetales son un modelo que sirven para demostrar los efectos de la intensificación sobre la diversidad (Cenicafé, 2005) y han demostrado ofrecer servicios agroecosistémicos.

En los últimos años la tasa de transformación de los ecosistemas se ha elevado considerablemente. Las causas principales de la pérdida de biodiversidad vegetal son: la deforestación, la erosión, la introducción de especies exóticas, el comercio ilegal de especies silvestres, la contaminación de suelo, el aire, el agua, el cambio climático, etcétera (Reservaelen.org).

El suelo es un recurso natural esencial que proporciona servicios ecosistémicos en los cuales una gran diversidad de organismos están involucrados (Lavelle et al. 2006). En el perfil del suelo se alojan comunidades diversas de animales que están organizadas en niveles de acuerdo al tamaño y cada componente tiene un rol determinado en su nicho específico, que difícilmente puede ser reemplazado por otros presentes en el sistema.

Los invertebrados de mayor a 2 mm, constituyen la macrofauna, que se destaca porque su actividad tiene efectos en la fertilidad a medida que descomponen los residuos y la materia orgánica, los nutrientes son liberados dentro del suelo en formas que pueden ser usadas por las plantas, estructura del suelo por la movilidad que realizan a lo largo de su vida, en la infiltración del suelo. La macrofauna responde a las prácticas de manejo del suelo (secuencia de cultivos, método de preparación del suelo, ingreso de materia orgánica fresca, etc.) en escalas de tiempo de meses o años, como resultado de las perturbaciones físicas que se producen, de la distribución de los residuos y de las comunidades de plantas presentes (Lavelle & Spain, 2001, Wardle 1995). Esto facilita su potencial como indicadores biológicos.

El manejo agronómico de una finca de café, puede influir en la biodiversidad de macrofauna en el suelo, por ello es importante conocer cuáles son los manejos agronómicos pertinentes para la conservación de la macrofauna del suelo.

La estancia junto con el Instituto de ecología A. C. de Veracruz se adentró en un proyecto de la Universidad Veracruzana (UV) con objetivo determinar el efecto de diferentes sistemas de manejo de cafetales tradicional, convencional e intensivo sobre las comunidades de macrofauna del suelo.

## 1.-CONTEXTO

### 1.1.- Contexto de la estancia

El proyecto de la Universidad Veracruzana “*Factores que inciden en los agroecosistemas cafetaleros en el estado de Veracruz*” Dirigido por el Dr Carlos Cerdán, es un proyecto el cual se pretende monitorear la evolución de parcelas cafetaleras con diferentes manejos agrómicos; Tradicionales (T1), comerciales (T2) e intensivas (T3). Los factores importantes a considerar son el porcentaje de sombra, la calidad de los suelos, la adaptabilidad de los cafetos a estrés bióticos y abióticos en un contexto de cambio climático, con el fin de encontrar las parcelas con un equilibrio (TE) entre los servicios agroecosistémicos que ofrecen y los rendimientos de los cafetales.

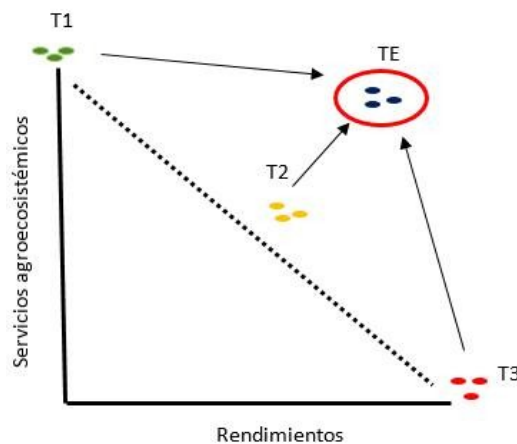


Ilustración 1: Esquema del proyecto

Fuente: Dr Carlos Cerdán-Cabrera

La estancia se incorporó apoyando a la realización de un inventario de la macrofauna de las tres parcelas, identificando los principales taxos, para que con ello se cuente con una base de datos y en un futuro poder comparar la evolución de ellos.

### 1.2.- Presentación de la estructura receptora

El Instituto de ecología A. C. (INECOL), es una sólida institución mexicana, que ha ganado un prestigio nacional e internacional, que en 1974 se fundó. La conformación del INECOL surgió en torno al interés por desarrollar investigación acerca del uso de los recursos naturales, la conservación y la biodiversidad de México. A su vez, este interés partió de la necesidad de contar con estudios básicos y respuestas científicamente fundadas para resolver los problemas ecológicos derivados del uso de los recursos naturales. Esta postura ha permitido reunir un importante cúmulo de experiencias y sigue vigente en la actualidad. Con esto, se busca apoyar con bases sólidas el establecimiento de políticas y mecanismos adecuados para continuar e impulsar el desarrollo del país, evitando al máximo posible la afectación del medio ambiente y la riqueza biológica de los ecosistemas, que condicionan la calidad de vida y el bienestar de la población (INECOL A.C. 2016).

#### Misión INECOL

Generar, transferir y socializar conocimiento científico y tecnológico de frontera sobre ecología y diversidad biológica en beneficio de la sociedad coadyuvando a la solución innovadora de problemas ambientales, agrícolas y forestales. Formar nuevos talentos para la ciencia y la



tecnología así como profesionales de excelencia, y ofertar servicios profesionales altamente especializados en el ámbito de la ecología. (INECOL A.C.2016)

### **1.3.- Problemática**

La agricultura en general enfrenta muchos problemas de erosión y pérdida de suelo. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), coloca a México entre los primeros lugares en este aspecto (con cerca de 50% de suelos severa y muy severamente degradados), comparado con el resto de sus países miembros (Geo México 2004). Para entrar en contexto, es importante decir que México produce un promedio de 4 millones de sacos de café verde, 96% es café arábica y 4% café robusta; el café se produce fundamentalmente en las vertientes de las cadenas montañosas del centro y sur del país, estas además son áreas estratégicas para la conservación de la biodiversidad estas áreas se encuentran ubicadas en la zona sur del país que están menos industrializadas que la zona norte, en donde se podrían establecer áreas protegidas, y es donde habitan el mayor número y diversidad de comunidades indígenas que cuentan con una educación ambiental. En los últimos años tal situación ha ido cambiando ya que las parcelas tradicionales se han modificando para ser comerciales o intensivas.

La problemática planteada para la estancia es la siguiente:

El manejo agronómico de una finca de café, puede influir en la biodiversidad de macrofauna en el suelo, y cuáles son las actividades pertinentes para conservarla.

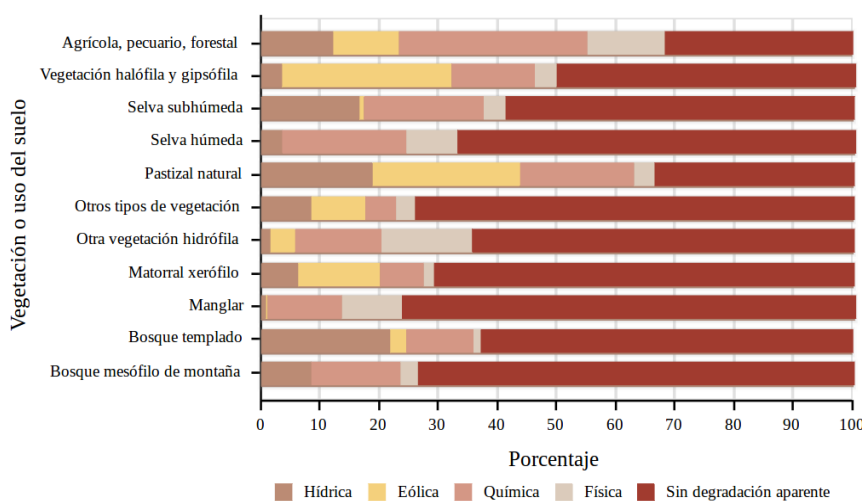
### **1.4.- El suelo y la macrofauna**

El suelo puede definirse, de acuerdo con el glosario de la Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo (1984), como el material mineral no consolidado en la superficie de la tierra, que ha estado sometido a la influencia de factores genéticos y ambientales (material parental, clima, macro y microorganismos y topografía), actuando durante un determinado periodo. Es considerado también como un cuerpo natural involucrado en interacciones dinámicas con la atmósfera y con los estratos que están debajo de él, que influye en el clima y en el ciclo hidrológico del planeta, y que sirve como medio de crecimiento para diversos organismos. Además, el suelo juega un papel ambiental de suma importancia, ya que puede considerarse como un reactor bio-físico-químico en donde se descompone material de desecho que es reciclado de nutriente dentro de él (Hillel 1998). Los organismos del suelo participan altamente en ese servicio y en la mayoría de los servicios ambientales que brinda el suelo, como:

- *Fijación de Nitrógeno,*
- *Regulación de la dinámica de la materia orgánica del suelo*
- *Secuestro del Carbono y reducción de emisiones de gases traza (CO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>)*
- *Elaboración de la estructura del suelo*
- *Mantenimiento del régimen hídrico*
- *Control de plagas*
- *Contribución: A la producción de plantas (alimento, fibra y combustible) a la diversidad y estabilidad del paisaje (Daily 1997 , Lavelle 2006)*

Se ha identificado que la mayor degradación de los suelos del país se debe a la deforestación asociada a cambios de uso del suelo hacia actividades agropecuarias sobretodo. El deterioro de los suelos relacionado con tales actividades se debe a prácticas de producción inadecuada tales como la aplicación excesiva de riego, la quema de residuos de cosecha, el exceso de labranza y la falta de prácticas de conservación de suelo y agua (semarnat.gob.mx).

La combinación de la información sobre la degradación del suelo con la del uso del suelo y vegetación en el país permite obtener una aproximación de la presencia de degradación del suelo tanto en los ecosistemas naturales como en los manejados. Alrededor de 70% (aproximadamente 35.15 millones de hectáreas) muestra evidencia de degradación, siendo la química, en su calidad de pérdida de la fertilidad, el tipo dominante (semarnat.gob.mx). Sin embargo la degradación biológica no es tomada en cuenta en estas evaluaciones.



*Ilustración 2: Procesos de degradación del suelo en diferentes usos del suelo y vegetación en México. Fuente: semarnat.gob.mx*

De la misma manera los organismos del suelo y en particular la macrofauna del suelo poco es considerada al momento de establecer las diferentes prácticas agrícolas; no obstante, puede ser afectada por el impacto que ocasiona la labranza y el uso de insumos químicos, condición que se refleja en la reducción o eliminación de especies y en la disminución de la biomasa de estas poblaciones; dada la susceptibilidad a ser afectada por dichas prácticas, la macrofauna se ha establecido como un indicador de la calidad de los suelos.

De hecho diversos autores proponen que una diversidad de taxas, o algunos grupos dominantes, pueden revelar información sobre la calidad del suelo a la macrofauna como proveedores de servicios ambientales, en particular , contribuyen en el secuestro de carbono en el suelo (Lavelle et al., 2006 ), en la transformación de la hojarasca, aireación del suelo y formación de estructura (Lavelle, 1996).

Los macrofauna, animales visibles a la vista (con alguna dimensión mínima de 2 mm) que desarrollan su vida da por lo menos parte del ciclo de vida en el suelo o mantillo, son importantes en los procesos que ocurren en éste, en la vida de otras comunidades y en el mantenimiento de la fertilidad y estructura de los suelos (Lavelle y Spain, 2001). Los organismos que la conforman la macrofauna son conocidos como los “ingenieros del ecosistema” por sus efectos y transformaciones que producen al medio edáfico. Dentro de la macrofauna encontramos grupos muy importantes

como: lombrices de tierra, arácnidos, termitas y hormigas (Lavelle et al. 1994). Se considera la diversidad, abundancia y biomasa como valiosos indicadores de los procesos de degradación que tienen lugar en los suelos agrícolas, 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 edáficas.

## 1.5-Importancia del café

El café es el segundo producto más comercializado del mercado mundial, después del petróleo. En los últimos cinco años las cosechas oscilaron alrededor de 115 millones de sacos. La mayor producción se ubica en América (62%), Asia (24%), África (13%) y Oceanía (1%). En el mundo hay veinticinco millones de familias que participan en la producción del café, distribuidas en cincuenta países exportadores (Proyecto CAFEin RED, 2016)

Derivado del impulso de la “revolución verde”, el café producido con insumos externos a la finca (también llamado tecnificado o convencional), fue promovido para aumentar la productividad de los cafetales con menor utilización de la mano de obra y menores costos. De este modo, los países productores y algunos países emergentes de África y Asia, incrementaron su productividad, causando una fuerte sobreproducción a nivel mundial.

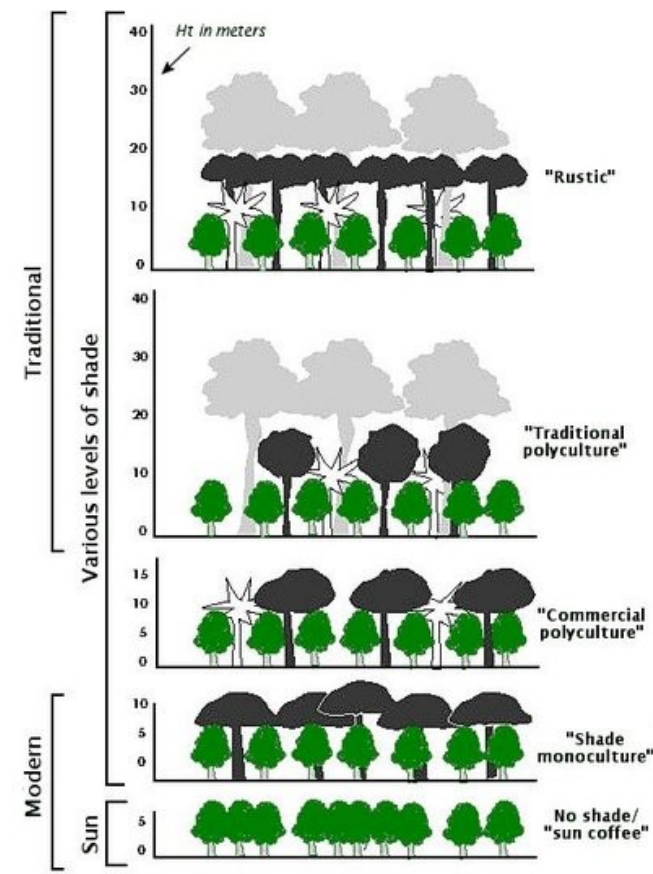
Los países de mayor producción que han tecnificado los cultivos, emplean variedades especializadas e incluso genéticamente modificadas, en monocultivos a cielo abierto o con poca sombra, con aplicación de fertilizantes inorgánicos y control químico de plagas, produciendo cambios drásticos en el sistema natural que soporta la producción. Esto ha generado consecuencias importantes como el empobrecimiento de los suelos debido a la erosión, la lixiviación de los nutrientes y la pérdida de la dinámica de autorregulación natural de plagas (Escamilla et al. 2002).

## El café en México

México se sumó a dicha tendencia a través de sus políticas agrarias e instituciones como el Instituto Mexicano del Café (INMECAFE) y la Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos (USAID), además de organizaciones de productores vinculados a los grandes exportadores del producto (Escamilla et al. 2002). Actualmente nos encontramos en la cuesta de salida de una de las peores crisis (frecuentemente recurrentes) de la producción del café, que afectó a 125 millones de personas con graves consecuencias económicas, sociales y ecológicas. Sin embargo México tiene varias formas de producir café. (Toledo 2003), considera cinco estructuras arbóreas en los cafetales:

- Tradicional o rústico: el café esta sembrado bajo el dosel ambientes con poca intervención.
- Policultivo tradicional está bajo sombrero de especies de uso medicinal como el Justicia *spicigera Schltl*, *Yucca aloifolia L*, *Plumeria rubra L*. para materiales de construcción como: *Acacia angustiana*, *Casia siamea*, *Simaruba glauca*, *Swietenia macrophyllay* especies alimenticias como cítricos y bananos(conocido como “jardín de café”);
- Policultivo comercial donde la sombra es dada por árboles no nativos, las especies más usadas son leguminosas y árboles para madera en el estrato superior y banano, cítricos y otros cultivos en el estrato intermedio;
- Monocultivo con sombra, la sombra es suministrada por una sola especie arbórea en este caso en especial por leguminosas como por ejemplo Inga.

- Monocultivo pleno sol, donde no existe cobertura arbórea.



*Ilustración 3: Sistemas de cultivo de café*

*Fuente :Moguel & Toledo (1999)*

El café es uno de los productos agroindustriales más importantes para el estado de Veracruz, ya que es el segundo productor a nivel nacional el café; aporta el 25.2% de la cosecha total del país.

### Servicios ecosistemicos/ambientales del café

Cuando este cultivo crece bajo árboles de sombra, en espacios boscosos, húmedos y frescos de las montañas, que se localizan entre 600 y 1400 metros de altitud dan café de calidad y aportan servicios ambientales. Los cafetales de México en su mayoría son arbolados en zonas montañosas y se parecen mucho a bosques tropicales o de niebla. Tienen hierbas, arbustos y árboles que favorecen la conformación de lugares con distintas condiciones de luz humedad y temperatura. Dichos ambientes son biodiversos ya que son hábitat de una gran variedad o pluralidad de organismos.

#### Las bondades de los cafetales de sombra

Son reconocidos como hábitat de insectos, anfibios, reptiles, pájaros, mamíferos, orquídeas, epífitas y árboles, entre otros grupos de organismos que viven en el cafetal y que lo usan para alimentarse, vivir o pernoctar en su camino hacia otros lugares. También son considerados corredores biológicos por donde transitan diversos organismos. Por ejemplo, los murciélagos están relacionados con los árboles; mientras más grandes son los árboles tanto en sus copas como en su altura mayor es la riqueza de estos mamíferos voladores

#### Captura de carbono

Los cafetales pueden capturar carbono, ayudando a mitigar el cambio climático debido a que atrapan y mantienen el carbono en las raíces, en la acumulación de hojarasca, en el suelo y en los troncos de los árboles. La mayor parte de carbono en los cafetales está en el suelo. Este hecho conlleva a que sea muy importante mantener los árboles de sombra en pie. Cuando los árboles de sombra se derriban, el carbono que se encuentra en sus tallos, hojas, troncos y raíces, pasa a la atmósfera, a menos de que el árbol sea aprovechado para usos duraderos y de que otros árboles sean plantados en su lugar. Además, cuando el terreno queda desnudo, sin árboles, el suelo se erosiona y el carbono se va a los ríos. Así pues, el suelo de los cafetales y del bosque en general es muy frágil, especialmente cuando se derriban los árboles de sombra para sembrar cultivos agrícolas sin protección; por lo que la conservación de los bosques o áreas con cobertura forestal como los sistemas agroforestales es una necesidad urgente (Soto 2013)..

#### Barreras naturales

Los cafetales diversificados, con muchas especies de árboles de sombra, tienen otras ventajas adicionales, por ejemplo ayudan a reducir las plagas, enfermedades y malezas que pueden afectar el cultivo de café. Resultados de investigaciones han mostrado que en estos ambientes sombreados y diversos se reduce la incidencia de la roya, la broca y las malezas de hoja ancha hongos, insectos y hierbas que pueden afectar el cultivo de café (Soto 2013).

### **1.6.- Contexto climático de la zona de estudio**

#### MEDIO FÍSICO

El estado de Veracruz se encuentra al este de la República Mexicana, entre la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México. Es el estado que ocupa el décimo lugar en extensión en el país y abarca 780 km de longitud y aproximadamente 745 km de litoral, esto es cerca de 10% del total del litoral nacional (González-Gándara 2011).

El estado es reconocido por su alta diversidad biológica (se considera el tercer estado con mayor biodiversidad en México, después de Oaxaca y Chiapas), en gran medida lo anterior es posible gracias a que cuenta con casi todos los climas descritos para el país (más de 40 tipos) y a que presenta una variada topografía que provoca diversos pisos altitudinales que van desde el nivel del mar hasta los 5 747 msnm en la montaña más alta de México: el Citlaltépetl, mejor conocido como Pico de Orizaba.

#### XICO

**Rango de temperatura:** 4 – 22°C

**Rango de precipitación:** 1 100 – 2 100 mm,

**Clima:** Semicálido húmedo con lluvias todo el año (45%), Templado húmedo con lluvias todo el año (30%), Semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano (10%), Semifrío subhúmedo con lluvias en verano (9%), Templado húmedo con abundantes lluvias en verano (4%) y Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (2%)

**Suelo dominante:** Andosol (82%) y Luvisol (14%)

**Hidrografía:** Región hidrológica Papaloapan (100%), Cuenca R. Jamapa y Otros (100%),

#### COATEPEC

**Rango de temperatura:** 10 – 24°C

**Rango de precipitación:** 1 100 – 2 100 mm

**Clima:** Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (42%), semicálido húmedo con lluvias todo el año (35%), templado húmedo con lluvias todo el año (16%), cálido subhúmedo con lluvias en verano (6%) y semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano (1%)

**Suelo dominante:** Andosol (41%), Luvisol (35%), Phaeozem (11%), Vertisol (4%), y Leptosol (1%)

**Hidrografía:** Papaloapan (100%)

**Cuenca:** R. Jamapa y Otros (100%)

### **TEOCELO**

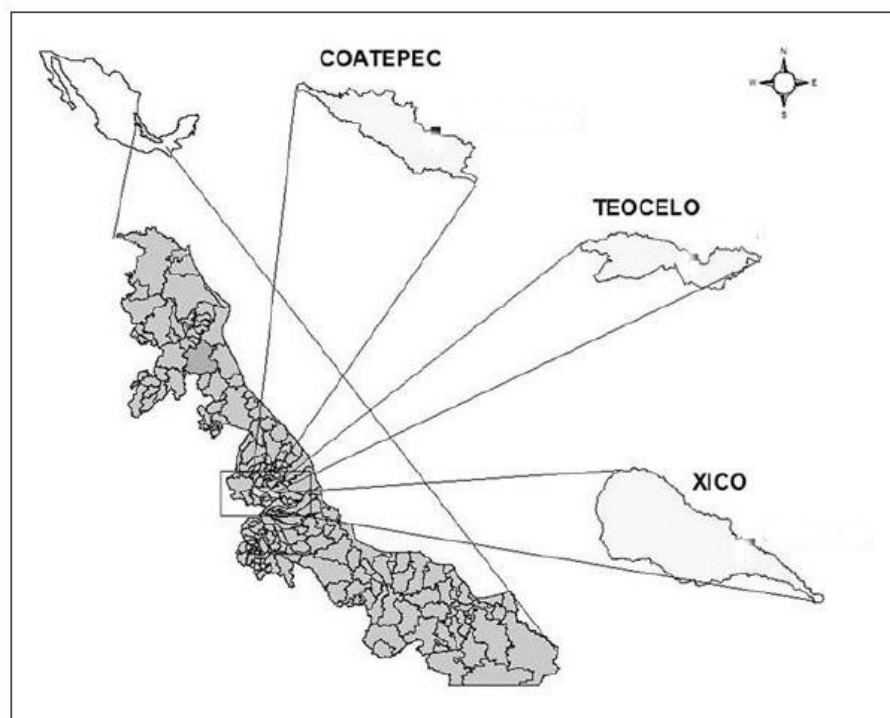
**Rango de temperatura:** 18 – 24°C

**Rango de precipitación:** 18 – 24°C

**Clima:** Semicálido húmedo con lluvias todo el año (62%), semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (29%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano (9%) Suelo dominante: Andosol (35%), Luvisol (35%) y Leptosol (26%)

**Hidrografía:** Papaloapan (100%)

**Cuenca:**R. Jamapa y Otros (100%)



*Ilustración 4: de los municipios de muestreo.*

*Fuente: INEGI 2010*

Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos (2009)

## 1.7- Políticas públicas que protegen la biodiversidad del suelo

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada en 1988, y reformada en 1996, establece en varios de sus artículos diversas disposiciones que inciden de manera directa en la protección de los suelos. En sus artículos 98 y 99, se establecen tanto criterios para la conservación y aprovechamiento sustentable del suelo, como la vinculación explícita entre las políticas específicas en materia de suelos y una serie de actos que emanan de autoridades y que están relacionados con los suelos. En cuanto a la prevención y control de la contaminación del suelo para su protección, en los artículos 134 a 142 se establecen criterios en los que éstos deben sustentarse y ser tomados en consideración al emitir los actos de autoridad correspondientes a los que se hace mención en dichos artículos; que en el caso de las autoridades federales se relacionan con la gestión de los materiales y residuos peligrosos, y en el de las autoridades locales con la gestión de los residuos sólidos (Geo México 2014).

Norma	Regulación y fecha de publicación en el DOF
N O M -060- SEMARNAT-1994	Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal (mayo de 1994)
N O M -062- SEMARNAT-1994	Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad ocasionados por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios (mayo de 1994).
N O M -021- SEMARNAT-2000	Establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis (diciembre de 2002)
N O M -020- SEMARNAT-2001	Establece los procedimientos y lineamientos que se deberán observar para la rehabilitación, mejoramiento y conservación de los terrenos forestales de pastoreo (diciembre de 2001)
N O M -023- SEMARNAT-2001	Establece las especificaciones técnicas que deberá contener la cartografía y la clasificación para la elaboración de los inventarios de suelos (diciembre de 2001)
N O M -EM -138-EC O L-2002 (norma emergente)	Establece los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos, la caracterización del sitio y procedimientos para la restauración (DOF, marzo 2004) Actualmente el grupo de trabajo que elaboró la N O M se encuentra dando respuesta a los comentarios recibidos durante el periodo de consulta pública.

*Ilustración 5: Normas oficiales Mexicanas vigentes en materia de suelo*

## 2.-METODOLOGÍA DE TRABAJO

El área de estudio fue en los municipios ubicados en la parte central del estado, careacterizados por ser unos de los principales productores café del estado y del país.

El estudio se realizó en los municipios de Coatepec, Xico, Teocelo y Emiliano Zapata en parcelas ubicadas a una altura entre 905 y 1302 msnm y una precipitación promedio anual de 1750 a 1926 mm, una temperatura promedio de 19°C (Inafed.gob.mx).

De manera a poder evaluar el efecto de manejo del cafetal en la macrofauna, su abundancia, biomasa, diversidad taxonómica se establecieron los muestreos de macrofauna en parcelas productivas con tres manejos agronómicos (Tratamientos): Tradicional, Comercial e Intensivo. La cuales fueron seleccionados previamente (Cerdán-Cabrera et al.datos no publicados).

Tabla 1.- Ubicación de las parcelas a muestrear Tradicional (T1), comercial (T2), intensivo (T3).

Tratamiento	Repetición	Coordenadas		Altitud (msnm)	Municipio
Tradicional	2	19°28'7.10"N	96°55'40.46"O	1216	Coatepec
Tradicional	3	19°24'31.76"N	96°59'21.55"O	1236	Xico
Tradicional	5	19°25'24.50"N	96°56'16.93"O	1058	Coatepec
Comercial	1	19°23'35.32"N	96°59'34.81"O	1231	Teocelo
Comercial	2	19°23'34.47"N	97° 0'10.37"O	1302	Teocelo
Comercial	3	19°25'29.85"N	96°52'10.23"O	905	Coatepec
Intensivo	2	19°27'21.21"N	96°53'12.87"O	1148	Emiliano Zapata
Intensivo	4	19°27'43.68"N	96°53'33.41"O	1165	Emiliano Zapata
Intensivo	5	19°27'39.29"N	96°52'53.90"O	1140	Emiliano Zapata

Se establecieron 3 replicas para cada tipo de manejo, o sea tres parcelas, teniendo un total de 9 parcelas, en cada parcela se hizo un transecto de 20x50 m dando un total de 100m<sup>2</sup> donde se realizó la colecta de la macrofauna obteniendo 5 muestras.

La metodología utilizada para la toma de muestra es la del monolito De TSBF en cada sitio del transecto se extrajo un monolito de 25x25x30 cm de profundidad. presentando un área de 0.0625m<sup>2</sup>, el cual se dividió en tres estratos: De 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y de 20 a 30 cm. Posteriormente se recolectó minuciosamente con la ayuda de pinzas la macrofauna existente en cada estrato la cual se deposito en un recipiente con alcohol al (70%) todos los organismos salvo las lombrices de tierra que fueron depositadas en formol al (4%), todos los recipientes fueron etiquetados previamente por estratos, tratamientos y la fecha de recolección, los organismos obtenidos se llevaron al laboratorio para ser contabilizados, pesados e identificados hasta nivel de orden.

Los análisis de rutina del suelo (parámetros fisicoquímicos) fueron realizados por el Dr. Cerdán y su equipo. En el trabajo de estancia también se medio la hojarasca presente en el suelo, su contenido de humedad por gravimetría y la densidad aparente por el método del cilindro

Se comparó la abundancia, biomasa riqueza, diversidad, similitud por uso y estrato en la macrofauna del suelo de la siguiente manera:

**Abundancia.** Se midió la contribución del número de individuos de cada orden en el total y tabulado como frecuencia.

**Biomasa:** Se pesaron los individuos encontrados de cada orden y se estimó a individuos por metro cuadrado.

**Riqueza.** Se expresó como el número de taxones en una comunidad, presentes en cada tratamiento o tipo de manejo

**Diversidad.** Se midió de acuerdo al Índice de Simpson =  $D_s = 1 - \sum(n_i - 1)/N - 1$ , siendo  $n_i$  la proporción del número de individuos de la especie  $i$  menos 1 con respecto a  $N$  o número total de individuos menos 1. Es un índice estructural de dominancia, pudiéndose calcular la diversidad.

**Similitud.** Entre los sistemas estudiados, se obtuvo el coeficiente de Jaccard (C), que se basa en la relación presencia-ausencia entre el número de especies en cada sistema y el total de especies  $C_j =$



$C/(A+B-C)$ ; Donde C número de especies comunes a ambos sistemas; A número de especies encontradas en el sistema A; B número de especies encontradas en el sistema B.

## **2.1.- Plan de trabajo**

### **Semana 1.- 13/06/16 – 17/06/16**

Se trabajó haciendo una revisión bibliográfica para relacionarse con el tema, se realizó un reconocimiento del área de trabajo y la instancia receptora.

### **Semana 2.- 20/06/16 – 24/06/16**

Reunión con los Drs. Isabelle Barois, Luc Villain y Carlos Cerdán-Cabrera para la presentación del trabajo a realizar, así como la selección de las parcelas a muestrear.

Preparación del material para la salida a campo; preparación del alcohol al 70%, formol al 4%, etiquetas, y material para el muestreo (palas, picos, charolas, botes, pinzas, sillas, etc.)

### **Semana 3.- 27/06/16 – 01/07/16**

Realización del muestreo de las parcelas con manejo agronómico Tradicional (T1), al cual asistieron la Dra. Isabelle y los compañeros de trabajo David, Froylan e Isis. Se realizaron tres a cinco monolitos por día, en cada uno se realizaba una colecta e identificación en campo por estrato separando los artrópodos de los oligochaetos.

Se tomaron muestras de la hojarasca y de suelo para determinar la humedad y la densidad aparente. Las muestras de suelo fueron pesados en húmedo el mismo día y se pusieron a secar en una estufa a 100°C volviendolos a las 24 horas para obtener el peso seco. La hojarasca colocó en una estufa de secado a 60°C durante 72 horas para obtener su peso seco.

Esta metodológica se utilizó en todos los muestreos.

### **Semana 4.- 04/07/16 – 08/07/16**

Realización del muestreo en las parcelas con manejo agronómico Comercial (T2),

### **Semana 5. 11/07/16 – 15/07/16**

Realización del muestreo de las parcelas con manejo agronómico Intensivo (T3).

### **Semana 6.-18/07/16 – 22/07/16**

Limpieza de las muestras, se lavaron los frascos, se limpiaron las lombrices con agua y se guardaron en alcohol al 70% para su conservación y para facilitar la identificación y contabilización.

### **Semana 7.-25/07/16 – 29/07/16**

Se ayudó a los compañeros con la identificación y pesado de macro y mesofauna de suelos contaminados con hidrocarburos perteneciente a otro proyecto del INECOL.

### **Semana 8.-01/08/16 – 05/08/16**

Identificación de la macrofauna del tratamiento T1. Con ayuda de un microscopio se identificó y se contabilizó la macrofauna a un nivel taxonómico de órden, separando los diferentes grupos en frascos nuevos y etiquetados.

Este procedimiento se replicó en los tratamientos T2 Y T3

**Semana 9.-08/08/16 – 12/08/16**

Identificación de la macrofauna del tratamiento T2.

**Semana 10.-15/08/16 – 19/08/16**

Identificación de la macrofauna del tratamiento T3.

**Semana 11.-22/08/16 – 26/08/16**

Apoyo en la preparación de muestras para microscopía electrónica de macro y mesofauna.

Elaboración del reporte final; interpretación de resultados, elaboración de gráficas, etc.

**Semana 12.-29/08/16 – 02/09/16**

Elaboración del reporte final; interpretación de resultados, elaboración de gráficas, etc.

**Semana 13.-05/09/16 - 09/09/16**

Preparación de la exposición del trabajo realizado.

**Semana 14.-12/09/16 - 15/09/16**

Exposición y presentación del trabajo a SupAgro Florac (vía Skype) y a los Drs involucrados en el proyecto.

### **3.-RESULTADOS OBTENIDOS**

#### **3.1.-Abundancia**

El número de individuos promedio en de los tres tratamientos fue de 1328 individuos por metro cuadrado (i.p.m<sup>2</sup>), los valores más altos están representados por tratamiento intensivo con 1623,47 i.p.m<sup>2</sup> donde predominaron principalmente los órdenes Hymenoptera, Isoptera, Oligochaeta y Coleoptera, seguido por el tratamiento tradicional 1531,73 i.p.m<sup>2</sup> con predominancia de los órdenes Hymenoptera, seguido por Oligochaeta, después los Chilopoda y Coleoptera, por último el tratamiento comercial el cual presentó 830,93 i.p.m<sup>2</sup> con los órdenes predominantes Hymenoptera, Oligochaeta, Chilopoda y Coleoptera. El análisis de varianza para la variable abundancia de macrofauna no mostró diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) para los diferentes tratamientos.

Tabla 2: Abundancia de ódenedes de los diferentes tratamientos, individuos por m<sup>2</sup>

ÓRDEN	TRATAMIENTO		
	T1(g. m2)	T2 (g. m <sup>2</sup> )	T3(g. M <sup>2</sup> )
OLIGOCHAETA	99,16	19,57	54,00
ARANEAE	0,08	0,03	0,11
DIPTERA	0,00	0,00	0,00
BLATODEA	0,13	0,01	0,05
ORTHOPTERA	0,22	0,42	0,07
ISOPTERA	0,00	0,24	1,06
ISOPODA	0,00	0,01	0,05
HYMENOPTERA	0,67	0,22	0,74
MOLUSCOS	0,06	0,17	0,08
NEMATODOS	0,00	0,01	0,00
LEPIDOPTERA	0,54	0,49	0,21
COLEOPTERA	2,38	2,54	6,39
DERMAPTERA	0,00	0,03	0,01
DIPLOPODA	0,00	0,11	0,00
DIPLURA	0,00	0,00	0,01
SYMPHYLA	0,00	0,00	0,00
HEMIPTERA	0,25	0,07	0,20
CHILOPODA	0,04	0,12	0,05
CICADIDAE	1,12	0,54	3,48
IXODIDAE	0,00	0,00	0,00
OTROS	0,16	0,00	0,06
TOTAL M <sup>2</sup>	104,82	24,58	66,58

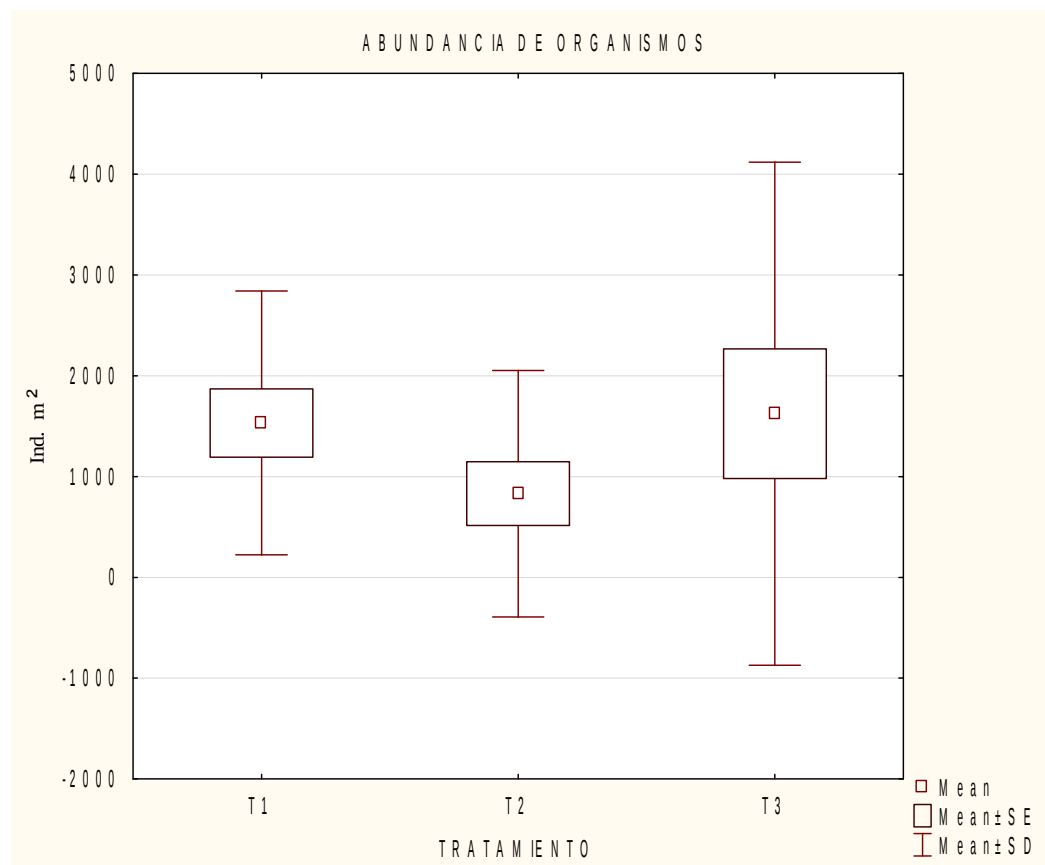


Ilustración 6: El análisis de varianza para la variable abundancia

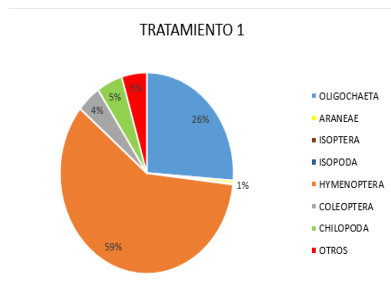


Ilustración 8: Grafica de pastel del porcentaje de taxas en el tratamiento T1

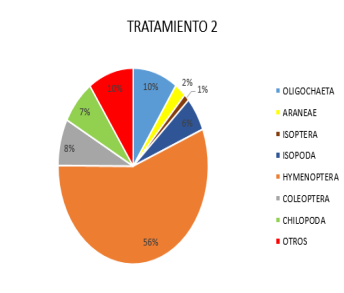


Ilustración 9: Grafica de pastel del porcentaje de taxas en el tratamiento T2

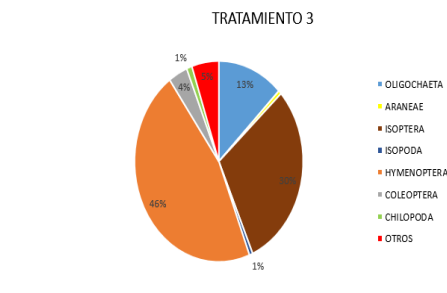


Ilustración 7: Grafica de pastel del porcentaje de taxas en el tratamiento T3

### 3.2.-Biomasa

El tratamiento con mayor abundancia fue el tratamiento T1 con 104,82 g.m<sup>2</sup> siendo las predominantes las Oligochaetas seguidas por Coleopteros y después por Cicadadaes. El tratamiento T3 obtuvo 66,58 g.m<sup>2</sup> las Oligochaetas también fueron las predominantes seguidos por los coleopteros. El tratamiento T2 tuvo la menor biomasa 24,58 g.m<sup>2</sup> pero al igual que los otros tratamientos el orden Oligochaeta fue la dominante seguida por los coleopteros. El análisis de varianza para la variable biomasa de macrofauna mostró diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) para los diferentes tratamientos.

La prueba de comparación de medias de Tukey para la variable biomasa de macrofauna asociada a los tres tratamientos indica que el T1 presentó diferencias estadísticas significativas a una ( $p < 0.05$ ) frente al T2 y T3.

Tabla 3: Abundancia de ódenes de los diferentes tratamientos, individuos por m<sup>2</sup>

ÓRDEN	TRATAMIENTO		
	T1(g. M <sup>2</sup> )	T2 (g. m <sup>2</sup> )	T3(g. M <sup>2</sup> )
Oligochaeta	99,16	19,57	54,00
ARANEAE	0,08	0,03	0,11
DIPTERA	0,00	0,00	0,00
BLATODEA	0,13	0,01	0,05
ORTHOPTERA	0,22	0,42	0,07
ISOPTERA	0,00	0,24	1,06
ISOPODA	0,00	0,01	0,05
HYMENOPTERA	0,67	0,22	0,74
MOLUSCOS	0,06	0,17	0,08
NEMATODOS	0,00	0,01	0,00
LEPIDOPTERA	0,54	0,49	0,21
COLEOPTERA	2,38	2,54	6,39
DERMAPTERA	0,00	0,03	0,01
DIPLOPODA	0,00	0,11	0,00
DIPLURA	0,00	0,00	0,01
SYMPHYLA	0,00	0,00	0,00
HEMIPTERA	0,25	0,07	0,20
CHILOPODA	0,04	0,12	0,05
CICADIDAE	1,12	0,54	3,48
IXODIDAE	0,00	0,00	0,00
OTROS	0,16	0,00	0,06
TOTAL M <sup>2</sup>	104,82	24,58	66,58

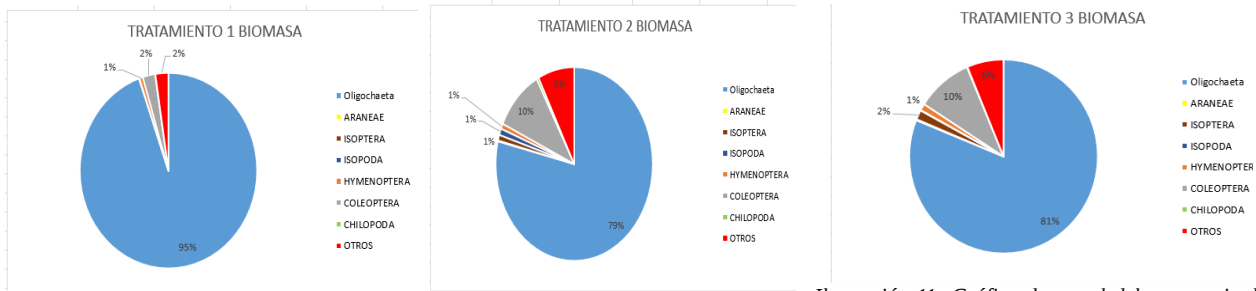


Ilustración 12: Gráfica de pastel del porcentaje de biomasa de taxas en el tratamiento T1

Ilustración 10: Gráfica de pastel del porcentaje de biomasa de taxas en el tratamiento T2

Ilustración 11: Gráfica de pastel del porcentaje de biomasa de taxas en el tratamiento T3

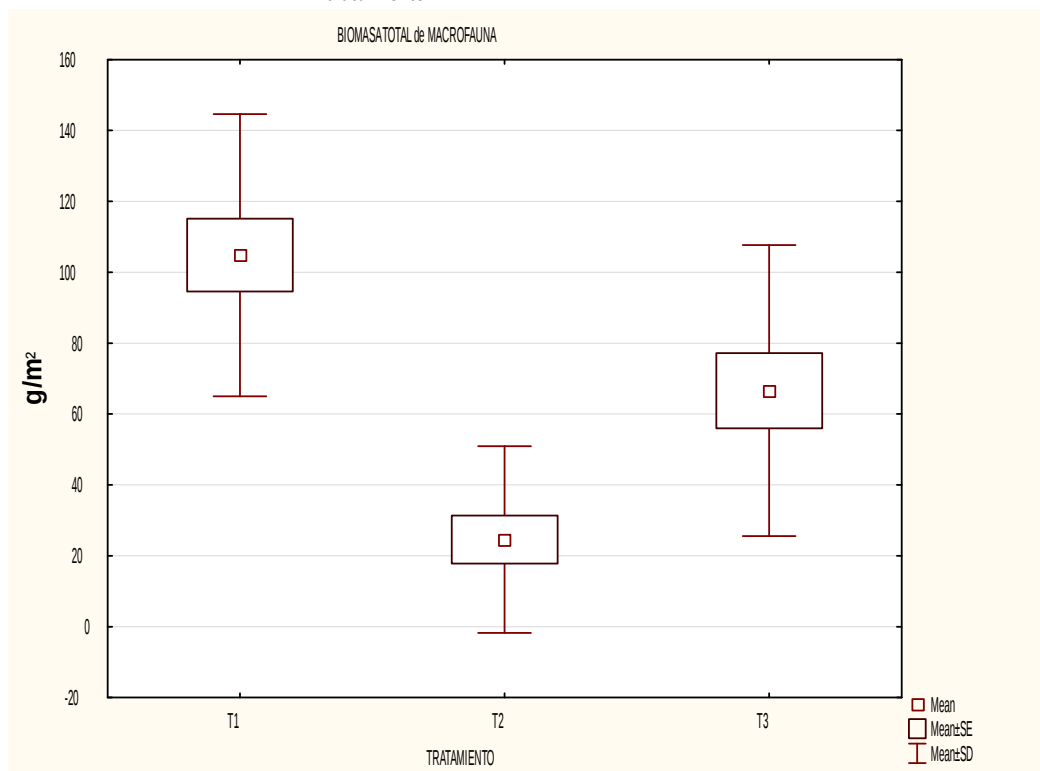


Ilustración 13: El análisis de varianza para la variable biomasa de macrofauna con ( $p < 0.05$ )

### 3.3.- Diversidad y riqueza

Tabla 4: Resultados de los índices de diversidad, equitabilidad y número taxas

Tratamiento	Simpson_1-D	Shannon_H	Equitability_J	Taxa_S
T1	0,5756	1,219	0,4302	17
T2	0,6579	1,684	0,5622	20
T3	0,6793	1,481	0,4942	20

Los tratamientos con el mayor número de órdenes por metro cuadrado fueron el T3 y T2 con 20 órdenes y En el T1 manejo tradicional se encontró el menor número de órdenes 17.

Los tratamientos comercial e intensivo, indicarán mayor diversidad (0,6793 y 0,6579) respectivamente, representados por el orden Hymenoptera, Isoptera y Ologochaeta, a diferencia del tratamiento tradicional el cual tiene el valor más bajo con 0,5756 representada de igual manera por representados por los órdenes Hymenoptera, Oligochaeta y Chilopodas según el índice de Simpson.

### 3.4.- Similitud

Según el coeficiente de Jaccard (Cj) la mayor similitud se encontró en los tratamientos comercial e intensivo un 95% seguida los tratamientos tradicional y comercial, tradicional e intensivo con un 56%. La similitud que comparten los tres tratamientos es de 66.6%.nos menos según el histograma de abajo

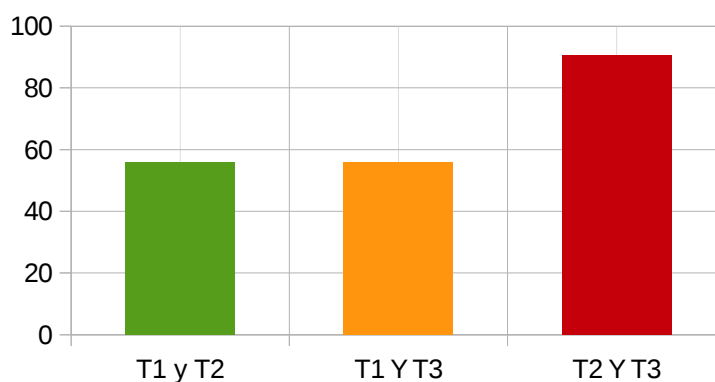


Ilustración 14: Gráfica de similitud según el coeficiente de Jaccard (Cj)

### 3.5.- Hojarasca, humedad y densidad aparente del suelo

Tabla 5.- Resultados del % de humedad, densidad aparente y peso de la hojarasca

Tratamiento	% Humedad	Densidad aparente (gcm-3)	Peso hojarasca (g)
T1	38,42	1,05	203,11
T2	42,78	0,94	136,17
T3	19,89	1,18	212,83

La humedad del suelo fue mayor en el tratamiento T2 seguido por el T1 y por último el T3, la densidad aparente no varió mucho entre los tratamientos y en la variable hojarasca el peso más alto lo tuvo el tratamiento T3 seguido por el T1 y por último el T2.

## 4.-DISCUSIÓN

### Abundancia

En abundancia tuvimos unos resultados diferentes a los que se esperaban, ya que las parcelas con tratamiento intensivo se encontró más abundancia que en la tradicional y comercial, una hipótesis de eso podría ser el manejo de las parcelas cercanas en las cuales se desconoce el manejo utilizado, ya que este manejo podría influir directamente en la población, que la fecha de muestreo no fue la indicada ya que las parcelas aún no alcanzaban el pico de abundancia.

En los tres tratamientos predominó altamente el orden himenoptera, esta óden podría ser una plaga al igual que los colepteros.

### Riqueza

En general se encontró una amplia diversidad de taxas en los tratamientos, se encontraron un total de 22 órdenes distintos, los cuales son buen indicador de la calidad de los suelos, esto podría deberse a que en las parcelas aun se conserva mucha vegetación nativa, principalmente forestal, la cual se utiliza como sombra para los cafetales. Los suelos muestreados presentaron una buena

estructura y concentración de hojarasca y materia orgánica, lo cual permite la preservación de fauna edáfica.

#### Diversidad

No existió mucha diferencia entre los tratamientos, consideramos que se debe a la diversidad de especies forestales utilizados como sombra, en las parcelas con tratamiento tradicional son utilizados más árboles de sombra pero en los tratamientos comercial e intensivo los árboles de sombra son más parecidos, el suelo también juega un papel importante pues en los sitios T2 y T3 son más parecidos de acuerdo a los análisis fisicoquímicos.

#### **4.1.-Propuestas para la conservación de la biodiversidad del suelo**

- Con base en los resultados proponemos una conservación de las especies forestales nativas.
- Apesar de haber encontrado la mayor riqueza y abundancia en el tratamiento intensivo, recomendamos el uso de los tratamientos tradicionales porque fue en estas donde se encontró el mayor número de Oligochaetas que es un indicador potencial de la calidad de suelo, con esto la disminución de productos agroquímicos.
- Disminuir los productos químicos, ya que se encontró mayor diversidad de taxas en las parcelas con manejo intensivo, consideramos este resultado por la posible adaptabilidad de las especies sin embargo esto podría generar la adaptabilidad de especies consideradas como plagas como hormigas y termitas
- Es muy importante utilizar el mismo manejo agronómico en parcelas cercanas para evitar la contaminación o influencia de otros manejos.

## CONCLUSIÓN

La mayor abundancia, riqueza y diversidad se encontró en el manejo intensivo, esto es contradictorio a los resultados esperados, en el estrato de 0 a 10 cm (A) se encontró el mayor número de taxas y abundancia debido a que es en este estrato donde se encuentra la mayor concentración de materia orgánica y tiene la mejor estructura.

Comparando los tres tratamientos en cuanto a abundancia obtuvimos lo siguiente; En la profundidad A predomina el tratamiento tradicional, en la profundidad B predomina el tratamiento comercial y en la profundidad C predomina el tratamiento intensivo.

La densidad de individuos por metro cuadrado resultó ser similar en los tratamientos tradicional e intensivo.

Se encontraron 22 órdenes de las cuales 17 se comparten en los tres tratamientos, 20 de ellos fueron encontrados en el tratamiento intensivo, 20 en el tratamiento comercial y 15 en el tratamiento tradicional.

Los tratamientos comercial e intensivo, indicaron mayor diversidad (0,67 y 0,65), el tratamiento tradicional obtuvo el valor más bajo con 0,57.

Las parcelas con manejo intensivo tuvieron la mayor variabilidad posiblemente por la adaptación que han tenido al uso de agroquímicos y al manejo. El manejo tradicional tuvo los resultados más bajos ya que podrían ser afectadas por influencia de las parcelas cercanas.

En general aunque los resultados no fueron los esperados mostraron información interesante obteniendo información diferente a lo que generalmente se conoce, esto no quiere decir que sean resultados negativos pero nos da material para dar seguimiento a los manejos agronómicos para las parcelas cafetaleras.

El proyecto del Dr. Carlos Cerdán es un proyecto que tendrá un resultado positivo si se llegara a encontrar las parcelas en equilibrio, aunque los resultados se verían a largo plazo, los resultados obtenidos en esta fase son de gran importancia para conocer el estado del suelo de las parcelas.



## BIBLIOGRAFIA

CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. Secretaría General, Secretaría de Servicios Parlamentarios, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, Última Reforma DOF 13-05-2016.

CENICAFE. 2005. Sistemas Agroforestales de producción de café. Disponible en internet: [http://www.Cenicafe.org/modules.php?name=Sistemas\\_Produccion&file=sisagr](http://www.Cenicafe.org/modules.php?name=Sistemas_Produccion&file=sisagr).

Daily, G.C. (Ed.), 1997, Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems.. Washington, D.C: Island Press, 1997. 392 pages. p.113-132.

Escamilla, E. y S. Díaz. 2002. "Sistemas de cultivo de café en México". Estado de México: Universidad Autónoma de Chapingo. 57 pp.

Geissert, K. D. y E. Enríquez. 2011. Geomorfología, pp. 53-68. En: La biodiversidad en Veracruz. Estudio de Estado. conabio, Gobierno del Estado de Veracruz, uv, inecol. México.

GEO México.,2004 Estado del medio ambiente: suelo. Disponible en internet : [www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/448/9.pdf](http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/448/9.pdf)

González-Gándara, C. 2011. Amenazas al ambiente marino veracruzano. In. La biodiversidad en Veracruz estudio del estado. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pp 335-341.

Instituto de Ecología 2016, Disponible en internet : <http://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/> (Consultado el 23/07/16).

Hillel, D. 1998. Environmental soil physics. Academic Press. San Diego, U.S.A. 771 p.

Instituto federal para el federalismo y desarrollo municipal, Disponible en internet : <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM30veracruz/municipios/30092a.html> (Consultado el 23/08/16)

Lavelle, P. *et al*, 1994. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. In: Wooster, P. L. and Swift, M. J. (Eds) The Biological Management of Tropical Soil Fertility. Wiley- Sayse – TSBF. 137 – 169 p.

Lavelle, P.; Spain, A.V. 2001. Soil Ecology. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 654 p.

Lavelle, P., Decaens, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F., et al. 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. European Journal of Soil Biology.

Lavelle P, 1996. - Diversity of soil fauna and ecosystem function. Biology International, 33

Moguel, P. y V.M. Toledo. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. Conservation Biology.

Pascal J., Dauber J., Lagerlöf J., Lavelle P., Lepage M., 2005. Soil invertebrates as ecosystem engineers: Intended and accidental effects on soil and feedback loops:163p

*Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos (2009) disponible en [www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/30/30173.pdf](http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/30/30173.pdf) (Consultado el 23/08/16)*

Reservaelen.org, Universidad Veracruzana, Disponible en internet : [http://reservaelen.org/plantasloc/alumnos/manual/04a\\_biodiversidad.html](http://reservaelen.org/plantasloc/alumnos/manual/04a_biodiversidad.html) (Consultado el 23/08/16)

Rosenzweig, C., and D. Hillel, 1998: [Climate Change and the Global Harvest: Potential Impacts of the Greenhouse Effect on Agriculture](#). Oxford University Press.

Santiago R. P., Artunduaga L.F., Ramírez P. R., Alveiro Q. J. G., Leiva R. E.I., 2011., Los Macroinvertebrados como Indicadores de la Calidad del Suelo en Cultivos de Mora, Pasto y Aguacate., Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín 64(1):5793-5802. 2011.,p 10 .

SEMARNAT-Secretaria de medio ambiente y recursos naturales 2016, Disponible en internet : <http://www.gob.mx/semarnat> [Consultado el 23/08/16).

Soto, E. M. y L. Giddings-Berger. 2011. Clima, pp. 35-52. En: La biodiversidad en Veracruz. Estudio de Estado. conabio, Gobierno del Estado de Veracruz, uv, inecol, México.

Soto., P., L., 2003., Sistemas de Producción Alternativos., Unidad San Cristóbal (Isoto@eco sur.mx ).

Toledo, V.M. 2003. Los pueblos indígenas: actores estratégicos para el corredor biológico mesoamericano. Biodiversitas: 47: 8-15.

## GLOSARIO

**Fertilidad.**- Capacidad de reproducirse o lograr producir en abundancia.

**Materia orgánica.**- Aquella que se encuentra conformada por moléculas orgánicas resultantes de los seres vivos y la podemos hallar en las raíces, animales, organismos muertos y en los restos de alimentos.

**Taxonomía.**- Ciencia que trata de los principios, métodos y fines de la clasificación, generalmente científica.

**Indicadores biológicos.**- Atributos de los sistemas biológicos que se emplean para descifrar factores de su ambiente.

**Biótico.**- Es el medio en donde existe vida y, por ende organismos vivos o relacionado con ellos. No obstante, el término biótico se relaciona con la palabra biota que hace referencia al conjunto de flora y fauna.

**Abiótico.**- Es el medio en donde no existe vida. El término abiótico está compuesto por la vocal “a” que significa “negación” y “biótico” que expresa “vida”.

**Agronómicos.**- Conjunto de conocimientos de diversas ciencias aplicadas que rigen la práctica de la agricultura y la ganadería.

**Cafeticultor.**- Persona que se dedica al cultivo del café.

**Biodiversidad.**- Variedad de formas de vida en el planeta, incluyendo los ecosistemas terrestres, marinos y los complejos ecológicos de los que forman parte

**Microorganismos.**- Son aquellos seres vivos diminutos que únicamente pueden ser apreciados a través de un microscopio.

**Topografía.**- La Topografía es una disciplina que se especializa en la descripción detallada de la superficie de un terreno.

**Degradación.**- Proceso degenerativo que reduce la capacidad de los suelos para desempeñar sus funciones.

**Estratos.**- Capa o serie de capas en una cosa.

**Labranza.**- Operación agrícola consistente en trazar surcos más o menos profundos en la tierra con una herramienta de mano o con un arado.

**Insumos.**- Concepto económico que permite nombrar a un bien que se emplea en la producción de otros bienes.

**Fertilizantes.**- Es una sustancia natural, sintética o artificial de composición orgánica o inorgánica que permite agregar al suelo los nutrimentos necesarios para su buen desempeño.

**Lixiviación.**- Extracción de la materia soluble de una mezcla mediante la acción de un disolvente líquido.

## ANEXOS



*Equipo de trabajo*



*Realización del monolito*



*Parcela cafetalera con tratamiento comercial*

## **RESUMEN**

*El cultivo del café en México es uno de los cultivos más importantes, sobre todo en la región centro del estado de Veracruz, en los últimos años el sistema de producción ha ido cambiando, tradicionalmente el café es cultivado bajo sombra en un sistema agroforestal, en la actualidad ese sistema se ha ido modificando al grado de llegar a sistemas intensivos a pleno sol, perdiendo con ello mucha biodiversidad y sin dudarle el suelo, considerando esto, la estancia tuvo como objetivo la realización de un inventario de macrofauna en parcelas cafetaleras con distintos manejos agronómicos, tradicional (T1), comercial (T2) e intensivo (T3), realizándolo en tres parcelas distintas por manejo y cinco muestras por parcela, en cada muestra se evaluaron tres estratos de 0 a 10 cm (A), de 10 a 20 cm (B) y 20 a 30 (C) Los resultados más importantes fueron abundancia, riqueza, diversidad y similitud, mostrando los mejores resultados las parcelas del tratamiento intensivo, este fue un resultado que no se esperaba sin embargo es un resultado interesante ya que en general las parcelas muestran una favorable diversidad y abundancia de la macrofauna.*

**Palabras clave:** *Agroforestal, macrofauna, cafetaleras, agronómicos, diversidad*