



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ÚRSULO GALVÁN

IMPACTO POR USO DE SUELO SOBRE ARTRÓPODOS TERRESTRES EN PASTO Y SILVOPASTORIL

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de:
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

Presenta:
NIDIA NEYRA OLAVARRIA SOSA

No. Control: 12882232

Úrsulo Galván, Ver., Octubre de 2019



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

Úrsulo Galván, Ver., **26/SEPTIEMBRE/2019**

No. DE OFICIO: 578.

Asunto: **Autorización de Impresión.**

C. NIDIA NEYRA OLAVARRIA SOSA
PRESENTE

Por este conducto me dirijo a usted para comunicarle que su trabajo titulado: **IMPACTO POR USO DE SUELO SOBRE ARTRÓPODOS TERRESTRES EN PASTO Y SILVOPASTORIL.**, Como opción de titulación integral mediante: **TESIS** 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 encuadernado con pasta dura de color Negro y 05 CD'S.**, debiendo presentarse en formato digital atendiendo a las instrucciones para tal efecto.


INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ÚRSULO GALVÁN
DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ATENTAMENTE

"Nuestro Esfuerzo es Progreso"


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

C.p. Archivo.
CSMG/jjvd.

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

www.itursulogalvan.edu.mx





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

Úrsulo Galván, Ver, 26/Septiembre/2019

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación integral.

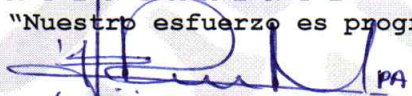
M.A. CAROLINA SAC-NICTE MÉNDEZ GONZÁLEZ
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

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

a) Nombre del Egresado	NIDIA NEYRA OLAVARRIA SOSA
b) Carrera:	LICENCIATURA EN BIOLOGÍA
c) No. de Control	14882232
d) Nombre del proyecto	IMPACTO POR USO DE SUELO SOBRE ARTRÓPODOS TERRESTRES EN PASTO Y SILVOPASTORIL
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"


ROBERTO G. DEL PINO PÉREZ
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERIAS



 FELIX DAVID MURILLO CUEVAS	 JACEL ADAME GARCÍA	 JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ VIVEROS
Nombre y Firma del Director	Nombre y Firma de la Asesora	Nombre y Firma del Asesor

c.c.p. Expediente



Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván por haberme permitido ser parte de esta comunidad estudiantil, por haberme permitido formarme en ella, ayudarme a desarrollar mis habilidades intelectuales y a tener más confianza en mí misma mediante los eventos en los me dieron la oportunidad de participar.

A mis asesores la Dra. Jacel Adame García, muchas gracias por su apoyo, confianza y motivación a lo largo de estos años. Dr. Félix David Murillo Cuevas por ser mi guía y darme consejos y apoyo, a la Mtra. Jazmín Villegas, M.C. Antonio Fernández por ser parte de este proyecto.

A mi familia madre Verónica Sosa Rodríguez y abuelos Leonarda, Nemesio, Rafael y Felicitas, por su confianza, apoyo y amor en todos los momentos, me vieron crecer y hoy son testigos de este logro tan importante.

A mi primos y tíos, a Mitsy, Antonio gracias por alegrarme los días, por su cariño y apoyo.

A mis amigos, a Yaneth, Arturo, Imelda, nos formamos juntos en esta travesía, pero también en la vida que nos ha permitido experimentar maravillosas historias juntos. Gracias por los momentos de felicidad a su lado. También a Kely, Ivonne y Enrique por sus consejos, por su apoyo, agradezco su bella amistad durante estos años y las aventuras que me han alegrado el corazón.

Dedicatoria

A Dios por ser la luz incondicional que ha guiado mi camino.

A mi madre.

Por ser una mujer valiente, una excelente madre, estoy orgullosa de ti. Gracias por tu apoyo, esfuerzo, guía, paciencia, por tus consejos, por tu motivación y amor incondicional que han hecho que hoy cumpla uno más de mis sueños.

A mis abuelos

Por sus maravillosas historias. Por sus buenos consejos para hacer de mi una persona de bien. Los quiero

Resumen

Este trabajo evaluó el impacto de uso de suelo con pasto y silvopastoril sobre la fauna edáfica, a través de la comparación con un suelo con acahual. El sitio del muestreo se localiza en las áreas de silvopastoril, acahual y pasto del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván (ITUG), en Úrsulo Galván, Veracruz. El trabajo se llevó a cabo en el año 2018. Dentro de cada uso de suelo se establecieron dos parcelas de 10m². La extracción de artrópodos del suelo se realizó manualmente con uso de pinzas entomológicas y directamente de las muestras de suelo. Los organismos extraídos fueron almacenados en alcohol al 70% para su identificación por nivel de orden, subclase, clase y algunas familias taxonómicas. Se considera que los suelos con acahual fueron muy diversos en los grupos de fauna edáfica y tuvo la mayor diversidad y equidad de organismos, lo que sugiere un mayor complemento de grupos y funciones ecológicas en comparación con los suelos con silvopastoril y pasto. La Familia Formicidae (hormigas) fue la que presentó la mayor abundancia de organismos, en todos los usos de suelo, destacándose en el de silvopastoril. El Orden Isoptera (termitas) abundó más en el uso de suelo con pasto y los Oligochaeta (lombrices) y Acari (ácaros) en suelo con acahual. Se colectaron un total de 2,705 organismos de los cuales 1,420 se colectaron en silvopastoril, 1,012 en suelo con acahual y 230 en suelo con pasto. La mayor riqueza, diversidad y equidad la registró el acahual, seguido del silvopastoril para riqueza y de pasto para diversidad y equidad. Los valores de diversidad y equidad en suelo con silvopastoril, indicaron el nivel de degradación del suelo, debido probablemente a un mal manejo del suelo. Se considera que el cambio de uso de suelo a silvopastoril y pasto reduce la abundancia, riqueza y diversidad de artrópodos y microorganismos del suelo en comparación con acahual. Justificando esto debido a que el uso intensivo del suelo reduce sustancialmente la calidad de este en comparación del uso de suelo sin interacción de actividades agrícolas los hábitats de artrópodos edáficos, conduciendo a la pérdida de la biodiversidad y simplificación de las comunidades del suelo.

ÍNDICE

	PAGINA
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
IV. OBJETIVOS	8
4.1 Objetivo general	8
4.2 Objetivos específicos.....	8
V. HIPÓTESIS	9
VI. MARCO TEÓRICO	10
6.1 Silvopastoril	10
6.2 Artrópodos	10
6.3 Morfología.....	11
6.4 Importancia de los artrópodos.....	13
6.5 Hábitat.....	14
VII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
7.1 Ubicación del lugar.....	15
7.2 Diseño experimental	16
VIII. RESULTADOS y DISCUSIÓN	19
IX. CONCLUSIONES	27
X. RECOMENDACIONES.....	28
XI. FUENTES DE CONSULTA.....	29
XII. ANEXOS.....	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Morfoespecies, categoría taxonómica y la abundancia, riqueza y equidad registradas en cada uno de los usos de suelo en el área de estudio.....	21
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación geográfica del área de estudio en la región centro de Veracruz.....	15
Figura 2.	Análisis de correspondencia simple donde se asocian las morfoespecies con los usos de suelo.....	23
Figura 3.	Promedio \pm E.E. de abundancia, riqueza, diversidad y equidad de fauna edáfica en cada uno de los usos de suelo.....	26

I. INTRODUCCIÓN

El uso de suelo asociado a la producción agrícola y ganadera es uno de los factores claves que afecta a la biodiversidad edáfica, con impactos negativos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, provocando una disminución general de este (Cabrera y Zuaznábar 2010, Cabrera *et al.* 2011, Cabrera, 2012, Stechauner y Madriñán, 2013, Desiree *et al.*, 2014, Martínez *et al.*, 2014, Franco *et al.*, 2016). El estado de Veracruz cuenta con cerca de 3.7 millones de hectáreas de pastizales que se dedican principalmente a la producción ganadera, convirtiéndolo en el primer productor nacional de carne de bovino y el quinto (SIAP, 2018).

El estado también es uno de los principales productores nacionales de limón, con una superficie sembrada de 46,318.50 Ha. y una producción de 658,282.14Ton. Con un rendimiento de 14.61udm/ha. (SIAP, 2018). En la región centro de Veracruz, desde hace más de cincuenta años se ha dado un cambio de uso de suelo, de áreas de vegetación nativa a agrícolas y/o pecuarias (Plan Veracruzano de Desarrollo, 2016). Municipios como Úrsulo Galván, tienen más del 50% de su suelo usado para la agricultura, 23% para pastizales y sólo 6% para vegetación nativa (INAP, 2013).

La expansión de la frontera agrícola y pecuaria que predomina en esta región, modifica los sistemas naturales para desarrollar actividades agrícolas y pecuarias, lo que conlleva a cambios en las propiedades del suelo y su biota asociada. La mesofauna edáfica (organismos entre 0.1 y 2 mm de diámetro) es importante por su abundancia, diversidad y función en el suelo, se considera un indicador ecológico a causa de que estos organismos presentan una gran aptitud para la especiación, ciclos de vida cortos y poca dispersión de las especies (Bedano *et al.*, 2006 y 2006, Eeva y Penttinen, 2009).

La macrofauna edáfica (organismos mayores de 2 mm de diámetro) es determinante en la fertilidad del suelo y, por ende, en el funcionamiento global del sistema edáfico (Cabrera *et al.*, 2011, Cabrera, 2012). Muchos autores proponen el uso de estos organismos como indicadores de la calidad o alteración del suelo, debido a que pueden ser afectados por diferentes usos y manejos del suelo, a causa de la susceptibilidad y rápida respuesta que estos presentan ante los cambios en la cobertura, transformación de la vegetación y variables ambientales (Lavelle *et al.*, 2003, Eeva y Penttinen, 2009, Cabrera *et al.*, 2011, Lang-Ovalle *et al.*, 2011, Cabrera, 2012, Franco *et al.*, 2016).

Como indicador biológico del estado de conservación y/o perturbación del suelo, la macro y mesofauna edáfica debe estar relacionada con los atributos físicos y químicos del suelo, que a la vez manifiestan la productividad del ecosistema (Bedano *et al.*, 2006 y 2006, Botina *et al.*, 2012, Tapia Coral *et al.* 2016,). Dentro de la macrofauna edáfica se encuentran las lombrices de tierra, las cuales son afectadas por factores como el clima, alimentación, humedad, textura y condiciones químicas del suelo; por lo que estas manifiestan cambios de composición y abundancia en una corta escala de tiempo (Clapperton, 1999, Momo *et al.*, 2003, Cabrera, 2012).

Las lombrices de tierra tienden a prevalecer en ambientes edáficos húmedos, no compactados y con alto contenido de materia orgánica (Momo *et al.*, 1993, Momo *et al.*, 2003). Organismos detritívoros como los diplópodos (milpiés), isópodos (cochinillas), algunos coleópteros (escarabajos) y gastrópodos (caracoles), pueden ser utilizados para indicar el estado de perturbación en el medio edáfico, ya que son organismos expuestos a la superficie, muy sensibles a los cambios bruscos de temperatura y humedad, (Moore *et al.*, 2004, Zerbino *et al.*, 2008).

Otros grupos como las termitas adquieren importancia en zonas de cultivos, donde su invasión y agresividad han estado relacionadas con condiciones adversas de temperatura y humedad, así como con el contenido y la calidad del material orgánico en el suelo (Gutiérrez *et al.*, 2004, Laffont y Porcel, 2007, Hurtado *et al.*, 2017).

II. ANTECEDENTES

A lo largo del territorio mexicano pueden encontrarse casi todos los tipos de vegetación que existen en el mundo (Conabio, 2006); en ellos habitan miles de especies de diversos grupos taxonómicos, muchos de los cuales muestran una alta variabilidad genética. México es uno de los países más diversos del planeta desde el punto de vista biológico.

Su compleja fisiografía e historia geológica y climática, principalmente, han creado una variada gama de condiciones que hacen posible la coexistencia de especies de origen tropical y boreal, y que también han permitido, al paso del tiempo, una intensa diversificación de muchos grupos taxonómicos en las zonas continentales de su territorio y a lo largo de sus zonas costeras y oceánicas (Espinosa *et al.*, 2008).

Los suelos utilizados por el Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván tienen alrededor de 40 años de producción y es poco lo que se sabe del estado actual de la calidad del suelo, de tal forma que es importante evaluar las condiciones actuales del suelo, y la fauna edáfica es un buen indicador para este tipo de evaluación, por lo cual se propone este trabajo.

Las prácticas agrícolas han experimentado una elevada intensificación desde la segunda mitad del s. XX, lo que ha implicado importantes cambios en la gestión y la estructura de los agro-ecosistemas (Tilman *et al.*, 2001). La drástica pérdida de biodiversidad ha sido uno de los costes medio-ambientales más destacados de la intensificación (Tilman *et al.*, 2001). En este contexto, en 1993 se firmó la Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (CBD) para promover estrategias de conservación y así intentar contrarrestar los efectos adversos, entre otros, de dicha intensificación.

En el marco europeo, la Convención impulsó una serie de medidas agro-ambientales dirigidas a los agricultores y basadas en incentivos económicos, con el objetivo de introducir prácticas agrícolas más sostenibles. Incrementar la producción agraria ecológica fue una de éstas propuestas, la cual ha tenido una fuerte repercusión mediática debido a sus implicaciones en seguridad alimentaria (Lampkin, 2002).

Un número considerable de estudios ha demostrado que la gestión ecológica incrementa la diversidad de flora arvense y de artrópodos de los ecosistemas herbáceos (Bengtsson *et al.*, 2005, Hole *et al.*, 2005). Sin embargo, algunos estudios muestran también resultados variables o hasta contradictorios.

Recientemente se ha abordado esta variabilidad de resultados como un problema de escala, ya que el contexto paisajístico (paisaje simple vs. complejo) dónde se hallan los campos de estudio puede condicionar el resultado de las comparaciones entre gestiones diferentes (Bengtsson *et al.*, 2005). La diversidad biológica, o biodiversidad, comprende cuatro niveles de organización: genético, poblacional-específico, comunitario-ecosistémico y paisajístico, e incluye tanto componentes composicionales, estructurales como funcionales (Noss, 1990).

Las propiedades principales de la biodiversidad de organismos presentes en un área geográfica determinada son la variedad genética y la unicidad filogenética, siendo esta última más importante en Chile que la primera (Simonetti *et al.* 1992).

Probablemente, debido a que la biodiversidad involucra tanto los niveles de organización suborganísmicos, multiindividuales como multiespecíficos, y que deba describírsele tanto estructural conjuntamente con su inventario y monitoreo debe considerarse, además, la conservación de los procesos ecosistémicos (Thompson, 1996).

Los estudios de la fauna edáfica, según el impacto del uso de la tierra o el tipo de ecosistema y el manejo de las plantas, tanto a escala mundial (Lavelle *et al.*, 2003; Velasquez *et al.*, 2007) como en Cuba (Cabrera y Zuaznábar 2010; Cabrera, 2012), permitieron considerar esta fauna para su uso como bioindicadores.

Los resultados de estos trabajos mostraron que los organismos detritívoros, dígame las lombrices de tierra, las termitas, los milpiés, las cochinillas, algunos escarabajos y caracoles, entre otros, pueden ser afectados por factores como el clima, la humedad, la textura y las propiedades químicas del suelo.

Estos invertebrados dependen primordialmente de la presencia de agua en el suelo, ya que les facilita su movimiento en la tierra, respirar y reproducción, y también de la entrada de materia orgánica que es su principal fuente energética o de alimento.

Por tanto, los organismos detritívoros serán más abundantes y diversos en suelos, que, por sus características y grado de conservación, mantengan condiciones edafoclimáticas apropiadas para el desarrollo de estos animales (Cabrera, 2012).

En la región centro costera de Veracruz, Cabrera *et al.* (2009), reportaron un menor impacto del uso de suelo con mango manila que con caña de azúcar sobre artrópodos terrestres.

También Cabrera *et al.* (2011), indicaron un mayor impacto por el cultivo de caña de azúcar cuando se evaluó el impacto en artrópodos en el follaje de los cultivos y arvenses aledañas.

Los microartrópodos también han servido como indicadores de impacto ambiental en cultivos agrícolas como mango y caña de azúcar (Murillo *et al.*, 2009).

Por otro lado, Murillo *et al.* (2019), estudiaron la fauna y microflora edáfica en caña de azúcar y pasto, comparándolos con un acahual como testigo en la región de estudio, encontraron que el suelo con caña de azúcar fue menos nocivo para la fauna edáfica que el suelo con pasto, pero el suelo con acahual fue superior a caña y pasto en diversidad de organismos, señalándose un impacto por el uso de suelo con pasto principalmente.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los artrópodos son de gran interés ecológico debido a su gran número y variedad, también son unos de los principales organismos que mantienen el equilibrio por sus hábitos alimenticios, muchos de estos por ejemplo controlan el crecimiento de hongos y bacterias, muchos son descomponedores, lo que significa que desintegran plantas o animales muertos y los convierten en nutrientes para la tierra.

Cuando el número de artrópodos es bajo, causado por modificaciones en su entorno ya sea por actividades humanas agrícolas o ganaderas, se provoca una fragmentación de sus hábitats, generándose un desequilibrio entre los organismos, lo cual puede causar alteraciones físico-químicas en el ambiente y afectar los procesos naturales.

De acuerdo a lo anterior se considera que el cambio de uso de suelo de acahuales a pasto o sistemas silvopastoriles, reducirá la abundancia, riqueza y diversidad de artrópodos del suelo. La justificación de esta hipótesis es que el uso intensivo del suelo en el área pecuaria, en comparación a suelo sin uso pecuario, reducirá sustancialmente la calidad del suelo, así como los hábitats de artrópodos edáficos, conduciendo a la pérdida de la biodiversidad y simplificación de las comunidades del suelo. De tal forma que es importante evidenciar el efecto del uso de suelo, así como conocer el grado de impacto sobre la fauna edáfica, utilizando un suelo sin uso agrícola o pecuario como el de un acahual.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar el impacto de uso de suelo con pasto y silvopastoril sobre la fauna edáfica, a través de la comparación con un suelo con acahual.

4.2 Objetivos específicos

1. Determinar la abundancia, riqueza, diversidad y equidad de fauna edáfica presente en suelo con pasto, silvopastoril y acahual.
2. Comparar la abundancia, riqueza, diversidad y equidad de fauna edáfica entre suelo con pasto, silvopastoril y acahual.

V. HIPÓTESIS

1. La abundancia, riqueza, diversidad y equidad de fauna edáfica en suelo usado para pasto, silvopastoril y acahual son altas.
2. La abundancia, riqueza, diversidad y equidad de fauna edáfica en suelo con acahual es mayor a suelo con pasto y silvopastoril.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1 Silvopastoril

Los sistemas silvopastoriles (SSP) como su nombre lo indica, son sistemas que tienen como objetivo la producción silvícola (madera) y pastoril (pasto). Al mismo tiempo, un correcto manejo de los mismos puede proveer muchos servicios ambientales a la comunidad, tales como la conservación de la biodiversidad, la capacidad de fijación de carbono, la función protectora de suelo y cuencas hidrográficas, mejorando los ingresos por aumentos de producción y diversificación de fuentes.

Los sistemas silvopastoriles son una opción de producción pecuaria en donde las plantas leñosas perennes interactúan con los componentes tradicionales (pastos y animales) bajo un sistema de manejo integral (Pezo, D & Ibrahim, M. 1998).

6.2 Artrópodos

Los artrópodos (del griego ἄρθρον, arthron, articulación, y podos, pie) son el filo más diverso de los metazoos (animales pluricelulares), con más de un millón de especies descritas. Incluyen, entre otros grupos, a las arañas, insectos, crustáceos y miriápodos. Son animales segmentados, y se caracterizan por poseer un esqueleto externo articulado compuesto de quitina, con apéndices con musculatura propia en posición ventrolateral, pareados en cada uno de los segmentos (Chapman., 2009).

Al ser rígido este exoesqueleto no permite el crecimiento, que se realiza mediante mudas es decir, se desecha el exoesqueleto que se ha quedado pequeño, y se forma otro adecuado al mayor tamaño del individuo en crecimiento (Chapman., 2009).

Hay casi 1.200.000 especies descritas, en su mayoría insectos (un millón), que representan al menos el 80% de todas las especies animales conocidas (Chapman., 2009). Varios grupos de artrópodos están perfectamente adaptados a la vida en el aire, igual que los vertebrados amniotas, a diferencia de todos los demás filos de animales, que son acuáticos o requieren ambientes húmedos (Brusca, R. C, 1990). Su anatomía, su fisiología y su comportamiento revelan un diseño simple pero admirablemente eficaz (Zhang, 2013).

Se desconoce el número exacto de especies de artrópodos descritas y válidas (es decir, que no son sinonimias), pero se estima que sobrepasa los 1,3 millones (Zhang, 2013). Esta cifra representa un 80% de todas las especies descritas de metazoos, lo que da una idea de su enorme diversidad. Si el número de especies descritas es desconocido, la incertidumbre en el número de especies real, incluyendo las que están todavía por describir, es un orden de magnitud mayor y no hay visos de que se pueda llegar a una cifra consensuada, yendo las estimaciones de los dos a los ochenta millones de especies (Caley *et al.*, 2014).

6.3 Morfología

Son animales segmentados, y se caracterizan por poseer un esqueleto externo articulado compuesto de quitina, con apéndices con musculatura propia en posición ventrolateral, pareados en cada uno de los segmentos. Al ser rígido este exoesqueleto no permite el crecimiento, que se realiza mediante mudas, es decir, se desecha el exoesqueleto que se ha quedado pequeño, y se forma otro adecuado al mayor tamaño del individuo en crecimiento (Ribera *et al.*, 2015).

El tamaño de los artrópodos es enormemente variado, pudiendo ir desde menos de un milímetro a más de un metro en algunas formas marinas, y varios metros si incluimos a las formas fósiles (Ribera *et al.*, 2015).

Su diversidad morfológica es también enorme, pero comparten algunas características fundamentales en su organización interna: tienen sistemas circulatorios abiertos (es decir, sin vasos cerrados), y un líquido análogo a la sangre (hemolinfa) que baña los órganos internos. El sistema nervioso está más o menos centralizado dependiendo de los grupos. En general tienen un par de ganglios en cada segmento del cuerpo, y en la cabeza (que es el resultado de la fusión de los segmentos apicales) pueden formar un único ganglio de mayor tamaño que funciona a modo de cerebro (Ribera *et al.*, 2015).

La segmentación básica (o ancestral) de los artrópodos consiste en un segmento apical o acron, una serie de segmentos modulares intermedios, y un segmento final o telson. Originalmente los segmentos intermedios seguramente eran birrámeos, es decir, con dos apéndices a cada lado: uno formando una branquia y otro una pata. Los dos se articulaban al cuerpo por medio de una coxa. Los segmentos apicales del cuerpo se han fusionado de diferente forma en los distintos grupos principales de artrópodos para formar la cabeza, de modo que la homología de los distintos apéndices cefálicos (y de algunas estructuras internas, como las partes del cerebro) es difícil de establecer y ha sido motivo de controversia (Ribera *et al.*, 2015).

El resto de segmentos también se ha modificado de forma diferente en los distintos grupos, y con ellos los apéndices, que pueden duplicarse, reducirse, modificarse o eliminarse completamente, como en el abdomen de algunos grupos. Las formas de desarrollo de los artrópodos son enormemente variadas, con muchas modificaciones secundarias que normalmente aparecen como adaptaciones a ambientes o formas de vida determinadas (Ribera *et al.*, 2015).

Los artrópodos son organismos triblásticos, que proceden, probablemente, de antecesores anélidos. La similitud a estos está evidenciada en la segmentación del cuerpo, tanto externa como interna, que en ocasiones se modifica profundamente.

Lo más característico del proceso de artrópodización fue la diferenciación de la pared del cuerpo en áreas endurecidas y blandas, que proporcionaron la gran variedad de mecanismos esqueléticos musculares, que representan una de las características más importantes de éstos animales y que permitió acondicionar su modelo morfológico funcional. La adquisición de una cutícula, en parte esclerotizada, es otra de las características que distinguen a este *phylum* (Sánchez C. 2000).

6.4 Importancia de los artrópodos

Además, estos animales están presentes en todos los continentes y ecosistemas; exhiben una asombrosa diversidad anatómica, funcional, etológica y ecológica, varían en tamaño y forma con individuos menores a 1 mm (como los ácaros y avispa parasitoides) y mayores a 4 m, la gran variedad de características y requerimientos ecológicos que presentan, los artrópodos desempeñan tareas fundamentales para el mantenimiento de los ecosistemas terrestres, ya que están estrechamente relacionados con los procesos de herbivoría, polinización, descomposición de materia orgánica y ciclaje de nutrientes, y tienen un papel transcendental en el flujo de energía de los ecosistemas pues son eslabones importantes dentro de las cadenas tróficas, ya que actúan como depredadores, parásitos, saprófagos y forman parte de la dieta de muchos vertebrados (Llorente-Bousquets *et al.*, 1996; Wheeler *et al.*, 2002; MartínezHernández, 2007).

Debido a la gran diversidad, abundancia, roles funcionales, variedad de tamaños, vagilidad, rápido crecimiento, facilidad de muestreo y sensibilidad a cambios ambientales en escalas ecológicas y microevolutivas, los artrópodos tienen un gran potencial para ser considerados como útiles herramientas en la restauración y conservación de la biodiversidad (Jansen, 1997; Kremen *et al.*, 1993; Andersen *et al.*, 2004).

6.5 Hábitat

La riqueza y la abundancia de artrópodos en los humedales, por lo menos en la región andina de Colombia, depende de varios factores como su historial paleoecológico, su régimen climático, sus dimensiones, las características del espejo de agua, la heterogeneidad de los hábitats, el tipo de vegetación y sus condiciones de manejo (Amat & Blanco 2003). Los artrópodos se encuentran en prácticamente cualquier hábitat incluyendo aquellos donde las condiciones de luz y oxígeno son mínimas cómo puede ser aguas termales el interior de cavernas o ventilas. Los artrópodos han colonizado de manera exitosa el ambiente terrestre como ningún otro grupo de animales, lo cual se ve reflejado en su gran abundancia. Dado sus tamaños, han podido desarrollar una cantidad de nichos ecológicos en prácticamente cualquier microhábitat terrestre, incluso en aquellos derivados de actividades antropocéntricas como los cultivos, alimentos almacenados, las acumulaciones de basura y contenedores artificiales, entre otros.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Ubicación del lugar

Los sitios de muestreo donde se establecieron las trampas para la colecta de artrópodos fue en los terrenos pertenecientes al Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván (ITUG) en el año 2018, con coordenadas de 19°24'43.13" Norte y 96°21'32.61" Oeste, en el municipio de Úrsulo Galván, Veracruz, México (Figura 1). El clima de esta región se clasifica como Aw por el sistema Köppen-Geiger, definido como cálido subhúmedo con lluvias en verano, con un rango de temperatura que oscila entre 24 y 26 °C, y un rango de precipitación entre 1100 mm y 1300 mm (García, 1998).

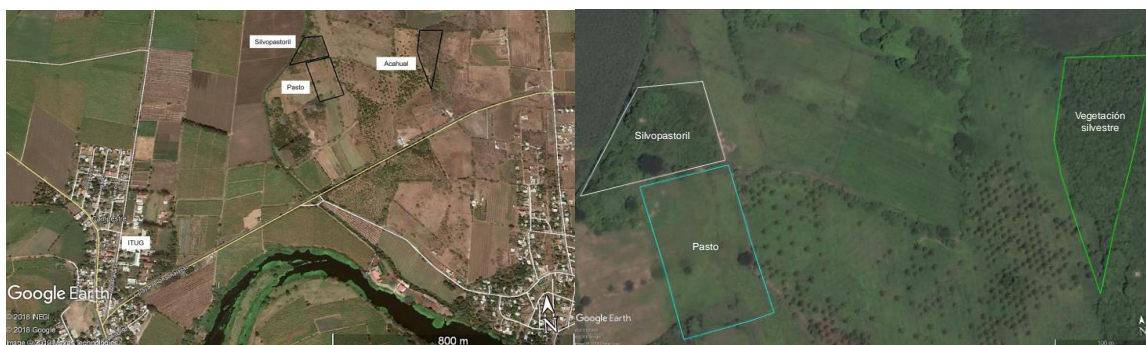


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio en la región centro de Veracruz. Se establecieron tres áreas para el muestreo, concernientes a tres usos de suelo, pasto, silvopastoril y acahual (testigo).

El área con pasto se encuentra ubicada en las coordenadas 19°25'3.87"N y 96°21'7.85"O, a una elevación de 12 m. En este cultivo se estableció un polígono de muestreo de 1.584 hectáreas, georreferenciado con los siguientes puntos: 1) 19°25'6.31"N, 96°21'10.05"O; 2) 19°25'1.00"N, 96°21'8.81"O; 3) 19°25'1.65"N, 96°21'5.59"O y 4) 19°25'6.85"N, 96°21'6.84"O. El suelo con pasto Mombasa tiene aproximadamente 10 años con el cultivo, anteriormente fue usado para caña (Figura 2).

El área tipo silvopastoril se encuentra ubicada en las coordenadas 19°25'7.94"N y 96°21'9.43"O, a una elevación de 11 m. En esta área se estableció un polígono de muestreo de 1.081 hectáreas, georreferenciada con los siguientes puntos: 1) 19°25'9.78"N, 96°21'9.94"O; 2) 19°25'9.81"N, 96°21'7.58"O; 3) 19°25'6.98"N, 96°21'6.97"O y 4) 19°25'6.15"N, 96°21'12.23"O. Esta área cuenta con cultivos como Morera (*Morus alba*), Colorín (*Erythrina americana*), Bambú (*Bambusa vulgaris*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Mulato (*Bursera simaruba*) y Cocuite (*Gliricidia sepium*) (Figura 1).

Área de acahual ubicado en las coordenadas 19°25'6.17"N y 96°20'53.87"O, a una elevación de 24 m, con un polígono de muestreo de 1.441 hectáreas, esta área presenta una vegetación de selva baja caducifolia, relacionada a las zonas costeras donde podemos encontrar Cocuite (*Gliricidia sepium*), Nacastle (*Enterolobium cyclocarpum*), Jilote (*Bursera simaruba*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Huizache (*Acacia cochliacantha*), Palma de coyol (*Acrocomia aculeata*), Capulín (*Karwinskia humboldtiana*), Guaje (*Lysiloma divaricatum*), entre otros, así como varias especies herbáceas, arbustivas, orquídeas y hongos *Basidiomycota* (Figura 1).

7.2 Diseño experimental

En cada una de las áreas de uso de suelo los muestreos se realizaron durante dos meses (agosto y septiembre) durante el periodo de lluvias, realizándose tres muestreos por mes. Dentro de cada área de uso de suelo se establecieron dos parcelas de ≈ 50 m². En cada parcela se estableció un transecto de ≈ 50 m, donde se colocaron 5 trampas de caída para artrópodos terrestres con una separación de un metro y un arreglo de zigzag a cada lado del transecto a una distancia de 5 m, dando un total de 10 trampas por uso de suelo.

Las trampas fueron elaboradas con envases de plástico de un 1 L, enterrados a ras de suelo y con agua en el interior para que los artrópodos quedaran atrapados. Las trampas se cebaron con atún embarrando las paredes de los envases, como atrayentes para artrópodos.

A) Muestreo

Para el muestreo de artrópodos se usaron de 10 a 15 trampas de caída para artrópodos que contenía un cebo (atún) para atraer a los artrópodos y en su interior agua para que quedaran atrapados los organismos. Las trampas se mantuvieron en campo durante tres días, se colocaron una semana si y una no, durante dos meses por época del año (secas y lluvias)

B) Colecta y procesamiento de muestras

Para la colecta de los organismos, las trampas de caída se desenterraron para vaciar su contenido en bolsas de plástico, previamente etiquetadas con los datos del área, número de trampa y fecha. Posteriormente las bolsas de plástico se llevaron al Laboratorio de Entomología del ITUG para la extracción del contenido a través de un colador, los organismos colectados fueron depositados en frascos de vidrio con alcohol al 70% y etiquetados con los datos de la trampa.

El procesamiento de las muestras consistió en colocar los organismos en cajas de Petri y con la ayuda de un microscopio estereoscópico se separaron y contabilizaron por morfoespecie. Los organismos extraídos se mantuvieron almacenados en frascos con alcohol al 70%, para su identificación y conteo bajo microscopio estereoscópico. Los organismos se identificaron a nivel de Órdenes, Subclases, Clases y algunas familias taxonómicas utilizando las claves de Triplehorn y Johnson, (2015)

C) Análisis de datos

Se calculó la abundancia con el número de organismos de cada morfoespecie, la riqueza con el número de morfoespecies, la diversidad con el índice de Shannon-Wiener (H'), la equidad con el índice de Pielou (J'), utilizando el programa EstimateS versión 8.2.0. Se realizó un análisis de correspondencia simple para asociar las especies de fauna edáfica con los usos de suelo. Se realizó una estadística descriptiva con los datos para comparar la abundancia, riqueza, diversidad y equidad entre los usos de suelo, utilizando la media \pm E.E. Los análisis estadísticos se realizaron en el programa InfoStat versión 2013.

VIII. RESULTADOS y DISCUSIÓN

Se registraron 28 morfoespecies de organismos pertenecientes a las Clases Hexapoda (insectos), Arachnida (arácnidos y ácaros), Diplopoda (milpiés), Chilopoda (ciempiés) y Clitellata (lombrices de tierra) (Cuadro 1). Se identificaron las Subclases Acari y Oligochaeta (Cuadro 1). Se identificaron 10 morfoespecies a nivel de Ordenes y 14 a nivel de Familias de insectos (Cuadro 1). La Familia Formicidae (hormigas) fue la que presentó la mayor abundancia de organismos, en todos los usos de suelo, destacándose en el de silvopastoril.

El Orden Isoptera (termitas) abundó más en el uso de suelo con pasto y los Oligochaeta (lombrices) y Acari (ácaros) en suelo con acahual (Cuadro 1). Se colectaron un total de 2,705 organismos de los cuales 1,420 se colectaron en silvopastoril, 1,012 en suelo con acahual y 230 en suelo con pasto (Cuadro 1). La mayor riqueza, diversidad y equidad la registró el acahual, seguido del silvopastoril para riqueza y de pasto para diversidad y equidad (Cuadro 1).

El análisis de Correspondencia Simple (ACS) indicó una correspondencia significativa entre los usos de suelo y las morfoespecies ($\chi^2= 1108.86$, $p=0.0001$). La mayor cantidad de morfoespecies se asoció a los suelos con acahual y silvopastoril, sólo los Isoptera (termitas) y Carabidae (escarabajos) se asociaron al suelo con pasto (Figura 3).

La mayor asociación de las termitas y escarabajos al uso de suelo con pasto puede deberse a que este cultivo alberga una mayor cantidad de raíces asociadas a las termitas, que incluso pueden llegar a ser plagas para los pastos, y los escarabajos se asocian frecuentemente al estiércol del ganado, por lo tanto, son muy comunes en los suelos con pasto o con mucha actividad ganadera (Martínez *et al.*, 2014).

Así mismo, estos resultados están influenciados por la menor diversidad de plantas, pisoteo del ganado, compactación y erosión del suelo, que son características de un suelo con sobrepastoreo (Martínez *et al.*, 2014). Sin embargo, estas condiciones pueden proporcionar hábitats adecuados para grupos específicos de macrofauna del suelo, como los escarabajos, los cuales estuvieron más asociados a pasto que al acahual y silvopastoril (Figura 3).

Cuadro 1. Morfoespecies, categoría taxonómica y la abundancia, riqueza y equidad registradas en cada uno de los usos de suelo en el área de estudio.

Organismo	Cat. Taxonómica	Acahual	Silvopastoril	Pasto
Acari	Subclase	65	13	0
Araneae	Orden	16	17	0
Blattidae	Familia	0	13	3
Calliphoridae	Familia	0	5	0
Carabidae	Familia	22	0	19
Cercopidae	Familia	0	3	0
Chilopoda	Clase	10	3	4
Dermaptera	Orden	10	39	0
Diplopoda	Clase	28	0	4
Diplura	Orden	31	0	0
Diptera	Orden	4	20	0
Elateridae	Familia	14	0	0
Formicidae	Familia	566	1187	127
Gelastocoridae	Familia	15	0	0
Grillydae	Familia	10	26	0
Isopoda	Orden	34	0	4
Isoptera	Orden	23	0	58
Larva de Carabidae	Familia	9	0	9
Larva diptera	Orden	7	7	0
Neuroptera	Orden	9	0	0
Nitidulidae	Familia	0	24	0
Oligochaeta	Subclase	73	0	36
Plecoptera	Orden	18	3	0
Psocoptera	Orden	14	0	0
Sarcophagidae	Familia	0	4	0
Scarabaeidae	Familia	18	51	6
Staphylinidae	Familia	16	2	3
Vespidae	Familia	0	3	0

ABUNDANCIA	1012	1420	273
RIQUEZA	23	17	11
DIVERSIDAD H'	1.93	0.83	1.62
EQUIDAD J'	0.57	0.24	0.48

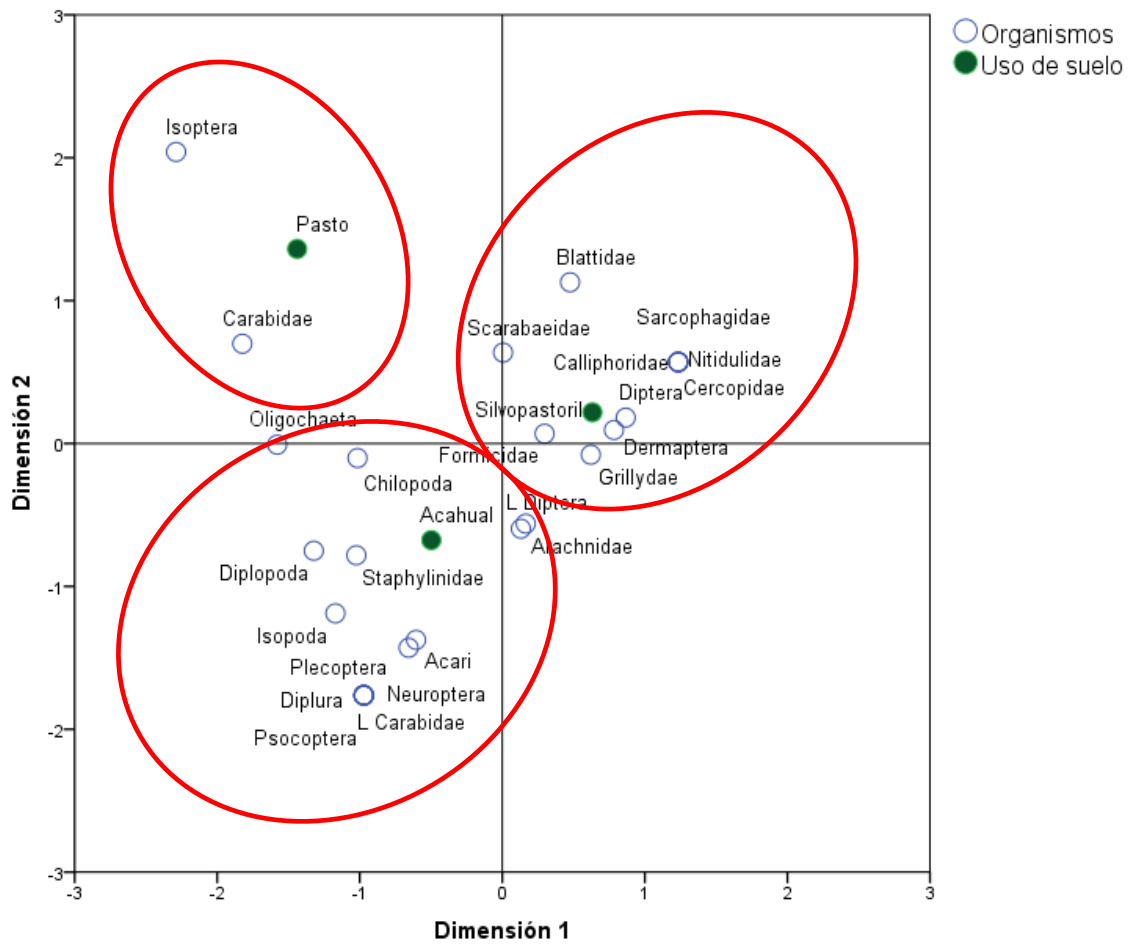


Figura 2. Análisis de correspondencia simple donde se asocian las morfoespecies con los usos de suelo.

De acuerdo a la estadística descriptiva, hubo diferencias significativas entre los usos de suelo al comparar la abundancia, riqueza, diversidad y equidad de la fauna edáfica (Figura 3). El mayor promedio de organismos se registró en el uso de suelo con silvopastoril (777.5 ± 33.5), seguido de acahual y pasto, siendo significativamente diferentes en abundancia los tres usos de suelo (Figura 3a). En riqueza de morfoespecies, el suelo con acahual tuvo el mayor promedio (77 ± 5), seguido de silvopastoril y pasto (Figura 3b).

La mayor diversidad y equidad de organismos en promedio se registró en el suelo con acahual (3.5 ± 0.23 y 0.64 ± 0.02 respectivamente), seguido del suelo con pasto y por último el silvopastoril (Figura 3c y d). Como era de esperarse, los suelos con acahual fueron muy diversos en los grupos de fauna edáfica y tuvo la mayor diversidad y equidad de organismos, lo que sugiere un mayor complemento de grupos y funciones ecológicas en comparación con los suelos con silvopastoril y pasto.

Las hormigas fueron los grupos más abundantes en los tres usos de suelo, las hormigas desempeñan un papel clave en la función de los ecosistemas tropicales (Rojas, 2001; Lavelle *et al.*, 2006), por ejemplo, mediante la formación y estabilización de la estructura de los suelos muy degradados (Ayuke *et al.*, 2011). Contrariamente a lo que se ha reportado en algunos trabajos (Benito *et al.*, 2004; Decaens *et al.*, 2004; Franco *et al.*, 2016), la conversión de uso de suelo con vegetación nativa a pasto, tendría un impacto negativo en la diversidad de la fauna del suelo, como lo confirman nuestros resultados (Figura 4).

Los valores más bajos de diversidad y equidad en suelo con silvopastoril, indicaron el nivel de degradación del suelo, debido probablemente a un mal manejo del suelo. Estos resultados están influenciados por la menor diversidad de plantas, compactación y erosión del suelo, que son características de un suelo con mal manejo (Martínez *et al.*, 2014).

Sin embargo, estas condiciones pueden proporcionar hábitats adecuados para grupos específicos de macrofauna del suelo, como los formícidos, dermápteros, dípteros, cercopidos, nitulidos, grillidos, etc., los cuales fueron más abundantes en silvopastoril que en acahual y pasto (Figura 3), como se ha demostrado en otros trabajos (Benito *et al.*, 2004; Decaens *et al.*, 2004). Por otro lado, nuestros resultados coinciden con los de Murillo *et al.* (2019), en cuanto a que el uso de suelo con pasto afecta a la diversidad de fauna edáfica en comparación a un acahual.

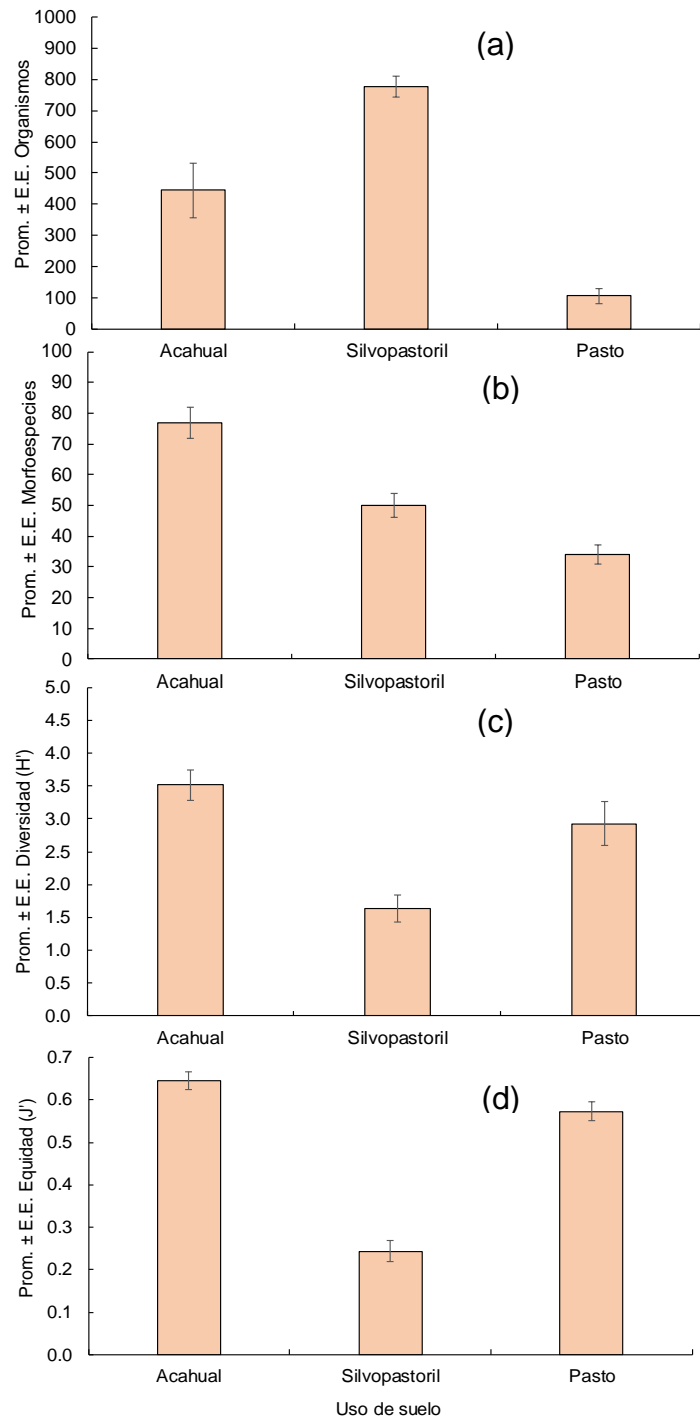


Figura 3. Promedio \pm E.E. de abundancia, riqueza, diversidad y equidad de fauna edáfica en cada uno de los usos de suelo.

IX. CONCLUSIONES

A pesar que la actividad ganadera en el municipio de Úrsulo Galván ha sido visto como un factor que potencializa la pérdida de biodiversidad en la región, debido a las prácticas intensivas del suelo y a la reducción de áreas de acahual por cultivos como pastos y silvopastoriles, nuestros resultados indican que el suelo con pasto afecta menos la biodiversidad de la meso y macrofauna edáfica en relación a suelo con silvopastoril de la región, probablemente por el mal manejo del suelo más que por el sistema de producción. Sin embargo, sistemas silvopastoriles deben mejorar su manejo para que permita conservar a la diversidad de la fauna del suelo, ya que nuestros resultados indican un mayor impacto negativo de este sistema sobre la fauna edáfica que el pasto.

X. RECOMENDACIONES

Ampliar este tipo de investigaciones a otras áreas de la región para confirmar que nuestros resultados pueden ser reflejo de la situación del municipio, ya que el trabajo fue focalizado a un área específica del municipio de Úrsulo Galván.

Complementar este tipo de investigaciones con parámetros fisicoquímicos del suelo, que permitan una mayor explicación de la presencia o ausencia de los grupos de organismos, así como de las interacciones posibles que se estén llevando a cabo en el suelo y el resultado de estas interacciones en la calidad de los suelos.

XI. FUENTES DE CONSULTA

- Amat, G. & E. Blanco. (2003). Artropofauna de los humedales de la Sabana de Bogotá. Págs. 90-106 en: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) y Conservación internacional – Colombia (eds.). Los Humedales de Bogotá y la Sabana. Tomo I, Bogotá
- Andersen, A. N. A. Fisher, B. D. Hoffmann, J. L. Read y R. Richards (2004). Uso de invertebrados terrestres para el monitoreo de la biodiversidad en los pastizales australianos, con especial referencia a las hormigas. *Ecología austral*, 29 (1): 87-92.
- Ayuke, F. O., Brussaard, L., Vanlauwe, B., Six, J., Lelei, D.K., Kibunja, CN, Pulleman, M.M., (2011). Manejo de la fertilidad del suelo: impactos en la macrofauna del suelo, agregación del suelo y asignación de materia orgánica del suelo. *Ecología del suelo aplicada*. 48, 53-62.
- Bengtsson, J., Ahnström, J., Weibull, A.C. (2005). El efecto de la agricultura orgánica sobre la biodiversidad y la abundancia: un metaanálisis. *Diario de Ecología Aplicada* 42: 261-269.
- Bedano, J.C., Cantu, M.P., Doucet, M.E. (2006). Influencia de tres prácticas diferentes de manejo de la tierra en las densidades de ácaros del suelo (Arachnida: Acari) en relación con un suelo natural. *Ecología del suelo aplicada*. 32: 293-304.
- Bedano, J.C., Cantu, M.P., Doucet, M.E. (2006). Coletas de suelo (Hexapoda: Collembola), symphylans y pauropods (Arthropoda: Myriapoda) bajo diferentes sistemas de manejo en agroecosistemas de la pampa subhúmeda (Argentina). *Revista Europea de Biología del Suelo*. (42): 107-119.

- Benito, N.P., Brossard, M., Pasini, A., Guimaraes, M.D., Bobillier, B., (2004). Transformations of soil macroinvertebrate populations after native vegetation conversion to pasture cultivation (Brazilian Cerrado). *European Journal of Soil Biology* 40: 147-154. DOI: 10.1016/j.ejsobi.2005.02.002
- Botina, G.B., Velásquez, I.A., Bacca, T., Castillo, F.J., Dias, G.L. (2012). Evaluación de la macrofauna del suelo en *Solanum tuberosum* (Solanales: Solanaceae) con sistemas de labranza tradicional y mínima. *Boletín Científico, Centro de Museos, Museo de Historia Natural*. 16 (2): 69-77.
- Brusca, R. C. & Brusca, G. J., (1990). *Invertebrados*. Sinauer, Sunderland.
<https://www.uaz.edu.mx/histo/Biologia//Arthropoda.pdf>
- Cabrera, M.H., Murillo, C.F.D., Gutiérrez, V.H.R., Yopihua, P.J., Ortega, Z.D.A., Villanueva, J.J.A. (2009). Abundancia y diversidad de artrópodos terrestres en sistemas de manejo de producción de mango Manila (*Mangifera indica* L.) en Veracruz. In: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Universidad Veracruzana, Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo, Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, Instituto Tecnológico de Boca del Río (eds.). *Avances en la Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal y Acuícola en el Trópico Mexicano*. Libro Científico Núm. 6. ISBN: 978-607-425-214-9. Veracruz, México. pp. 111-118.
- Clapperton, M.J. (1999). Las prácticas de labranza y las interacciones de temperatura y humedad afectan las poblaciones de lombrices y la composición de las especies. *Pedobiología*. 43: 658-665.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. CONABIO. (2006). Disponible en:
http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/04_biodiversidad/cap4_1.html

- Chapman, A. D., (2009). *Números de especies vivas en Australia y el mundo*, 2ª edición. ISBN (en línea) 9780642568618 de servicios de información sobre biodiversidad de Australia Disponible en: <http://www.environment.gov.au/biodiversity/abrs/publications/other/species-numbers/2009/03-exec-summary.html>
- Cabrera, J.A., Zuaznábar, R. (2010). Impacto sobre el ambiente del monocultivo de la caña de azúcar con el uso de la quema para la cosecha y la fertilización nitrogenada. I. Balance del carbono. *Cultivos Tropicales*. Vol. 31, No. 1: 5-13.
- Cabrera MH, Murillo CFD, Ortega ZDA, Villanueva JJA, Escobar DAA (2011). Impacto de los sistemas de manejo de mango Manila en los artrópodos en el follaje y las malezas. *Agroecosistemas tropicales y subtropicales* 13: 317-326
- Cabrera, G., Robaina, N., Ponce de León, D. (2011). Riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. *Pastos y Forrajes* Vol. 34, No. 3: 313-330.
- Cabrera, G. (2012). La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación / perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. *Pastos y Forrajes*, Vol. 35, No. 4: 349-364.
- Caley, M.J., R. Fisher y K. Mengersen (2014). Las estimaciones globales de riqueza de especies no han convergido. *Trends in Ecology & Evolution*, 29: 187-188. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2014.02.002>
- Desiree, J.I., Pita, A.V., Floor, V.D.H., Andre, P.C.F. (2014). Impactos en la biodiversidad de la producción de cultivos de bioenergía: una revisión de vanguardia. *Glob Change Biol Bioenergía*. 6: 183-209.

Enriqueta García. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen . Modificado (1998). Cartas de climas de la república mexicana, escala 100 000, según el sistema de E. García. Disponible en: http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/geo_siglo21/serie_lib/modific_al_sis.pdf

Espinosa *et al.*, (2008). FES-I Biodiversidad de México. Disponible en: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/04_biodiversidad/cap4_1.html

Eeva, T., Penttinen, R. (2009). Deformidades de las patas de los ácaros oribátidos como indicador de la contaminación ambiental. *Ciencia del Medio Ambiente Total*. 407: 4771-4776.

Earth Pro, (2019). [en línea] sitio web: <https://earth.google.com>

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., Cerri, C.C. (2016). Pérdida de fauna (macro) del suelo debido a la expansión de la superficie de caña de azúcar brasileña. *Ciencia del Medio Ambiente Total*. 563-564: 160-168.

Gutiérrez, A.I., Uribe, S., Quiroz, J.A. (2004). Termitas asociadas a plantaciones de *Eucalyptus spp.* en una reforestadora en Magdalena, Colombia. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*. 72: 54-59.

Hole, D. G., Perkins, A.J., Wilson, J.D., Alexander, I.H., Grice, P.V., Evans, A.D. (2005). Does organic.

Hurtado, H.Y., Manga, D.A., Sepúlveda-Cano, P.A. (2017). Registro de termitas (Isoptera) asociadas a cultivos de mango (*Mangifera indica*) en el departamento del Magdalena, Colombia. *Revista Intropical*. Vol. 12 (2): <http://dx.doi.org/10.21676/23897864.2286>

- Ignacio Ribera¹, Antonio Melic² & Antonio Torralba. (2015). Introducción y guía visual de los artrópodos: http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_2.pdf
- INAP. (2013). Instituto Nacional de Administración Pública, A.C. (INAP) Diagnósticos Municipales PACMA, Entidad: Veracruz de Ignacio de la Llave, Municipio: Úrsulo Galván (191). 49 P
- Jansen, A. (1997). La estructura de la comunidad de invertebrados terrestres como un indicador del éxito de un proyecto de restauración de la selva tropical. *Ecología de la restauración*, 5 (2): 115-124
- Kremen, C., R. K. Colwell, T. L. Erwin, D. D. Murphy, R. F. Noss y M. A. Sanjayan (1993). Conjuntos de artrópodos terrestres: su uso en la planificación de la conservación. *Biología de la conservación*, 7 (4): 796–808.
- Laffont, E.R., Porcel, E.A. (2007). Diversidad de termitas (Isoptera) en pastizales del nordeste de la provincia de Corrientes, Argentina. *Revista Colombiana de Entomología*. 33 (1): 82-85.
- Lang-Ovalle, P.F., Pérez-Vázquez, A., Martínez-Dávila, J.P., Platas-Rosado, D.E., Ojeda-Enciso, L.A., González-Acuña, I.J. (2011). Macrofauna edáfica asociada a plantaciones de mango y caña de azúcar. *Terra Latinoamerica*. 29: 169-177.
- Lampkin, N. (2002). *Agricultura ecológica*, Old Pond Publishing Ltd, Ipswich. Suffolk, Reino Unido La agricultura beneficia a la biodiversidad. *Conservación Biológica* 122: 113-130.
- Indicadores NOSS RF (1990). para el monitoreo de la biodiversidad: un enfoque jerárquico. *Biología de la conservación* 4: 355-364.

- Llorente-Bousquets, J., E. González S, N. García-Aldrete y C. Cordero (1996). Breve panorama de la taxonomía de artrópodos en México. Pp. 3–14. En: Llorente-Bousquets, J., A. García-Aldrete y E. González-Soriano (Eds.). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., México.
- Lavelle, P., España, A.V. (2001). Ecología del suelo. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 654 p.
- Lavelle, P., Senapati, B., Barros, E. (2003). Macrofauna del suelo. En: Schroth, G. y Sinclair, F.L. (eds.). Árboles, cultivos y fertilidad del suelo. Conceptos y métodos de investigación. Editorial CABF, Reino Unido. pp. 303.
- Martínez-Hernández, N. J., J. Acosta, C. Santos, N. M. Franz y L. B. Williams (2007). Composición y estructura de la fauna de escarabajos (Insecta: Coleoptera) en los remanentes de bosque del Recinto Universitario de Mayagüez, Puerto Rico, con énfasis en la superfamilia Scarabaeoidea. Tesis de maestría. Universidad de Puerto Rico. Mayagües, Puerto Rico
- Martínez, J., Cajas, Y.S., León, J.D., Osorio, N.W. (2014). Silvopastoral Systems Enhance Calidad del suelo en pastizales de Colombia. Ciencia del suelo aplicada y ambiental. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/359736>
- Momo, F.R., Giovanetti, C.M., Malacalza, L. (1993). Relación entre la abundancia de distintas especies de lombrices de tierra (Annelida, Oligochaeta) y algunos parámetros fisicoquímicos en un suelo típico de la estepa pampeana. *Ecología Austral*. 3: 7-14.
- Momo, F.R., Falco, L.B., Craig, E.B. (2003). Las lombrices de tierra como indicadores del deterioro del suelo. *Revista de Ciencia y Tecnología*. (8): 55-63.

- Moore, JC, Berlow, EL, Coleman, DC, Ruitter, PC, Dong, Q., Hastings, A., Johnson, NC, Mccann, KS, Melville, K., Morin, PJ, Nadelhoffer, K., Rosemond, AD, Post, DM, Sabo, JL, Scow, KM, Vanni, MJ, Wall, DH (2004). Detritus, dinámica trófica y biodiversidad. *Cartas de la ecología*. 7: 584-600.
- Murillo-Cuevas, F.D., J. Adame-García, H. Cabrera-Mireles, J.A. Fernández-Viveros, (2019). Fauna y microflora edáfica asociada a diferentes usos de suelo. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(16): 23-33.
- Pezo, D & Ibrahim, M. (1998). *Sistemas silvopastoriles*. Turrialba, Costa Rica. Catie. (Proyecto Agroforestal Catie-Gtz).
- Plan Veracruzano de Desarrollo. (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
- Rojas, F.P. (2001). Las hormigas del suelo en México: Diversidad, distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoológica Mexicana*. (n.s.) 1:189-238.
- Sánchez C. (2000). Origen y evolución del parasitismo. Discurso de ingreso. Academia de Ciencias de Zaragoza. 12 de diciembre. Zaragoza. España.
- Simonetti J.A., M.T. Kalin-arroyo, A.E. Spotorno, E. Lozada, C. Weber, L.E. Cornejo. J. Solervicens & E. Fuentes. (1992). Hacia el conocimiento de la diversidad biológica en Chile. En: G Halffter (ed) *La diversidad biológica de Iberoamérica*. *Acta Zoológica Mexicana*, volumen especial 1: 253-270.
- SIAP. (2018). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Pecuaria, año 2002. SAGARPA.

http://infosiap.siap.gob.mx/apecuaria_siap_gb/icultivo/index.jsp. Consultado abril 04, 2018.

Stechauner, R.R. y Madriñán, M.R. (2013). Interacción macrofauna-microbiota: Efectos de la transformación de residuos de cosecha sobre la actividad de β -glucosidasa edáfica. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Vol. 11 No. 1: 184-195.

Tapia-Coral, S., Teixeira, L.A., Velásquez, E., Waldez, F. (2016). Macroinvertebrados del suelo y sus aportes a los servicios ecosistémicos, una visión de su importancia y comportamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. 8(Supl):260-267.

Thompson J.N., (1996). Ecología evolutiva y la conservación de la biodiversidad. *Tendencias en ecología y evolución* 11: 300-303. [En línea] Pagina web <https://repositorio.uc.cl/bitstream/handle/11534/19413/Biodiversidad%20de%20Artrópodos%20y%20Vertebrados%20Terrestres%20del%20Norte%20Grande%20de%20Chile.pdf?sequence=1>

Tilman, D., Fargione, J., Wolff, B., D'Antonio, C., Dobson, A., Howarth, R., Schindler, D., Schlesinger, W.H., Simberloff, D., Swackhamer, D. (2001). Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science* 292:281-284.

Wheeler, W. C., G. Giribet y G. D. Edgecombe (2002). Arthropods. Pp. 74–77. En: Pagel, M. (Ed.). *Encyclopaedia of evolution*. Oxford University Press. Nueva York, Estados Unidos.

Vázquez-Rojas IM, Estrada-Venegas EG (2010). Ereyneid mites (Tydeoidea: Ereyneidae) associated with garlic crops in Guanajuato, Mexico. In: Sabelis M, Bruin J (eds) *Trends in Acarology*. Springer. Dordrecht. pp:563 207-210564

Zerbino, M.S., Altier, N., Morón, A., Rodríguez, C. (2008). Evaluación de la macrofauna del suelo en sistemas de producción en siembra directa y con pastoreo. *Agrociencia*. 12:44-55

ZHANG, Z.-Q. (2013). Phylum Arthropoda. En: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Biodiversidad animal: un esbozo de clasificación de nivel superior y encuesta de la riqueza taxonómica (Addenda., 2013). *Zootaxa*, 3703: 1-82
<http://biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.3703.1.6/4276>

XII. ANEXOS



Preparación de recipientes con cebo para trampas, para su posterior colocación.



Colocación de botes encebados previamente en el área de acahual.



Colocación de frascos con cebo en el área de pasto para que posteriormente fueran colocadas las tapas previamente etiquetadas.



Colocación de frascos con cebo en el área de silvopastoril para que posteriormente fueran colocadas las tapas previamente etiquetadas



Procesamiento de muestras en el laboratorio de Entomología del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván.



Almacenamiento de las muestras previamente limpiadas para ser agregadas a alcohol al 70%.



Identificación de las muestras encontradas en los sistemas silvopastoril, acahual y pasto.

Algunos de los artrópodos encontrados en las distintas áreas del Instituto Tecnológico de
Úrsulo Galván.

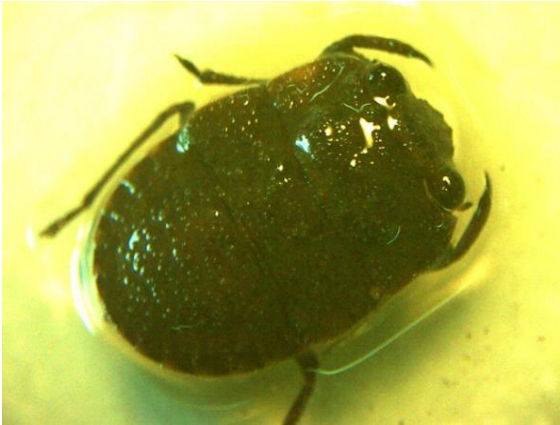
Dermaptera forficulidae



Diptera Sarcophagidae



Gelastocoridae



Dermaptera forficulidae



Nitidulidae



Scarabaeidae

