



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ÚRSULO GALVÁN

IMPACTO DEL USO DE SUELO SOBRE LA
MESO Y MACROFAUNA EN PASTO MOMBASA
(*Panicum máximum* cv. MOMBASA)

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de:
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

Presenta:
EDGAR IBZAM HERVER SAUNIER

No. Control: 12881728

Úrsulo Galván, Ver., Mayo de 2019



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO

Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

Úrsulo Galván, Ver., **07/MAYO/2019**

No. DE OFICIO: DEP /338/2019

Asunto: Autorización de Impresión

C. EDGAR IBZAM HERVER SAUNIER
PRESENTE

Por este conducto me dirijo a usted para comunicarle que su trabajo titulado: **IMPACTO DEL USO DE SUELO SOBRE LA MESO Y MACROFAUNA EN PASTO MOMBASA (*Panicum máximum* cv. MOMBASA)**, Como opción de titulación integral mediante: **TESIS PROFESIONAL** después de haber sido revisado por su Asesor y los integrantes de la Comisión de Revisión y usted haber cumplido con todas las correcciones y los requisitos indispensables, ha sido autorizada su impresión; **por lo que deberá entregar a este Departamento 01 Ejemplar encuadrado con pasta dura de color Negro y 05 CD'S.**, debiendo presentarse en formato digital atendiendo a las instrucciones para tal efecto.



SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA
Instituto Tecnológico
de Úrsulo Galván
DIVISIÓN DE ESTUDIOS
PROFESIONALES

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
"Nuestro Esfuerzo es Progreso"

M.A. CAROLINA SAC-NICTE MÉNDEZ GONZÁLEZ
JEFA DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

C.p. Archivo
CSMG/jhb

Carretera Cardel – Chachalacas Km. 4.5, C.P.91667,
Úrsulo Galván, Ver. Teléfono (296) 9625029 Ext.108
www.itursulogalvan.edu.mx





SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO

Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

Úrsulo Galván, Ver, 29/Abril/2019

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación integral.

M.A. CAROLINA SAC-NICTE MÉNDEZ GONZÁLEZ
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación integral

a) Nombre del Egresado	EDGAR IBZAM HERVER SAUNIER
b) Carrera:	LICENCIATURA EN BIOLOGÍA
c) No. de Control	12881728
d) Nombre del proyecto	IMPACTO DEL USO DE SUELO SOBRE LA MESO Y MACROFAUNA EN PASTO MOMBASA (<i>Panicum máximum cv. MOMBASA</i>)
e) Producto	TESIS

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

A T E N T A M E N T E
"Nuestro esfuerzo es progreso"

Q.C. ADRIANA E. RIVERA MEZA
JEFA DEL DEPTO. DE INGENIERIAS



SECRETARIA DE
EDUCACION PÚBLICA
Instituto Tecnológico
de Úrsulo Galván
INGENIERIAS

 DR. FÉLIX D. MURILLO CUEVAS	 BIOL. OSCAR CRUZ JÁCOME	 M.C. JESÚS HERRERA ALARCÓN
Nombre y Firma del Director	Nombre y Firma del Asesor	Nombre y Firma del Asesor

c.c.p. Expediente

Carretera Cardel - Chachalacas Km. 4.5, C.P. 91667,
Úrsulo Galván, Ver. Teléfono (296) 9625029 Ext. 102
www.itursulogalvan.edu.mx



DEDICATORIA:

En primer lugar, a dios por permitirme tener una vida tan feliz a lado de personas tan increíbles, que me han demostrado tanto cariño. A mis padres, por darme la vida y ser parte fundamental en mi crecimiento y desarrollo como estudiante y profesionista, mi padre Edgar, que, a pesar de no estar a mi lado, nunca me dejo solo y me brindo apoyo para concluir satisfactoriamente mis estudios. a mi madre Martha, que ha estado cada momento, feliz y triste a mi lado, dándome sus consejos y cariño cada día, a mi hermana Madison, que me apoyo en muchas ocasiones cuando no podía comprender algunas cosas, por alegrarme en momentos en los que pasaban muchas cosas en mi cabeza. A mi abuela Yolanda, que siempre se preocupa por mí y me recuerda día a día que quiere lo mejor para mí, siempre estaré agradecido por ser el motor de mi vida.

“La familia no es una cosa importante. Lo es todo.”

AGRADECIMIENTO

A mi director de tesis, el Dr. Félix David Murillo Cuevas, que me permitió realizar este trabajo, por darme consejos útiles y su apoyo al realizar la tesis y ser parte fundamental en mi carrera. Al instituto tecnológico de Úrsulo Galván, por darme la oportunidad de trabajar en sus laboratorios y aulas, para demostrar de lo que soy capaz. A mis compañeros de clase, Gerardo, mi hermano rondallero, que siempre le dio alegría y humor a mi vida desde la prepa, Osorio que me ayudó en muchos aspectos personales, Abigail, que desde la preparatoria has sido una gran persona y sobre todo mi amiga, por aconsejarme y brindarme tu apoyo durante la carrera, a Zahori, por darme sus grandes consejos cuando más los necesité y demostrarme que siempre podre confiar en ti, a Laura Castillo, que a pesar de todo lo que ha pasado, me has dado grandes consejos y hemos forjado buena amistad. Naye, por ser mi amiga y compartir grandes momentos durante la carrera, Stephanie y Floriberta, por ser mis amigas y compartir sin fin de experiencias tanto dentro como fuera de la universidad. A mis colegas Ángel, Diana y Gerardo Quiroz, que fueron un gran apoyo durante el proceso de mi tesis, por acompañarme a coleccionar las muestras y pasar excelentes momentos en el laboratorio. A mis demás compañeros de biología generación 2012-2016 que, alegraron cada día de mi vida como estudiante, por compartir conmigo tantas experiencias en el aula, en viajes y prácticas de campo.

RESUMEN

Úrsulo Galván, al ser zona productiva y rural, tiene como actividades primarias la pesca, agricultura y ganadería, siendo de importancia por lo cual el uso de potreros para la siembra de especies de gramíneas como el pasto Mombasa es primordial, dando como resultado una amplia utilización del suelo y una mayor explotación, sin tomar importancia el daño e impacto que se produce a la meso y macrofauna del suelo, que cumplen funciones degradadoras. El objetivo general consistió en evaluar los efectos que provoca el uso de suelo con pasto en meso y macrofauna edáfica. El estudio se llevó a cabo en áreas de pasto Mombasa y flora silvestre del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. Dentro de cada parcela en cada uno de los usos de suelo se establecieron dos puntos de muestreo, utilizando un cuadrante de 25 x 25 cm, donde se tomaron dos muestras de suelo a dos profundidades de 0 a 15 cm y de 15 a 30 cm, colectando un total de cuatro muestras por parcela, y ocho muestras por uso de suelo. Como resultado se colectaron un total de 1,321 organismos pertenecientes a 16 taxones. La abundancia de meso y macrofauna fue mayor en el uso de suelo con vegetación y ligeramente superior en diversidad y equidad. El análisis estadístico no paramétrico de Kruskal-Wallis registro diferencias significativas entre las épocas del año y entre los usos de suelo en relación a la abundancia y riqueza de la meso y macrofauna edáfica. Las hormigas, lombrices, caracoles, termitas y escarabajos fueron los grupos taxonómicos más abundantes. Como conclusión, Se ha comprobado que el suelo con pasto tiene un efecto negativo sobre la meso y macrofauna edáfica que varía en relación a las condiciones ambientales, reduciendo su abundancia, riqueza y diversidad en comparación a suelo con vegetación silvestre.

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
IV. OBJETIVOS.....	6
4.1. General.....	6
4.2. Específicos.....	6
V. HIPÓTESIS.....	7
VI. MARCO TEORICO.....	8
6.1. La fauna del suelo.....	8
6.1.1. Riqueza y abundancia de la fauna del suelo.....	8
6.2. Mesofauna.....	9
6.2.1. Organismos que ingieren materiales orgánicos y minerales.....	27
6.2.2. Organismos que ingieren materia orgánica.....	27
6.2.3. Organismos que transportan materiales.....	28
6.2.4. Organismos que mejoran la estructura y la aeración.....	28
6.2.5. Depredadores.....	29
6.3. Macrofauna.....	29
6.4. Métodos para medir la macrofauna y Mesofauna.....	30
VII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
7.1. Área de estudio.....	35
7.2. Muestreo.....	35
7.3. Procesamiento de muestras.....	36
7.4. Análisis de datos.....	36
VIII. RESULTADOS ESPERADOS.....	38
IX. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	44
X. RECURSOS REQUERIDOS.....	44
XI. FUENTES DE CONSULTA.....	44

INDICE DE CUADROS**PAGINA**

Cuadro 1. Densidad de mesofauna en condiciones favorables.....	1
Cuadro 2. Número total de géneros y especies por familia de termes.....	26
Cuadro 3. Abundancia, riqueza, diversidad, diversidad máxima y equidad de meso y Macrofauna colectada en pasto y vegetación Silvestre del ITUG.....	39
Cuadro 4. Resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.....	40
Cuadro 5. Tabla de contingencia de taxones por uso de la meso y Macrofauna colectada en el área del ITUG.....	42

INDICE DE FIGURAS

PAGINA

Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Úrsulo Galván, Veracruz y del instituto tecnológico de Úrsulo Galván...	35
Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio.....	37
Figura 3. Ubicación geográfica del área de estudio con suelo sin cultivos.....	37
Figura 4. Grafica de comparación de la meso y Macrofauna en pasto y vegetación silvestre.....	40
Figura 5. Gráfico de barras con frecuencias de recuento de cada taxón por el uso de suelo.....	43

I. INTRODUCCION

De acuerdo a la CONABIO (2006) el pasto *Panicum máximum* es originario de Tanzania, África. Esta gramínea tiene características muy similares al zacate Tanzania, tanto en calidad como alta producción de forraje solo con unas diferencias, ya que sus hojas son más anchas y el color es verde oscuro. Tiene una gran característica, alta relación de tallo con hoja, tasa al rebrote, tolerancia a las sequias, es tolerante al encharcamiento temporal, tiene alta cantidad de nutrientes, excelente palatabilidad y excelente digestibilidad. Estos pastos requieren un suelo alto en fertilidad y que sean drenados, al igual como muchos cultivos, requiere un programa de fertilización al menos de cada dos años. El pasto Mombasa, es una de las especies más comunes en el trópico mexicano. Esta planta, tiene una gran función forrajera, muy importante para la alimentación de especies de fauna, aunque comúnmente también se le cataloga como maleza.

Estos pastos tienen altas poblaciones de meso y macrofauna, la mesofauna son microartrópodos (ácaros, colémbolos, pequeños insectos, arañas) y pequeños oligoquetos (lombriz de tierra), tienen un ancho de cuerpo entre 100 micras y 2 mm. y se mueven libremente, constituyendo un grupo con muy amplia diversidad, al igual con diferentes estrategias de alimentación y funciones en los procesos del suelo y la macrofauna, son organismos de mayor tamaño, entre 2 y 20 mm, integrado por formícidos (hormigas), isópodos (bicho bolita), isóptera (termitas), quilópodos (ciempiés), diplopodos (milpiés), insectos (adultos y larvas), oligoquetos (lombrices) y moluscos (caracoles y babosas) siendo especies con gran abundancia, riqueza y diversidad. Operan en escalas de tiempo y espacio mucho más grandes que los grupos anteriores. La mayoría de ellos tienen un ciclo biológico largo, movimientos lentos y poca capacidad de dispersión así como baja tasa reproductiva. Estos organismos que habitan el suelo contribuyen a los ciclos globales del planeta (Ferreira da silva *et al.*, 2006). En este trabajo se pretende realizar un estudio de fauna de meso y macrofauna y

el impacto de uso de suelo que este tiene en pasto mombasa (*Panicum máximum* cv. Mombasa) en tres épocas del año.

II. ANTECEDENTES

La agricultura moderna, que se desarrolló para aumentar la productividad y satisfacer las demandas de alimento y fibra, ha llevado a una simplificación excesiva de la diversidad en los sistemas agrícolas, aumentando la dependencia de insumos petroquímicos y disminuyendo el uso de interacciones bióticas benéficas (Altieri, 1999; Altieri, 2002).

La intensificación agrícola, a través del uso de variedades de cultivos de alto rendimiento, fertilización, irrigación y pesticidas, ha contribuido en los impactos negativos de los recursos naturales con implicaciones serias para la salud y el medioambiente (Altieri *et al.*, 2012). La creciente fragmentación natural del hábitat, debido a cambios en el uso de suelo y altos niveles de insumos agroquímicos en los cultivos, ha causado una rápida disminución de la biodiversidad en muchos sistemas agrícolas (Bianchi *et al.*, 2006; Farwig *et al.*, 2009).

Ferreira da silva *et al.* (2006) realizaron una investigación que tuvo como objetivo cuantificar la densidad y diversidad de grupos de macrofauna invertebrada en diferentes sistemas de producción, realizado en el municipio de Dourados, matto grosso del sur, Brasil. Sánchez *et al.* (2008) desarrollaron un artículo donde se abordan los factores abióticos y bióticos y sus procesos, así como el efecto del clima, la vegetación, el suelo y la fauna descomponedora, utilizando a los anteriormente mencionados como factores principales que determinan el proceso de descomposición de la hojarasca en los pastizales. Además brindó resultados relevantes relacionados con el empleo de los sistemas silvopastoriles como alternativa viable para lograr la sostenibilidad ecológica y productiva de los pastizales tropicales, con mayor énfasis en el papel que estos desempeñan en el reciclaje de los nutrientes. De la rosa y Negrete-Yankelevich (2012), llevaron a cabo un estudio de hojarasca y suelo en un bosque mesófilo, bosque secundario y pastizales, en la reserva “La Cortadura” localizada en Coatepec, Veracruz

con el fin de determinar si se encontraban distribuciones espaciales de macrofauna edáfica.

Chávez et al. (2012), realizaron una investigación donde identificaron la macrofauna del suelo presente en ecosistemas ganaderos de montaña, en Guisa, provincia Granma. Los muestreos se efectuaron en el mes de octubre del año 2012, en 7 fincas ganaderas. Rodríguez et al. (2014) realizaron un estudio sobre la actividad de la mesofauna y la macrofauna en la materia fecal y en el suelo cubierto por ellas. Durante tres meses, en cada una de las dos épocas del año, lluviosa y poco lluviosa, consistió en la selección al azar de tres muestras de excremento y el suelo cubierto por las mismas a una profundidad de 0 a 10 cm y de 10 a 20 cm, en un marco de 0.065 m², con el fin de determinar la macrofauna existente en dichas muestras. Escobar et al. (2017) realizaron un estudio para comparar la microfauna encontrada en un sistema agroforestal, potrero tradicional y bosque latifoliado en microcuenca del trópico seco en Nicaragua donde se realizó un muestreo donde se contabilizó las especies encontradas en dichas áreas de estudio mencionadas anteriormente.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los cambios de uso del suelo (CUS) asociados a la producción agrícola es uno de los factores clave que afectan a la biodiversidad del suelo, con impactos negativos principalmente en las regiones tropicales (Cabrera-Mireles *et al.*, 2011; Desiree *et al.*, 2014; Franco *et al.*, 2016). En la región centro de Veracruz, México desde hace más de cincuenta años se ha dado un cambio de uso de suelo de áreas de vegetación silvestre a agrícolas y de cultivos de bajo o nulos insumos a cultivos de altos niveles de insumos sintéticos como los pastos para la actividad ganadera (Plan Veracruzano de Desarrollo, 2011-2016). Municipios como Úrsulo Galván, Veracruz tienen casi el 23% de su uso de suelo para pastizales y solo 6% para vegetación silvestre (INAP, 2013), lo que conlleva a posibles impactos negativos en la calidad del suelo. En el municipio de Úrsulo Galván el CUS en zonas de expansión de pasto, consiste principalmente en la conversión de áreas de vegetación natural a campos de pastizales. También existen áreas donde se ha dado la conversión de la vegetación silvestre directamente a caña de azúcar o pasto.

La comunidad de Úrsulo Galván, al ser una zona productiva y rural, tiene como actividades primarias la pesca, la agricultura y ganadería, siendo la tercera de importancia por lo cual el uso de potreros para la siembra de especies de gramíneas como el pasto Mombasa es primordial, dando como resultado una amplia utilización del suelo y por ende, una mayor explotación con el fin de producir más cantidad de alimentos forrajeros altos en nutrientes para el ganado y especies domesticas explotadas, sin tomar importancia el daño e impacto que se produce a la meso y macrofauna del suelo, que cumplen funciones degradadoras y así mismo, aportan nutrientes al suelo.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Evaluar los efectos que provoca el uso de suelo con pasto en la meso y macrofauna edáfica en Úrsulo Galván, Veracruz.

4.2. Objetivos específicos

- 1) Comparar la abundancia, riqueza y diversidad de meso y macrofauna entre suelo con pasto y con flora silvestre en tres épocas del año.
- 2) Determinar la distribución vertical de la abundancia, riqueza y diversidad en la meso y macrofauna en función al uso de suelo.

V. HIPÓTESIS

- 1 La abundancia, riqueza y diversidad de meso y macrofauna es reducida significativamente en suelo con pasto
- 2 La abundancia, riqueza y diversidad están en función a la profundidad y uso del suelo.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1. La fauna del suelo

Como se sabe, en el suelo se realiza una actividad biológica, llevada a cabo por desintegradores de materia orgánica, pero esto depende demasiado de la estructura del suelo, del volumen de los poros y la permeabilidad (McGarry *et al.*, 2000). La descomposición de la materia orgánica es un proceso llevado a cabo por la microflora y la misma fauna del suelo (García *et al.*, 2004).

Tanto los organismos grandes como los más diminutos producen un exudado que tiene un beneficio, unir las pequeñas partículas de limo y arcilla, así formando unidades de estructuras (McGarry *et al.*, 2000). Esta fauna que se encuentra presente en el suelo regula todo el proceso de los nutrimentos a través de su participación de forma indirecta, como el consumo de microorganismos, la depredación, la modificación del hábitat que realizan y la elaboración de sustratos como las heces, la transportación de ciertos componentes del suelo a través de su cuerpo (McGarry *et al.*, 2000).

6.1.1. Riqueza y abundancia de la fauna del suelo

La distribución total de la fauna del suelo presenta un patrón latitudinal, la cual esta interrelacionada con el clima, al igual con la vegetación y el tipo de humus. Por lo regular, la macrofauna domina en los trópicos y en los bosques templados deciduos, mientras que la mesofauna se incrementa en los bosques deciduos y en la tundra (Shaw *et al.*, 1991).

El suelo que se encuentra en un sistema tropical contiene cientos de especies de organismos en número de varios millones por m² en los primeros cm de profundidad (Swift *et al.*, 1979).

6.2. Mesofauna

De acuerdo a Fitzpatrick (1984) menciona que la mesofauna está compuesta por un enorme grupo de distintas especies que en general se distinguen a simple vista y que, sobre todo, su alimentación está conformada por materia orgánica. En este amplio grupo se encuentran lombrices, gusanos enquistados, nemátodos, ácaros, tijerillas, miriápodos, ciempiés, algunos crustáceos, rotíferos, algunos gasterópodos y muchos insectos, en especial, termes. Al igual que los microorganismos, su distribución se encuentra determinada casi por completo por la cantidad de disponibilidad de alimentos, así que la mayoría se concentra entre 2-5 cm superiores del suelo, en cambio solo unos cuantos, como las lombrices y los termes, penetran hasta los 10 o 20 cm. por lo regular, estos organismos que conforman a la mesofauna necesitan de un suelo con características aptas como suelo aireado, por lo que es necesario oxígeno atmosférico, ya que no desarrollan la supervivencia en suelos con encharcamiento o lodosos. Tienen un rango reducido hablando de temperatura, siendo sus condiciones aptas para sobrevivir, alrededor de 25 a 30°C. Aunque la mayoría de estos organismos prefieren condiciones cercanas a la neutralidad, incluso algunos tienen tolerancia a condiciones ácidas, especialmente los ácaros y las tijerillas.

La densidad de la mesofauna en condiciones favorables.

Organismo	Densidad
Lombrices	80 g m ⁻²
Gusanos enquistados	10 ⁵ /m ⁻²
Miriápodos	10-25 m ⁻²
Ácaros	5 x 10 ⁴ /m ⁻²
Nemátodos	16 ⁶ x m ⁻²
Protozoos	10 ⁵ /m ⁻²
Caracoles y Babosas	10-25/m ⁻²
Tijerillas	10 ⁴ /m ⁻²
Termes	5-1000/m ⁻²
Escarabajos	100/m ⁻²

Cuadro 1. Densidad de mesofauna en condiciones favorables, tomado de E. A. Fitzpatrick, 1984.

Lombrices

La lombriz de tierra es un organismo biológico considerado como simple, tiene un peso total constituido por agua de un 80 a 90%, puede presentar variaciones de colores debido a los pigmentos protoporfirina y éster metílico. Esta pigmentación tiene una función importante, ya que lo protege contra la radiación de la luz ultravioleta; tiene forma cilíndrica, con secciones en forma cuadrangular, variando en cuanto al tamaño, entre 5 cm y 30 cm y diámetro de 5 a 25 mm, variando el número de segmentos de 80 a 175 anillos (Pineda, 2006).

Características de los anélidos

La taxonomía de la lombriz de tierra, clasificada dentro del reino animal es la siguiente:

Reino: *Animal*

Sub reino: *Metazoos*

Tipo: *Anélida*

Phylum: *Protostomía*

Clase: *Anélida*

Orden: *Oligochaeta*

Familia: *Lumbricidae*

Especies: *L. rubellis*, *L. terrestris*, *E. foetida*

Fuente: Vilee (1981)

La clase anélida se divide en tres órdenes: *Polychaeta*, *Oligochaeta* e *Hirudíneas*. Todos los anélidos se caracterizan por su marcado metamerismo; es decir la división del cuerpo en segmentos (anillos) o partes similares. La evolución de las lombrices respecto a las formas inferiores, es precisamente esta segmentación y cada segmento representa una unidad subordinada del cuerpo que puede especializarse para determinadas funciones. Hay alrededor de 2000 especies, teniendo también dentro de

sus características, pocas cerdas. La mayoría de ellas se encuentran en agua dulce y lugares terrestres húmedos, pesa 0.6 gr en estado adulto, mide 6 cm de longitud, consume lo equivalente a su peso al día y expulsa un 60% como material humificado (Pineda, 2006).

Características externas de la lombriz

Color: no siempre lo determina el pigmento de la piel, sino que a veces la sangre o el contenido del intestino; lo cual se manifiesta a través de las paredes del cuerpo. No obstante, algunas especies como las clasificadas detritívoras (se alimentan de mantillo vegetal o estiércol animal), la pared del cuerpo está coloreada intensamente con pigmentos rojos, identificados como protoporfirina; mientras que las geófagas (se alimentan exclusivamente de suelo junto con materia orgánica) generalmente son de color pálido.

Forma: el cuerpo es un tubo bilateralmente simétrico; tiene forma cilíndrica.

Segmentos: llamados también metámero, son anillos distribuidos en todo el cuerpo, generalmente comprende de 80 a 175 anillos; entre cada uno de ellos existen surcos inter segmentarios. Tanto los órganos internos como la pared del cuerpo se encuentran segmentados, separados entre sí por tabiques transversales llamados septos.

Prostomio: pequeña protuberancia dorsal que comienza en el primer segmento, del cual está separado por un surco.

Peristomio: se llama así al primer segmento, donde se encuentra la boca; no tiene quetas o cerdas. Quetas o cerdas: cada segmento, con excepción del primero, posee cuatro pares de quetas o cerdas, provistas de pequeños músculos, cuya función es la locomoción. También están ausentes en la última porción del cuerpo, llamado pigidio, el cual no forma segmento.

Poros dorsales: son pequeñas aberturas ubicadas en los surcos inter segmentarios a lo largo de la línea media dorsal.

Nefridioporos: aberturas pares excretoras que se repiten en cada segmento del cuerpo.

Poros espermatecales: raramente ausentes, ubicados entre los surcos inter segmentarios. Poros femeninos: oviductos cortos, que se abren en la cara ventral del segmento número 14. Poros masculinos: ubicados en la cara ventral del segmento número 15, generalmente hay un par.

Surcos seminales: ubicados en los segmentos 9 y 10, formados durante la copula, son transitorios y almacenan los espermatozoides recibidos durante la copulación.

Clitelo: es la región engrosada de la epidermis en los segmentos 32 al 37. Se encarga de secretar la sustancia que forma los capullos, cocones o cápsulas donde se alojan los huevos. Puede tener forma anular (envuelve los segmentos) o de montura (no envuelve los segmentos).

Características internas de las lombrices

Tabiques: llamados también septos; son paredes que separan los segmentos sucesivos y están formados por el peritoneo.

Faringe: es el primer compartimiento después de la boca.

Molleja: parte gruesa musculosa del tubo digestivo. Puede ser molleja esofágica o puede estar situada al comienzo del intestino llamada molleja intestinal.

Glándulas de morren: su función es metabolizar el calcio. Están ubicadas en el esófago. Intestino: se reconoce fácilmente por la presencia de válvulas.

Ciegos intestinales: apéndices huecos, terminados en forma de saco que aparecen al fondo del intestino.

Nefridios: órgano central del sistema excretor. Funciona como pequeño riñón. Se llaman holonefridios cuando tienen un par de nefridios por segmento y meronefridios cuando tienen más de un par de nefridios por segmento.

Vasos dorsal y ventral: ubiovarios: generalmente sólo son un par, ubicados en el segmento 13 y descargan los huevos en la cavidad celómica.

Ovisacos: seguidos al segmento que contiene el ovario. Cado sobre el tubo digestivo. El vaso dorsal y el ventral debajo de éste, son los más importantes en el sistema circulatorio.

Vaso supra-intestinal y supra esofágico: son vasos impares no siempre presentes. Se encuentran entre el esófago, intestino y el vaso dorsal.

Vasos extra-esofágico o latero-esofágico: situados a los lados del esófago y entre éste y los corazones.

Corazones: situados en la región esofágica del cuerpo ligando los vasos y están en pares y en un total de cinco y manda la sangre al vaso ventral.

Testículos: ubicados en los segmentos 10 y 11 y en uno o en pares cada uno; situados en cavidad celómicas aisladas los reservorios de esperma.

Canales deferentes: permiten la salida de los espermatozoides y son uno para cada testículo.

Vesículas seminales: están en tres pares de bolsas laterales que abarcan los segmentos 9, 10 y 11.

Espermatecas: sacos que reciben los espermatozoides de la otra lombriz durante la cópula, es extraño cuando no están presentes.

Miriápodos

Son animales dioicos, con adaptación a la vida terrestre, aunque carecen de la capa de ceras y nunca adquieren una pared del cuerpo muy protegida contra la pérdida de humedad además sus espiráculos respiratorios no se cierran.

Características de los miriápodos

Cabeza: Formada por el acron más 5 ó 6 segmentos. Un par de antenas (homólogas a las de los Crustáceos); un par de mandíbulas que carecen siempre de palpo; con ó sin el segundo par de maxilas. Con ojos simples (ocelos) laterales.

Tronco: Compuesto por 11 a 181 segmentos más el telson (pigidio). Con apéndices monorrámeos; su función básica es locomotora pero también pueden especializarse para sujetar las presas o con función reproductora.

Tubo digestivo: Es simple; con boca; faringe; esófago que puede especializar en buche y molleja, con dos pares de glándulas salivales; intestino medio y proctodeo con tubos de Malpigio. Con cuerpos grasos.

Respiración: A través de la pared del cuerpo. Mediante un sistema traqueal que se abre a través de pares de estigmas en las áreas pleurales, en la base de las patas.

Aparato circulatorio: El corazón presenta un par de ostiolas y un par de arterias por segmento.

Excreción: Tubos de Malpigio: Presentan un par que desemboca en el proctodeo. Secretan más amoniaco que ácido úrico. Nefrocitos. Glándulas maxilares, en la cabeza, variables en cada grupo.

Sistema nervioso: de tipo anelidiano.

Órganos sensoriales: Ojos simples o carecen de ellos. Órgano de Tömösvary: Un par detrás de las antenas; su función es desconocida, aunque se cree que pueden ser quimiorreceptores o detectores de vibraciones y de humedad.

Reproducción: Ambos sexos presentan un par de gónadas que pueden fusionarse; sus gonoductos pueden presentar glándulas accesorias y especializaciones: receptáculo seminal, vesícula seminal y pene. Son ovíparos y algunos vivíparos. Los Sífilos, Diplópodos y Quilópodos pueden presentar partenogénesis. La fecundación es interna o externa. En la mayoría, el intercambio de esperma es indirecto mediante espermatóforos o a través de una bola de barro con esperma. En algunos el intercambio de esperma es directo, con cópula. El desarrollo embrionario es anamórfico y en Quilópodos también epimórfico.

Nematodos

El phylum *Nematoda* (del latín nema = hilo) incluye organismos triploblásticos, bilaterales y con cuerpo cilíndrico, de tamaño variable - milímetros hasta metros. Representa uno de los más diversificados phyla del reino Animalia, con parásitos de vertebrados, invertebrados y plantas, además de la gran cantidad de especies de vida libre. Los nematodos parásitos de vertebrados se alojan prácticamente en cualquier órgano. (García-Prieto et al., 2014).

Clasificación.

Phylum Nematoda.

Algunos Géneros de importancia médica

Clase

- *Aphasmida*
- *Trichinella*
- *Trichuris*
- *Phasmida*
- *Strongyloides*
- *Necator*
- *Ancylostoma*
- *Enterobius*
- *Ascaris*
- *Toxocara*
- *Gnathostoma*
- *Onchocerca*

- *Wuchereria*
- *Loa loa*
- *Mansonella*

Morfología.

Gusanos de cuerpo alargado, cilíndrico y extremos puntiagudos, Dimorfismo sexual (especies de importancia médica) y machos con cola curvada

Simetría bilateral

Pseudoceloma (cavidad corporal derivada del blastocele embrionario, no una cavidad del endomesodermo), con líquido en su interior

Capa externa acelular (cutícula), compuesta por 3 capas, con estriaciones, presenta ornamentos. Muda 4 veces durante la ontogenia

Cuatro estadios juveniles y fase de adulto, con muda de cutícula en cada uno de ellos

Hipodermis, sincitial, secreta la cutícula, presenta 4 engrosamientos, nucleados, longitudinales, que se proyectan hacia el interior del cuerpo (ventral, dorsal y laterales), y los dividen en cuadrantes

Musculatura constituida por una capa gruesa de músculos longitudinales (número variable), dividida por los cordones hipodérmicos

Cutícula, musculatura, pseudoceloma y el líquido que contiene regulan la presión hidrostática

Sistema digestivo completo (boca con número variable de labios, cavidad bucal, esófago que es un órgano de bombeo del alimento con uno a más bulbos y posee glándulas secretoras de enzimas, intestino con una sola capa celular y ano)

Sistema nervioso formado básicamente por un anillo nervioso a nivel esofágico y otra concentración celular a nivel anal, ganglios ventrales, dorsales y laterales, de los que emanan los troncos nerviosos

Sistema excretor con canales laterales y transversos, y poro excretor ventral

Sistema reproductor femenino se abre en la vulva, de localización ventral (ano independiente) Extremo posterior aguzado, sin curvaturas

Sistema reproductor masculino con cloaca (unión del vaso deferente y recto) y espículas utilizadas en la cópula. Extremo posterior enroscado en sentido dorsoventral. Los espermatozoides carecen de flagelo.

Protozoos

Tradicionalmente se contemplan tres dominios principales en la agrupación de los organismos, *Eubacteria*, *Archaea* y *Eucarya*. Los organismos eucariontes, de acuerdo a la clasificación tradicional, se integraban dentro de los reinos *Animalia*, *Fungi*, *Plantae* y *Protista*. Los tres primeros son grupos monofiléticos, bien definidos; el Reino Protista contiene, además, un extraordinario número de organismos relacionados con miembros de otros reinos. Esta clasificación hace énfasis en mecanismos de locomoción y nutrición. Actualmente, la metodología para la clasificación de organismos se basa en herramientas más sofisticadas. Así, por ejemplo, las otras "ómicas", la genómica, la proteómica, la metabolómica, se utilizan para conocer aspectos de la biología de parásitos, vectores y bioquímica de la interacción hospedero-parásito. Por lo tanto, los que antes se consideraban protozoos, ahora se han reclasificado en diversos grupos de eucariotes. (NLM, 2009). Un solo ejemplo de esto es la reclasificación de *Microsporidium*.

Características generales de los protozoos de importancia médica:

Organismos unicelulares eucarióticos. La clasificación tradicional, basada fundamentalmente en las estructuras de locomoción, está sufriendo modificaciones gracias a las nuevas fuentes de información.

Su tamaño oscila entre 2 - 200 μm .

Presentan núcleo(s), diversos organelos y citoesqueleto.

La mayor parte son móviles y heterótrofos.

El alimento es digerido en vacuolas alimenticias.

El agua excedente es eliminada por medio de vacuolas contráctiles.

Su reproducción, asexual o sexual, puede ser sencilla (división binaria) o compleja (esquizogonia, merogonia, gametogonia, esporogonia).

El número de protozoos que se transmiten en forma natural entre humanos y otros vertebrados (zoonosis) es importante.

De acuerdo a Fitzpatrick (1984), se clasifican en 6 grupos:

1. Organismos que ingieren materiales orgánicos y minerales: Lombrices, miriápodos, gusanos enquistados, larvas de dípteros y coleópteros.
2. Organismos que ingieren material orgánico: Lombrices, miriápodos, gusanos enquistados, ácaros, tijerillas, caracoles, babosas, hormigas, termites, ciempiés.
3. Organismos que transportan materiales: Lombrices, miriápodos, gusanos enquistados, hormigas, termites.
4. Organismos que mejoran la estructura y la aireación: lombrices, miriápodos, hormigas, termites.
5. Depredadores: nematodos, ciempiés, ácaros, caracoles, babosas.
6. Parásitos: nemátodos, unos cuantos artrópodos.

Caracoles y babosas

Los moluscos terrestres son un grupo más diverso que los moluscos dulceacuícolas, al igual que estos últimos poseen un grupo casi anfibio, los *Succineidae*, los cuales viven en zonas muy húmedas y muchas veces se les encuentra sobre vegetación acuática en la orilla de cuerpos de agua. Dentro de los moluscos terrestres podemos reconocer dos morfologías básicas: las babosas y los caracoles. Dentro de las babosas podemos identificar tres grupos: i) las que nos resultan familiares pues viven en los jardines de las casas de las ciudades, estas son miembros de las familias *Limacidae* y *Milacidae* se caracterizan porque el manto cubre la porción anterior del cuerpo (estas babosas al continente y no nos referiremos a ellas en este trabajo), ii) con el cuerpo totalmente cubierto por el manto y de textura gruesa, son las llamadas “siete cueros” (*Veronicellidae*) y, iii) babosas con el cuerpo totalmente cubierto por el manto pero de textura mucho más suave, son los miembros de la familia *Phillomycidae*. En los caracoles podemos reconocer dos grupos: con opérculo (*Prosobranchia*) o sin él (*Pulmonata*). Cuarenta y una familias de moluscos terrestres están representadas en México y pertenecen a los siguientes grupos:

Clase Gastropoda

Subclase *Prosobranchia*

Orden *Archaeogastropoda*

Familia *Helicinidae*

Familia *Ceresidae*

Orden *Mesogastropoda*

Familia *Cyclophoridae*

Familia *Megalomastomidae*

Familia *Diplommatinidae*

Familia *Annulariidae*

Familia *Truncatellidae*

Subclase *Pulmonata*

Orden *Basommatophora*

Familia *Carychiidae*

Orden *Systellommatophora*

Familia *Veronicellidae*

Orden *Stylommatophora*

Familia *Achatinellidae*

Familia *Cochlicopidae*

Familia *Pupillidae*

Familia *Valloniidae*

Familia *Strobilopsidae*

Familia *Bulimulidae*

Familia *Amphibulimidae*

Familia *Urocoptidae*

Familia *Ferussaciidae*

Familia *Subulinidae*

Familia *Spiraxidae*

Familia *Megomphicidae*

Familia *Systrophiidae*

Familia *Haplotrematidae*

Familia *Punctidae*

Familia *Helicodiscidae*

Familia *Charopidae*

Familia *Discidae*

Familia *Oreohelicidae*

Familia *Succineidae*

Familia *Sagdidae*

Familia *Gastrodontidae*

Familia *Euconulidae*

Familia *Vitrinidae*

Familia *Zonitidae*

Familia *Polygyridae*

Familia *Thysanophoridae*

Familia *Humboldtianidae*

Familia *Helminthoglyptidae*

Familia *Xanthonychidae*

Familia *Arionidae*

Familia *Philomycidae*

En el caso de Veracruz, Investigaciones acerca de la biodiversidad de moluscos en la hojarasca del suelo y del dosel - en la selva alta perennifolia de Los Tuxtlas, Veracruz- muestran 15 especies (10 familias) comunes al dosel (hojarasca sobre arbustos o árboles) y a la hojarasca del suelo, mientras que dos especies se han encontrado exclusivamente en el dosel (*familia Systrophiiidae*) y, treinta y tres especies sólo se han localizado en hojarasca del suelo – 14 familias (Naranjo1997/1998).

Tijerillas

Los dermápteros (*Dermaptera*, del griego *derma*, piel y *pteron*, ala; textura suave del segundo par de alas) son un orden de insectos de unas 2000 especies, conocidos como tijeretas o cortatijeras, debido a la impronta que producen los cercos en forma de pinza o tijera que estos insectos tienen en el extremo posterior del cuerpo. Son insectos de cuerpo alargado, ligeramente aplanado, de tamaño mediano a pequeño, de color negro a castaño oscuro -ciertas especies exóticas presentan reflejos metálicos-, con un par de cercos posteriores. Las alas anteriores tienen aspecto elitroide y recubre las posteriores que son membranosas. Normalmente viven bajo piedras, en las frutas o en la corteza de los árboles. Los dermápteros son insectos de talla pequeña a mediana (4-80 mm), con el tegumento esclerotizado y la cutícula lisa o pubescente. Aparato bucal de tipo masticador. Las alas anteriores denominadas tegminas recubren las alas posteriores dejando el abdomen al descubierto. El abdomen termina en un par de cercos.

La cabeza es de tipo prognato, convexa, de forma casi triangular y ligeramente aplanada con las suturas visibles entre los escleritos. Para distinguir las categorías taxonómicas superiores se utiliza la longitud de los ojos, la distancia entre ellos y la distancia entre las antenas (Steinmann, 1986). Los ojos están bien desarrollados con unos centenares de omatidios, salvo ciertas especies parásitas o cavernícolas que son ciegas. Carecen de ocelos. Delante de los ojos se insertan las antenas con un número variable de artejos según las especies (12-50). La longitud de los artejos del primero al quinto, es un carácter significativo para la identificación de especies en determinadas familias. Las antenas juegan un papel importante para el reconocimiento de las presas, la parada nupcial y el cuidado de los huevos y de las larvas. El aparato bucal es de tipo masticador, compuesto del labro, las mandíbulas, las maxilas, la hipofaringe y el labio. El cuello es estrecho y membranoso con diferentes escleritos que facilitan el movimiento de la cabeza en todos los sentidos.

El tórax comprende los tres segmentos característicos de los insectos. El protórax con una placa dorsal única esclerotizada que es el pronoto. El mesonoto y el metanoto corresponden a las placas tergaes del segundo y tercer segmento del tórax; son más anchas que largas. En la región ventral, el prosterno, mesosterno y el metasterno. El sistema pleural está bien desarrollado facilitando la inserción de los podómeros basales de las patas. Las tegminas son cortas y nunca sobrepasan la mitad del abdomen, en ciertas especies son muy cortas o incluso ausentes. Pueden presentar unas carenas o pliegues característicos para la identificación de las especies como se utilizan también en el caso de los élitros de los coleópteros. Las alas posteriores son de forma semicircular, transparentes y membranosas, con una estructura muy complicada que jamás se ha utilizado para la clasificación de las especies. Son funcionales en algunas especies como la tijereta común (*Forficula auricularia* Linneo, 1758) y *Labidura riparia* (Pallas, 1773).

Termes

Los termes se alimentan de madera y materiales celulósicos y, como algunos Coleoptera, se distinguen de otros grupos de insectos xilófagos por su capacidad de degradar fácilmente la celulosa. Participan en los ciclos biogeoquímicos, los procesos de reciclaje de nutrientes y en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo. Por su alta producción de individuos sin alas y alados es una fuente de alimento para muchas aves, reptiles y mamíferos. Los termes pueden utilizarse como indicadores de la calidad del suelo junto con algunos grupos de invertebrados, como las lombrices, los colémbolos y nemátodos entre otros (Stork & Eggleton 1992).

La importancia ecológica de los termes en los ecosistemas forestales tropicales y en los desérticos de la región Neártica, está estrechamente relacionada con los ciclos biogeoquímicos, tales como los del hidrogeno, carbón, oxígeno, nitrógeno, azufre y fósforo (Staley & Orians 1992).

Las referencias acerca de sus funciones en el suelo son abundantes y según Stork & Eggleton (1992), forma parte de los principales grupos de invertebrados del suelo que pueden ser útiles para evaluar la calidad del suelo, mediante la determinación de su abundancia, biomasa, densidad y riqueza de especies. Criterios biológicos que, combinados con otras características no biológicas como aspectos hidrológicos, físicos y químicos, sirven para obtener índices representativos de la calidad del suelo.

Son numerosas las especies de Isóptera que habitan en los suelos, ya sea dentro de la madera del mantillo (termes de madera seca y húmeda) o bien dentro del suelo (termes subterráneos y los que se alimentan del mantillo). Ambos grupos desempeñan una función benéfica, representada por la degradación de la madera y el mantillo, el acondicionamiento físico y químico del suelo, así como el aprovisionamiento de nichos para un gran número de organismos. Lavelle *et al.* (1992), proponen cuatro sistemas principales de regulación biológica, que directamente intervienen en la descomposición mediante sus actividades digestivas y la producción de heces: a) sistema radicular superficial y mantillo, b) rizósfera, c) drilósfera y d) termitósfera. Este último grupo, está

definido por los termites, el suelo y la micoflora cuyas comunidades son diversas y en ocasiones altamente especializadas. Los termites son capaces de degradar la celulosa de los vegetales con la ayuda de protozoarios, bacterias y levaduras que viven dentro de su tracto intestinal. Esta asociación simbiótica permite su alimentación con base a celulosa y sus propias heces fecales, que terminan por incorporarse al suelo. Al usar el suelo de varias profundidades para la construcción de sus galerías y nidos, los termites redistribuyen los diferentes substratos los cuales son posteriormente afectados por los procesos de erosión y lluvia (Lee & Wood 1971). Las especies de termites que construyen sus nidos a partir de partículas de suelo tienen un efecto marcado en la estructura y propiedades del suelo; las más evidentes dentro de éstas son las constructoras de montículos. Lee & Wood (1971) señalan también que los termites seleccionan partículas finas del horizonte B para construir sus termiteros en la superficie, demostrando que este movimiento y mezcla de materiales del suelo cambia su textura a través de largos periodos de tiempo.

Las termitas generalmente se ubican dentro de la macrofauna debido a su tamaño, aunque por sus hábitos pueden ubicarse en otros tres grupos de la macrofauna: a) epígeos, que viven en el mantillo, se alimentan de hojas y detritos en descomposición, con un efecto principal en la fragmentación y digestión parcial del mantillo; entre los termites incluye a grupos de madera seca y húmeda (*Kalotermitidae* y *Termopsidae*), b) endogeos, que viven en el suelo y se alimentan de la materia orgánica y de raíces muertas; lo conforman termitas humívoras (*Termitidae*, en parte), y c) anécicos, que se alimentan de mantillo pero viven en el suelo, siendo su efecto principal el transporte de mantillo hacia los otros sistemas, y en las características físicas del suelo (infiltración y aireación); incluye a la mayoría de los termites (*Rhinotermitidae* y *Termitidae*). Los termites pertenecen a un grupo de insectos relativamente poco diverso, con cerca de 2750 especies descritas principalmente de las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Cancello & Myles 2000). La región Neotropical se considera la segunda en diversidad de especies, solo superada por la región Etiópica. Para el nuevo mundo se han encontrado 540 especies de las cuales se menciona para México 51 especies

(Constantino 1998) y más recientemente 63 especies (Canello & Myles 2000); estos últimos autores, sin embargo, estiman que el número real de especies puede oscilar entre 110 y 150 especies.

La familia *Termitidae* es la más diversa en México, lo que coincide con el patrón de abundancia en los trópicos del mundo. De acuerdo con Canello & Myles (2000) la familia *Kalotermitidae* se constituye en un grupo importante, además de que nuestro país representa el centro de diversidad en el nuevo mundo. De los cuatro géneros de *Rhinotermitidae* conocidos para Norteamérica, tres se registran para México (Cuadro 2).

Familia	No. de géneros y especies
<i>Termopsidae</i>	3
<i>Kalotermitidae</i>	22
<i>Rhinotermitidae</i>	20
<i>Termitidae</i>	32

Cuadro 2. Número total de géneros y especies por familia (Canello & Myles 2000 con adiciones de Méndez *et al.* a, b).

6.2.1. Organismos que ingieren materiales orgánicos y minerales

De acuerdo a E. A. Fitzpatrick en 1984 menciona que las lombrices son un claro ejemplo de estos organismos ya que consumen un amplio volumen de material orgánico, aunque los miriápodos, los gusanos enquitraeidos y las larvas tienen importancia local. Se lleva a cabo un proceso donde la materia orgánica y los minerales van juntos por el sistema alimenticio del organismo, y por lo tanto es único, ya que, durante el mismo, parte de este material orgánico se descompone para proporcionar energía y tejidos para el organismo y al mismo tiempo, el restante se mezcla de manera homogénea con todo el material mineral. La mezcla resultante es rica en amoníaco que es procedente de la misma orina y a su vez, esta proporciona un hábitat adecuado para el desarrollo de microorganismos.

6.2.2. Organismos que ingieren materia orgánica

Este grupo es el más grande de la mesofauna e igualmente se encuentran las lombrices, que se alimentan de la superficie y los miriápodos. Sin embargo, los artrópodos, especialmente los ácaros, tienen una actividad principal, que consiste en el desmenuzamiento de la materia orgánica. Algunos artrópodos son parásitos de plantas e incluso, vectores de enfermedades en animales o plantas, motivo por el cual tienen una alta importancia económica (Fitzpatrick, 1984).

Los ácaros son considerados más comunes en la acumulación de materia orgánica de la superficie de suelos ácidos de regiones frías, estos organismos consumen mayormente restos de plantas que son fáciles de digerir, evitan los tejidos leñosos pero logran penetrar las partes más suaves en donde su presencia y avance se nota por los gránulos de excremento que se pueden identificar fácilmente por medio del microscopio (Fitzpatrick, 1984).

Entre los insectos que también tienen una alimentación a base de materia orgánica, se encuentran las hormigas y termites, esta especie, mencionada anteriormente, se encuentran en zonas con clima cálido, donde consumen y digieren, mayores cantidades

de materia orgánica muerta, con una alta eficiencia que se nota fácilmente en la superficie del suelo, ya que dichas superficies se encuentran limpias de materia orgánica en descomposición (Fitzpatrick, 1984).

6.2.3. Organismos que transportan materiales

Por el suelo, se realiza una labor donde se requiere mucho esfuerzo, esta consiste en transportar cantidades considerables de material, por organismos como lombrices, gusanos enquitraeidos y miriápodos. Algunas especies de lombrices llevan material a la superficie con el fin de formar las envolturas que las caracterizan, cuya forma va a variar dependiendo de la especie (Webster, 1976).

Las hormigas y los termites también transportan enormes cantidades de material de una zona a otra, específicamente los termites, que llevan a la superficie volúmenes considerables de material para poder construir sus termitarios. Esta especie es selectiva, ya que mueven material de menos de 1 mm de diámetro, con lo que pueden alterar la distribución de los tamaños de las partículas del suelo en que ellas operan (Webster, 1976).

6.2.4. Organismos que mejoran la estructura y la aeración

Cuando los organismos que cavan el suelo y forman redes de galerías, estas facilitan el movimiento del agua, dando como resultado una mejor aeración. Los organismos que ingieren demasiado material mineral al igual que orgánico, producen grandes cantidades de gránulos fecales que son más estables que distintos pedazos de suelo y representan mejoría en la estructura. Los procesos que se llevan a cabo pueden llegar a ser de gran importancia en los suelos que pierden con facilidad su estructura y se vuelven compactos (Webster, 1976).

6.2.5. Depredadores

En la mesofauna del suelo, los nematodos son catalogados como los principales depredadores, ya que se caracterizan por los hábitos alimenticios muy restringidos. Su alimento, de manera invariable es protoplasma, obtenido de otros organismos como bacterias o lo obtiene a través de la perforación de las paredes celulares de hongos, plantas, rotíferos, y otros nematodos. Existen más de 10,000 especies de nematodos de las cuales 2000 habitan en el mismo suelo. El resto de ellas ocurren en el agua dulce o de mar, o parasitan en algunas especies de plantas, animales e incluso, el hombre (Fitzpatrick, 1984).

Un segundo grupo de especies depredadoras son los ciempiés, que tienen una alimentación muy diversa, esta consiste en artrópodos muy pequeños, gusanos, caracoles y babosas. Los gusanos equitraeidos, se alimentan principalmente de bacterias y hongos, aunque también ingieren material mineral y materia orgánica muerta, careciendo de enzimas que descompongan polisacáridos vegetales (Fitzpatrick, 1984).

6.3. Macrofauna

Este grupo está integrado por los animales que tienen un ancho de cuerpo mayor a 2 mm y que pertenecen a distintos Filos, Clases y Órdenes. Su modo de vida, sus hábitos de alimentación, sus movimientos en el suelo, sus excreciones y su muerte tiene impactos directos e indirectos en su hábitat. Las actividades biológicas de la macrofauna del suelo regulan los procesos del suelo y la fertilidad del suelo a un grado significativo. Operan en escalas de tiempo y espacio más amplias que los individuos más pequeños. La mayoría se caracteriza por tener ciclo biológico largo (un año o más), baja tasa reproductiva, movimientos lentos y poca capacidad de dispersión. Desde el punto de vista de la alimentación incluye individuos que son herbívoros, detritívoros y depredadores (Fitzpatrick, 1984).

6.4. Métodos para medir la macrofauna y Mesofauna

A pesar que los organismos que habitan en el suelo representan solamente el 5% de la fracción orgánica total de este (Odum, 1989), su abundancia es relativamente grande. Kolmans y Vásquez (1996) estiman que 1 m² de suelo vivo contiene aproximadamente 10 000 000 de nematodos, 100 000 colémbolos, 45 000 anélidos y más de 40 000 insectos y ácaros; asimismo, un gramo de suelo contiene 500 000 bacterias, 400 000 hongos, 50 000 algas y 30 000 protozoarios. Esta gran cantidad de organismos se pueden clasificar de acuerdo con su tamaño en microfauna, mesofauna y macrofauna (Lavelle *et al.*, 1994). Según Lavelle *et al.* (1994), la microflora agrupa a los hongos, las bacterias y los actinomicetos. Los organismos cuyo tamaño del cuerpo es menor que 0.2 mm de diámetro conforman la microfauna; ellos son los protozoos, nematodos y algunos ácaros y colémbolos de pequeño tamaño. La mesofauna comprende a los invertebrados de pequeño tamaño entre 0.2 y 2.0 mm, entre ellos los ácaros, colémbolos, enquitreidos y otros insectos pequeños (Lavelle *et al.*, 1994). Por último, los animales más grandes del suelo conforman la macrofauna, que incluye a los de diámetro mayor de 2.0 mm; los isópoda, los coleópteros en estado larval y adulto, las lombrices y los moluscos son algunos de sus integrantes (Lavelle *et al.*, 1994).

Tanto la microflora como la macrofauna influyen de forma positiva en los principales procesos que se desarrollan en el ecosistema del suelo; no obstante, Jiménez y Escobar (1994) señalaron que las regulaciones operadas por el macro organismo del suelo pueden ser determinantes. Los macro invertebrados tienen diferentes efectos en los procesos que determinan la fertilidad del suelo (Jiménez y Escobar, 1994).

En el caso de la especie *Mollusca*: se ubica un "costal" remojado en cerveza sobre el suelo, y unas horas después se revisa con el fin de colectar los organismos (babosas y caracoles). Búsqueda directa en sustratos como rocas, hojarasca, y lugares húmedos. Platelminetos: pueden ser ectoparásitos, comensales o endoparásitos. Se colectan los posibles hospedadores y se extraen los organismos con pinzas, en algunos casos se sacrifica el huésped para extraer los parásitos.

Búsqueda directa para los organismos de vida libre

Rotíferos: Búsqueda directa en lugares donde haya agua estancada. Anélidos: Búsqueda directa con remoción del sustrato, bajo troncos y rocas en sitios muy húmedos. Utilizando costales o telas como en *Mollusca*, generalmente después de lluvias. Artrópoda: Trampas de luz (Lámparas de vapores de mercurio, fluorescentes, UV y luz negra) se ubica una por cada hectárea, se ubican de 6 pm -6 am, muestreando cada hora. · Trampas de cebo, pitfall o de caída y aéreas, cada una de estas con sus respectivas metodologías que en este documento no profundizamos, para cada orden de insectos. · Trampa shanon (Telas+ luz + CO₂) se utiliza para la captura de insectos, se suspende a 25 cm del suelo, usa como atrayente luz blanca y se opera durante la noche, los insectos atraídos por la luz ingresan a la trampa por el espacio entre esta y el suelo, se dirigen hacia la luz y luego se posan en las paredes internas donde pueden ser colectados con aspirador entomológico (Shannon, 1939).

Trampa Manitoba: captura de tábanos con CO₂. · Embudo de Berleske. · Trampa Winkler · Trampa de encierro (dípteros).

Trampas de Intercepción

Trampas de caída o pitfall traps

Consisten en recipientes de boca ancha y de paredes lisas enterrados a ras del suelo, provisto de una cantidad aproximadamente $\frac{3}{4}$ partes de solución de formol a 2-4 %, los cuales se dejan en el área que se colectará por espacio de 3 a 4 días. Entre una trampa y otra puede haber de 1 a 5 metros según el área designada para la colecta, este método permite la captura de vertebrados (Reptiles y Anfibios) e invertebrados terrestres (Moluscos y Artrópodos) que caminan activamente sobre el suelo.

Trampas Malaise

Es una trampa en forma de tienda de campaña, sin paredes laterales, construida con una malla que impide que los insectos se escapen. Desde el vértice del techo hasta el suelo tiene una pared que, al chocar el insecto con ella, por sus hábitos de vuelo, subirán y quedarán atrapados entre el vértice del techo y dicha pared. En cada esquina se ubica un conducto que da paso a un frasco donde los insectos quedan atrapados y se asfixian con naftalina, haciendo posible la colecta de invertebrados voladores.

Trampas de Intercepción de Vuelo

Esta trampa se utiliza en la captura de insectos voladores a mayor altura, consiste en una maya con tramado de 100 cuadros por centímetros como una red de volleiball, al insecto chocar con ella puede quedar agarrado a la malla, por lo que se debe vigilar constantemente y ubicar en el suelo bandejas con una disolución jabonosa, haciendo posible la colecta de invertebrados voladores. Trampas de Atracción • Trampas de Luz Existen varios diseños de este tipo de trampas, van desde la colocación de complicados artefactos con luces negras o ultravioletas, hasta una simple sábana blanca donde se refleja una luz poco potente. Se utilizan en la captura de insectos nocturnos atraídos por la luz.

Trampas de Colores

Estas trampas funcionan por la atracción de los insectos hacia determinados colores que los estimulan a ir a ese lugar. Los coleópteros se orientan principalmente hacia la luz ultravioleta y los homópteros hacia zonas que emiten luces con longitudes de onda que oscilan entre luz ultravioleta, amarilla y verde del espectro de colores. Dentro de estas trampas tenemos los platos amarillos, se colocan en el suelo con agua y detergente para romper la fuerza de tensión de la misma, evitando que los insectos se desplacen por la superficie del agua y escapen.

Trampas de Olores

Estas trampas son ubicadas en la zona del ecosistema que se quiera coleccionar (suelo) pueden ser específicas o no. Las específicas son las que utilizan hormonas de insectos, esto hace que atraigan grandes cantidades de individuos del sexo opuesto que serán coleccionados posteriormente. Se utilizan principalmente para el estudio y control de las plagas en los agro ecosistemas. Las trampas no específicas son las que utilizan fermento de frutas o atrayentes naturales (cebos) que pueden ser carne putrefactas, orina o heces fecales. Estos olores atraen grandes cantidades de invertebrados. Dentro de estas trampas se encuentra la McPhail, que se puede mantener durante varios días coleccionando.

Programas para recopilar datos y resultados

Al realizar una investigación sobre meso y macrofauna es necesario utilizar herramientas para el uso de datos obtenidos durante el estudio de dicha fauna, conforme la tecnología avanza, se han desarrollado programas para el uso correcto de información por medio de computadoras, facilitando el procesamiento de resultados.

InfoStat

Es un software para análisis estadístico, una de sus fortalezas es la sencillez de su interfaz combinada con capacidades profesionales para el análisis estadístico y el manejo de datos. Debido al origen universitario, el programa tiene muchas facilidades para la enseñanza de la estadística que no son fáciles de encontrar en otros programas similares. Una propiedad casi única entre el software estadístico es la habilidad de InfoStat de conectarse con R, una plataforma de desarrollo de algoritmos estadísticos de dominio público de gran crecimiento. InfoStat se conecta con R de dos maneras: mediante un intérprete integrado que permite ejecutar script de R sin salir del ambiente de trabajo de InfoStat y mediante el desarrollo de aplicaciones utilizando el motor de cálculo de R pero con la interfaz amigable que los usuarios esperan (InfoStat, 2008).

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en áreas de pasto Mombasa y flora silvestre del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván (ITUG) con coordenadas de 19°24'43.13"N y 96°21'32.45"O. El ITUG pertenece al Municipio de Úrsulo Galván, ubicado a ≈ 4 km de la ciudad de Cardel y ≈ 35 km del puerto de Veracruz. El Municipio de Úrsulo Galván pertenece a la Región Centro Costera de Veracruz (Figura 1).

El suelo con pasto Mombasa tiene aproximadamente 10 años con el cultivo, anteriormente fue usado para caña, y el área de vegetación silvestre será un fragmento de paisaje natural característico de la zona costera, el cual se ha mantenido sin cultivo siempre. Dentro de cada área de uso de suelo se establecerán dos parcelas de 10 m² a una distancia aproximada entre sí de 15 m en pasto y 60 m en vegetación típica de la zona (sin uso de suelo).

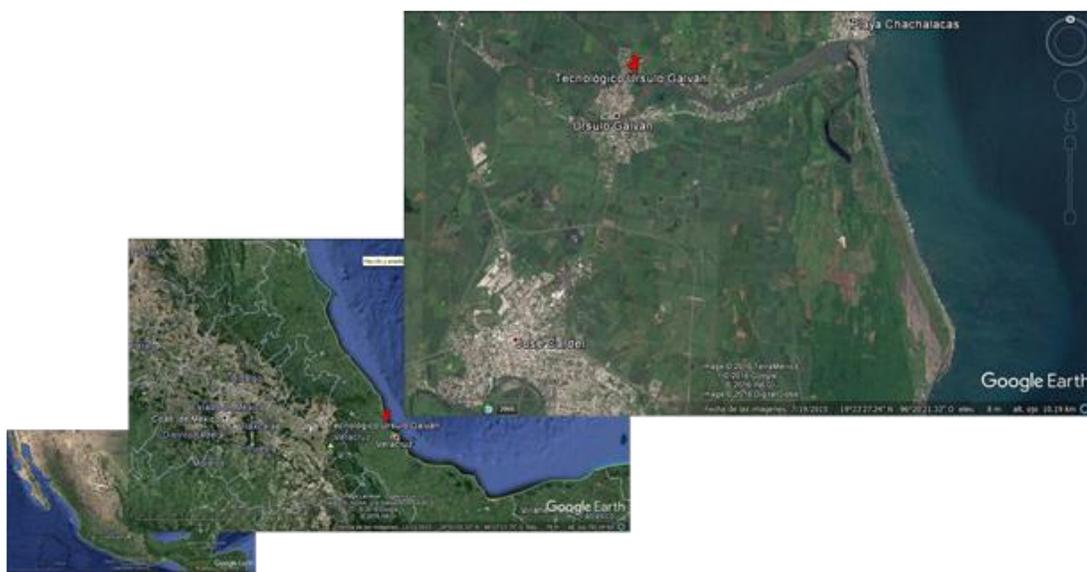


Figura 1. Ubicación geográfica del Municipio de Úrsulo Galván, Veracruz y del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. Áreas pertenecientes a la Región Centro Costera de Veracruz.

7.2. Muestreo

Dentro de cada parcela en cada uno de los usos de suelo se establecieron dos puntos de muestreo (Figuras 2 y 3), utilizando un cuadrante de 25 x 25 cm, donde se tomaron dos muestras de suelo a dos profundidades de 0 a 15 cm y de 15 a 30 cm, colectando un total de cuatro muestras por parcela, y ocho muestras por uso de suelo. Los muestreos se realizaron por uso de suelo, con separaciones de tiempo de no más de dos semanas. Se realizaron muestreos por época del año (nortes, secas y lluvias).

7.3. Procesamiento de muestras

Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Entomología del ITUG. La extracción de artrópodos del suelo se realizó de forma manual y de manera directa utilizando pinzas entomológicas y colectando los organismos directamente de la muestra de suelo. Los organismos extraídos se mantuvieron almacenados en frascos con alcohol al 70%, para su posterior identificación y conteo bajo microscopio estereoscópico. Los organismos se identificaron a nivel de Ordenes, Subclases, Clases y algunas familias taxonómicas utilizando las claves de Triplehorn y Johnson (2015).

7.4. Análisis de datos

Se calculó la abundancia, riqueza y diversidad de organismos utilizando el programa *EstimateS* versión 8.2.0. Se realizó un análisis estadístico no paramétrico de Kruskal Wallis para comparar los usos y profundidades del suelo utilizando el programa InfoStat versión 2013. Se utilizó el índice de similitud de Jaccard para conocer el grado en el que dos usos de suelo son semejantes por los organismos presentes en ellas. Se calculó la abundancia y porcentaje de grupos taxonómicos por uso y profundidad del suelo.



Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio con uso de suelo con pasto, coordenadas 19°25'6.91"N y 96°21'3.92"O.



Figura 3. Ubicación geográfica del área de estudio con suelo sin cultivos, coordenadas 19°25'6.38"N y 96°20'53.62"O.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSION

Se colectaron un total de 1,321 organismos pertenecientes a 16 taxones (Cuadro 3). De los cuales se colectaron 670 en la época de nortes, 480 en lluvias y 164 en secas (Cuadro 3). En la época de nortes la mayor abundancia de organismos se registró a una profundidad del suelo de 0-15 cm, mientras que en lluvias y secas a una profundidad de 15-30 cm (Cuadro 3). La abundancia de meso y macrofauna edáfica fue mayor en el uso de suelo con vegetación silvestre y ligeramente superior en diversidad y equidad (Cuadro 3). La diversidad y equidad de la meso y macrofauna edáfica fueron considerablemente buenas en los dos usos de suelo, pasto y vegetación silvestre, ya que los valores de equidad fueron superiores a 0.5, o sea valores cercanos a uno (0.67-0.90) (Cuadro 3), lo que quiere decir que la diversidad encontrada es cercana a la máxima diversidad que se puede encontrar (Cuadro 3).

El análisis estadístico no paramétrico de Kruskal-Wallis registro diferencias significativas entre las épocas del año (nortes, lluvias y secas) y entre los usos de suelo (pasto y vegetación silvestre) en relación a la abundancia y riqueza de la meso y macrofauna edáfica (Cuadro 4). La diversidad y equidad de la meso y macrofauna edáfica, no registraron diferencias significativas entre los usos de suelo (Cuadro 4). La profundidad del suelo no registro diferencias significativas, de tal forma que la abundancia, riqueza, diversidad y equidad de la meso y macrofauna edáfica no fue afectada por la profundidad de 0-15 y de 15-30 cm, resultando estadísticamente iguales (Cuadro 4).

La época de secas fue significativamente menor en abundancia y riqueza de meso y macrofauna edáfica, mientras que las épocas de nortes y lluvias no tuvieron diferencias significativas en relación a las variables de respuesta (Figura 4). En promedio, la abundancia (Figura 4a), riqueza (Figura 4b), diversidad (Figura 4c) y equidad (Figura 4d) de la meso y macrofauna edáfica fue significativamente mayor en vegetación silvestre que en pasto, en la época de nortes (69.7 y 11.9 organismos, 7.7 y 3.3 taxones, 1.3 y 0.5 H', 0.5 y 0.2 E', respectivamente) y lluvias (45.0 y 9.9 organismos, 9.0 y 4.2 taxones, 1.4 y 0.7 H', 0.5 y 0.2 E' respectivamente) (Figura 4).

Cuadro 3. Abundancia (# de organismos), riqueza (# de morfoespecies), diversidad (Shannon H'), diversidad máxima (H_{Máx.}) y equidad (Pielou J') de meso y macrofauna colectada en pasto y vegetación silvestre del ITUG en las diferentes épocas del año a diferentes profundidades del suelo.

Taxones	Nombre común	Nivel del taxón	Nortes				Lluvias				Secas			
			Pasto		Veg. silvestre		Pasto		Veg. silvestre		Pasto		Veg. silvestre	
			0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30
<i>Acari</i>	Ácaro	Orden	0	0	4	0	3	0	4	0	0	0	0	1
<i>Araneae</i>	Araña	Orden	0	0	14	4	1	2	12	3	0	1	2	2
<i>Carabidae</i>	Escarabajo	Familia	11	4	9	9	5	9	5	4	0	4	0	4
<i>Chilopoda</i>	Cienpiés	Clase	0	1	21	9	0	9	8	15	0	0	2	1
<i>Diplopoda</i>	Milpiés	Clase	1	2	6	1	1	2	12	9	0	0	2	3
<i>Diplura</i>	Dipluro	Orden	0	0	7	0	3	4	7	3	1	0	2	0
<i>Escorpionidae</i>	Escorpion	Familia	0	0	1	3	1	0	5	4	0	0	6	2
<i>Formicidae</i>	Hormiga	Familia	5	10	213	27	6	11	44	31	8	9	9	35
<i>Gastropoda</i>	Caracol	Clase	0	0	35	34	1	3	7	3	2	2	2	3
<i>Hemiptera</i>	Chinche	Orden	1	0	2	1	0	2	7	6	0	0	1	0
<i>Isopoda</i>	Cochinilla	Orden	2	0	1	1	3	0	0	7	0	0	1	1
<i>Isoptera</i>	Termita	Orden	0	0	33	0	2	24	0	1	3	0	0	1
<i>Lepidoptera</i>	Palomilla	Orden	1	0	11	3	1	0	6	33	0	0	3	2
<i>Oligochaeta</i>	Lombriz	Subclase	25	9	47	58	25	27	18	35	0	0	6	10
<i>Scarabaeidae</i>	Escarabajo	Familia	13	12	10	5	7	17	4	2	10	17	1	1
<i>Staphylinidae</i>	Escarabajo	Familia	2	0	1	1	0	2	12	9	0	1	2	1
ABUNDANCIA			61	38	415	156	59	112	151	165	24	34	39	67
RIQUEZA			9	6	16	13	13	12	14	15	5	6	13	14
DIVERSIDAD H'			1.63	1.54	1.78	1.81	1.97	2.10	2.34	2.24	1.33	1.32	2.3	1.76
H_{máx}			2.20	1.79	2.77	2.56	2.56	2.48	2.64	2.71	1.61	1.79	2.56	2.64
Equidad			0.74	0.86	0.64	0.71	0.77	0.85	0.89	0.83	0.83	0.74	0.90	0.67

Cuadro 4. Resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis al comparar las temporadas, los usos de suelo y la profundidad en cada una de las variables de respuestas abundancia, riqueza, diversidad y equidad.

Variables de agrupación	Variables contrastadas											
	Abundancia			Riqueza			Diversidad			Equidad		
	χ^2	gl	p	χ^2	gl	p	χ^2	gl	p	χ^2	gl	p
Temporada	13.309	2	0.001	17.721	2	0.0001	5.597	2	0.061	4.258	2	0.119
Uso de suelo	12.558	1	0.0001	12.006	1	0.001	2.749	1	0.097	1.474	1	0.225
Profundidad	1.589	1	0.207	0.659	1	0.417	2.749	1	0.097	0.164	1	0.686

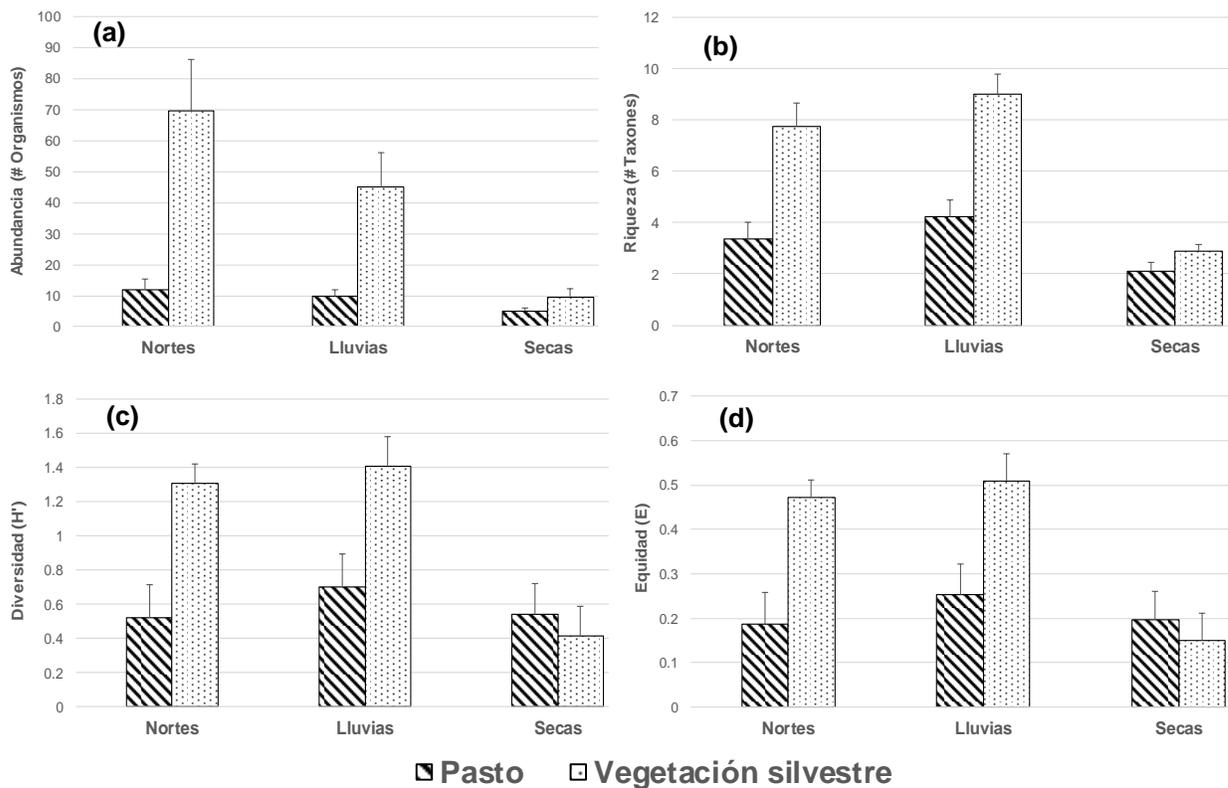


Figura 4. Gráfica de comparación de la meso y macrofauna en pasto y vegetación silvestre, (a) Abundancia de organismos, (b) Riqueza de taxones, (c) Diversidad y (d) Equidad.

El análisis de tabla de contingencia de “taxones x uso de suelo” con el estadístico χ^2 demostró que la distribución de los taxones no fue homogénea entre los usos de suelo ($\chi^2 = 300.4$, $p= 0.0001$), de tal forma que hubo variaciones en la abundancia de taxones al comparar el suelo usado para pasto y el suelo usado para vegetación silvestre, hubo grupos taxonómicos que abundaron más en un uso de suelo que en otro (Cuadro 5).

Las hormigas (*Formicidae*), lombrices (*Oligochaeta*), caracoles (*Gastropoda*), termitas (*Isoptera*) y escarabajos (*Carabidae*) fueron los grupos taxonómicos más abundantes en suelo usado para vegetación silvestre con el 27.9, 14.6, 6.4, 4.4 y 2.6 % respectivamente del total de los organismos; mientras que otros escarabajos (*Scarabaeidae*), fueron más abundantes en suelo con pasto con el 5.6 % del total de los organismos (Cuadro 5 y Figura 5).

Los resultados indican que existe una afinidad de ciertos grupos por las condiciones del uso del suelo, ya que aparentemente degradadores de materia orgánica como las hormigas, lombrices de tierra, moluscos, termitas y escarabajos prefieren suelo con vegetación silvestre (Figura 5), el cual debe ser rico en materia orgánica para que estos grupos de organismos se alimenten y prosperen en abundancia de sus poblaciones, mientras que en suelo con pasto abundaron los escarabajos *Scarabaeidae* (Figura 5), los cuales pueden estar estrechamente asociadas a suelos con heces del ganado, lo cual proporciona alimento y medio de reproducción a estos escarabajos, por ejemplo el escarabajo pelotero, el cual se encuentra estrechamente asociado a excremento del ganado en suelo con pasto.

A pesar de la poca abundancia de meso y macrofauna edáfica registrada en suelo con pasto, es importante mencionar que se registró una presencia importante de hormigas, lombrices de tierra y escarabajos (*Scarabaeidae* y *Carabidae*) en comparación a los otros grupos registrados (Figura 5); la presencia de estos organismos puede tener impactos positivos en la estabilidad estructural del suelo (Jouquet et al., 2006), ya que estos animales tienen la capacidad de moverse a través del suelo construyendo estructuras biogénicas estables en propiedades físicas, químicas y microbiológicas específicas (Jouquet et al., 2006).

Cuadro 5. Tabla de contingencia de Taxones por Uso de suelo de la meso y macro fauna edáfica colectada en el área del ITUG.

TAXONES		Uso de suelo		Total
		Pasto	Vegetación silvestre	
<i>Diplura</i>	Recuento	4	23	27
	% del total	0.3%	1.7%	2.0%
<i>Chilopoda</i>	Recuento	3	63	66
	% del total	0.2%	4.8%	5.0%
<i>Formicidae</i>	Recuento	39	369	408
	% del total	3.0%	27.9%	30.9%
<i>Isoptera</i>	Recuento	6	58	64
	% del total	0.5%	4.4%	4.8%
<i>Lepidoptera</i>	Recuento	2	58	60
	% del total	0.2%	4.4%	4.5%
<i>Staphylinidae</i>	Recuento	5	26	31
	% del total	0.4%	2.0%	2.3%
<i>Araneae</i>	Recuento	2	39	41
	% del total	0.2%	3.0%	3.1%
<i>Scarabaeidae</i>	Recuento	74	25	99
	% del total	5.6%	1.9%	7.5%
<i>Carabidae</i>	Recuento	30	34	64
	% del total	2.3%	2.6%	4.8%
<i>Isopoda</i>	Recuento	5	11	16
	% del total	0.4%	0.8%	1.2%
<i>Escorpionidae</i>	Recuento	1	21	22
	% del total	0.1%	1.6%	1.7%
<i>Diplopoda</i>	Recuento	4	35	39
	% del total	0.3%	2.6%	3.0%
<i>Oligochaeta</i>	Recuento	67	193	260
	% del total	5.1%	14.6%	19.7%
<i>Acari</i>	Recuento	3	9	12
	% del total	0.2%	0.7%	0.9%
<i>Gastropoda</i>	Recuento	8	84	92
	% del total	0.6%	6.4%	7.0%
<i>Hemiptera</i>	Recuento	3	17	20
	% del total	0.2%	1.3%	1.5%
TOTAL	Recuento	256	1065	1321
	% del total	19.4%	80.6%	100.0%

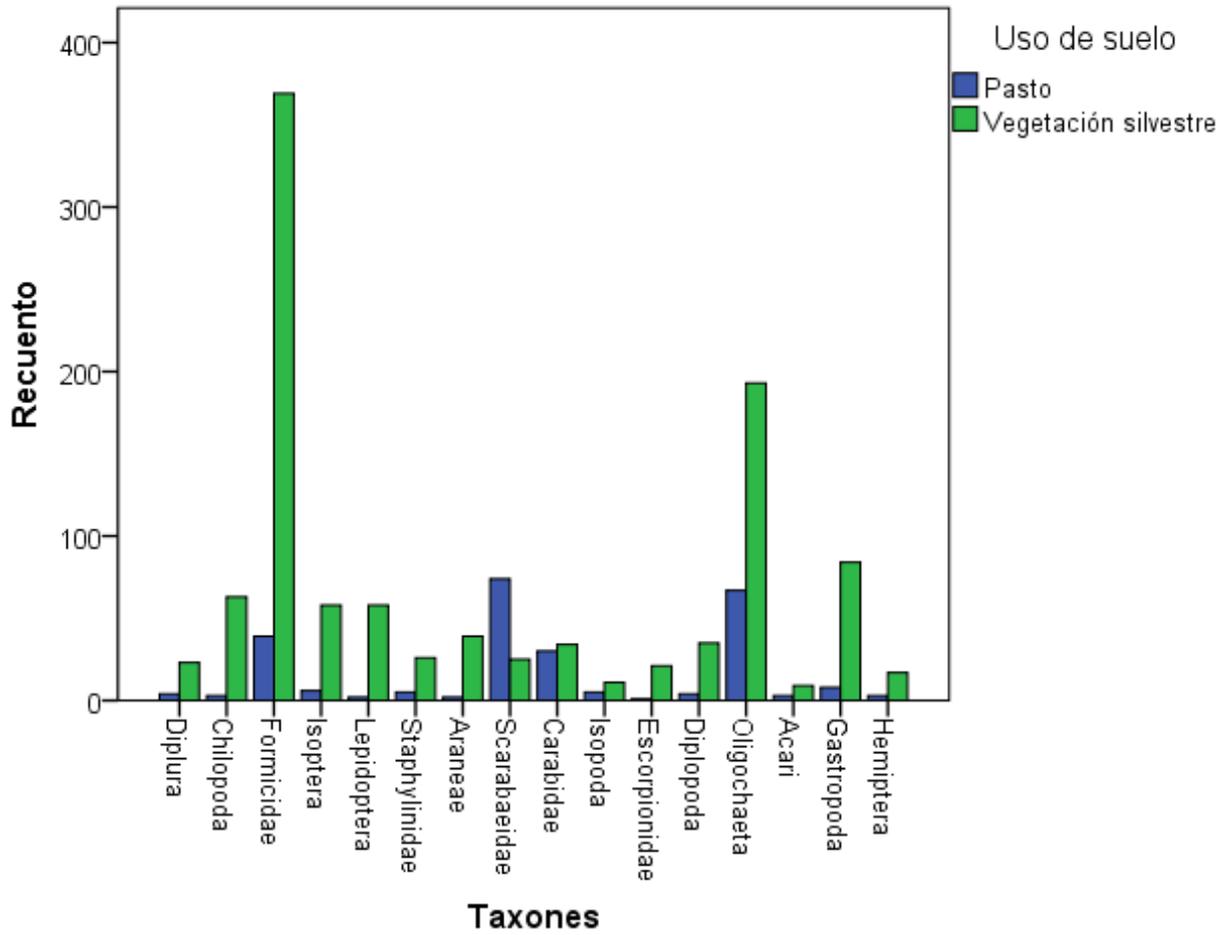


Figura 5. Gráfico de barras mostrando las frecuencias de recuento de cada taxón por uso de suelo, colectados en pasto y vegetación silvestre en el área del ITUG.

IX. CONCLUSIONES

Se ha comprobado que el suelo con pasto, el cual es un cultivo que está ampliando su distribución cada vez más en el municipio de Úrsulo Galván e incluso ha sustituido a la caña de azúcar en algunas áreas, tiene un efecto negativo sobre la meso y macrofauna edáfica que varía en relación a las condiciones ambientales, reduciendo su abundancia, riqueza y diversidad en comparación a suelo con vegetación silvestre.

Estos resultados hacen un señalamiento a la búsqueda de técnicas de manejo de suelo para pastoreo, más amigables con el ambiente, como el manejo silvopastoril o manejo sustentable del suelo para el ganado.

X. RECOMENDACIONES

Ya que las áreas de uso de suelo para pastos en el municipio de Úrsulo Galván han aumentado y la actividad ganadera es una de las más importantes en la región, es necesario realizar más investigaciones para vincular las respuestas de la meso y macrofauna edáfica con la expansión del cultivo y relacionarlos con otros indicadores de calidad del suelo, con la finalidad de evaluar prácticas de manejo de pastos que puedan minimizar cada vez más los posibles efectos perjudiciales del cultivo sobre la biota del suelo.

XI. FUENTES DE CONSULTA

Altieri, M. A., P. Koohafkan y Gimenez E. H. (2012). Agricultura verde: fundamentos agroecológicos para diseñar sistemas agrícolas biodiversos, resilientes y productivos. *Agroecología* 7: 7-18.

Altieri, M. A. (2002). Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture Ecosystems & Environment* 93: 1-24.

Altieri, M. A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture Ecosystems & Environment* 74: 19-31.

Bianchi F. J. J. A., C. J. H. Booij y Tscharrntke T. (2006). Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society of London, Ser. B*, 273: 1715-1727.

Cabrera, M. H., Murillo, C. F. D., Ortega, Z. D. A., Villanueva, J. J. A. y Escobar, D. A. A. (2011). Impact of mango Manila management systems on arthropods in foliage and weeds. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13: 317 – 326.

Canello, E. & T. G. Myles. (2000). Isoptera. Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una Síntesis de su Conocimiento. Volumen 2, Pp. 295-315.

Chávez Suárez, Licet; Labrada Hernández, Yakelín; Álvarez Fonseca, Alexander. (2016). Macrofauna del suelo en ecosistemas ganaderos de montaña en Guisa, Granma, Cuba Pastos y Forrajes, vol. 39, núm. 3, julio-septiembre, pp. 111-115 Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba.

Constantino, R. 1998. Catalog of the living termites of the New World (Insecta: Isoptera). *Arq. Zool.* 35 (2):135-231.

Delgado, G., Burbano, A. and Silva, A. (2011). EVALUACIÓN DE LA MACROFAUNA DEL SUELO ASOCIADA A DIFERENTES SISTEMAS CON CAFÉ *Coffea arabica* L. *Revista de ciencias agrícolas*, XXVIII(1), pp.91-106.

Desiree, J. I., Pita, A. V., Floor, V. D. H., Andre, P. C. F. (2014). Biodiversity impacts of bioenergy crop production: a state-of-the-art review. *Glob Change Biol Bioenergy* 6: 183–209.

E.A. Fitzpatrick. (1984). Suelos su formación, clasificación y distribución, editorial Longman group limited, 1ra edición en español, de la primera edición en inglés, febrero de 1984. ISBN 968-26-0439-7, Pág. 60-67.

Escobar Montenegro, A., Bartolomé Filella, J. and González Valdivia, N. (2017). Estudio comparativo macrofauna del suelo en sistema agroforestal, potrero tradicional y bosque latifoliado en microcuenca del trópico seco, Tomabú, Nicaragua. *Ciencias ambientales*, pp.39-49.

Farwig N., Bailey D., Bochud E., Herrmann J. D., Kindler E., Reusser N., et al. (2009). Isolation from forest reduces pollination, seed predation and insect scavenging in Swiss farmland. *Landscape Ecology* 24: 919-927.

Ferreira da Silva, R., de Aquino, A. M., Martins Mercante, F., Guimarães, M. (2006) Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.41, n.4, abr. p.697-704.

Franco, A. L. C., Bartz, M. L.C., Cherubin, M. R., Baretta, D., Cerri, C. E. P., Feigl, B. J, Wall, D. H., Davies, C. A. y Cerri, C. C. (2016). Loss of soil (macro) fauna due to the expansion of Brazilian sugarcane acreage. *Science of the Total Environment* 563–564: 160–168.

García Álvarez, A. and Bello, A. (2004). Diversidad de los organismos del suelo y transformaciones de la materia orgánica.

García-Prieto L, Osorio-Sarabia D, Lamothe-Argumedo (2014). MR. Biodiversidad de Nematoda parásitos de vertebrados en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 171–176 P.

InfoStat (2008). InfoStat, versión 2008. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.

INAP. (2013). Instituto Nacional de Administración Pública, A.C. (INAP). Diagnósticos Municipales PACMA, Entidad: Veracruz de Ignacio de la Llave 30), Municipio: Úrsulo Galván (191). 49 P.

Lavelle, P., E. Blanchart, A. Martin, A. V. Spain & S. Martin. (1992) Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. In: Lal, R. y Sánchez, P. (eds.) *Myths and Science os Soils of the Tropics*. Special Publication No. 29. Washington DC, USA: Soil Science Society of America.

Moraza, Maria Lourdes (1999), Departamento de Zoología y Ecología, Universidad de Navarra, Los acaros: Origen, Evolucion y Filogenia. *Bol. S.E.A.* No. 26, 281-292 P.

Naranjo-García, E. 1997/1998. Terrestrial gastropods from tropical rain forest leaf litter, southern Veracruz, Mexico. *Western Society of Malacologists Annual Report* 30: 40-46.

Pineda, José Arnold (2006), Instituto Hondureño del Café P653, *Lombricultura*, 1a. ed.-- (Tegucigalpa): (Litografía López).

Patrick; Jiménez Jaén Decaëns, Thibaud; Lavelle, Juan José; Escobar, Germán; Rippstein, Georges. (1994). Impact of land management on soil macrofauna in the Oriental Llanos of Colombia. *European Journal of Soil Biology* (France). 157-168 p.

Kolmans, E. y D. Vázquez. 1996. *Manual de agricultura ecológica*. Nicaragua: SIMASCICUTED.

Lavelle, P., Lattaud, C., Trigo, D. & Barois, I. (1994) Mutualism and biodiversity in soils. *Plant and Soil*. 170(1):23-33.

Lee, K. E. & T. G. Wood. (1971). Termites and soils. Academic Press. P. 251.

Martius, C.; Höfer, H.; García, M.V.B.; Römbke, J.& Hanagarth, W. (2004). Litter fall, litter stocks and decomposition rates in rainforest and agroforestry sites in central Amazonia. In: Nutrient cycling in Agroecosystems. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands. 137 p.

McGarry, D. Bridge B.J., Radford B.J. (2000). Contrasting soil physical properties after zero and traditional tillage of an alluvial soil in the semi-arid subtropics, Soil and Tillage Research Volume 53, Issue 2, January, 105-115 p.

Odum, Eugene P. (1989). Ecology and our endangered life-support systems. Sinauer Associates Inc. Mass. 283 Pages. ISBN 0-87893-635-1

Plan Veracruzano de Desarrollo. 2011-2016. Capítulo IV Economía fuerte para el progreso de la gente. Apartado IV.2 Desarrollo Agropecuario: detonador del crecimiento. Gobierno del Estado de Veracruz. 128-133 p.

Rodríguez, Idalmis; Crespo, G.; Fraga, S.; Rodríguez, C.; Prieto, D. (2003). Actividad de la mesofauna y la macrofauna en las bostas durante su proceso de descomposición Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 37, núm. 3, pp. 319-326 Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba.

Sanchez, S., Crespo, G. and Garcia, Y. (2008). Factores bióticos y abióticos que influyen en la descomposición de la hojarasca en pastizales. *pastos y forrajes*, 31(2).

Shaw, C., H. Lundkvist, A. Moldenke y J. Boyle. (1991). The relationships of soil fauna to long-term forest productivity in temperate and boreal ecosystems: processes and research strategies. *In* Long-term field trials to assess environmental impacts of harvesting, W. J. Dyck y C. A. Mess (eds.). IEA/BE T6/A6 Workshop, Amelia Island, Florida. p. 39-77.

Silva, R., Aquino, A., Mercante, F. and Guimarães, M. (2006). Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(4), pp.697-704.

Staley, J. T. & G. H. Orians. (1992). Evolution of the biosphere. In: Butcher, S. S., R. J. Charlson, Orians, G. H., and G. V. Wolfe (eds.) *Global Biogeochemical Cycles*. Academic Press Ltd. London pp 21-54.

Stork, N.E. & P. Eggleton. (1992). Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *American Journal of Alternative Agriculture*. 7: 1-2, 38-47.

Swift, M.J.; Heal, W.O. & Anderson, J.M. (1979). *Decomposition in terrestrial ecosystems*. Studies in Ecology. Vol 5. University of California Press. Berkeley, California, USA. 372 p.

What's New for 2010 MeSH®. NLM Technical Bulletin. Nov –Dec 2009, No. 371.

Webster, R., (1976). The nature of soil variation, *Class. Soc. Bul.*, 3, 43-55.