

LAS LOMBRICES DE TIERRA DE ZONAS BOSCOSAS Y AGROECOSISTEMAS DEL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, GUATEMALA

EARTHWORMS FROM FORESTED AREAS AND AGROECOSYSTEMS OF THE MUNICIPALITY OF SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, DEPARTMENT OF SAN MARCOS, GUATEMALA

Miranda-Orozco M.G.^{1*}, Fragoso C.E.², Elías G.A.³, Juárez J.R.¹

¹Carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible, Centro Universitario de San Marcos, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. *mirandamanolin@hotmail.com.

²Laboratorio de Invertebrados del Suelo. Red de Biodiversidad y Sistemática. Instituto de Ecología A. C. Carretera Antigua a Coatepec No. 351. Col. El Haya. Xalapa, Veracruz. C.P. 91070 México.

³Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Keywords: Wealth; Life zones; Series of soils; Acanthodrilidae; Lumbricidae.

Palabras clave: Riqueza; Zona de vida; Serie de suelos; Acanthodrilidae; Lumbricidae.

ABSTRACT

The objective was to determine the relative numbers of earthworms in two types of ecosystems in San Antonio Sacatepéquez: forests (natural) and agroecosystems with annual crops. Sixteen sites were sampled; these were determined by superimposing the shapes of life zones, soil series, and municipal forest cover, using QuantumGis software. This process differentiated areas by these ecological variables and by type of ecosystem. Sampling was carried out in September and October 2014, according to the method of the International Tropical Soil Biology and Fertility Program (TSBF). The basic sampling unit was a cube monolith- of 25 x 25 x 30 cm depth. Five cubes were made per site, without layering the extracted soil. In total six species of earthworms were determined. Four were native: *Ramiellona aff. vulcanica*, *Ramiellona sp.*, *Kaxdrilus aff. parvus* and *Kaxdrilus sp.* of the family Acanthodrilidae; and two were exotic: *Aporrectodea trapezoides* and *Octalasion tyrtaeum* of the family Lumbricidae. We found greater numbers in the forest for four species of worms, three native species (*Ramiellona aff. vulcanica*, *Kaxdrilus aff. parvus*, *Kaxdrilus sp.*) and the exotic *Octalasion tyrtaeum*. In agroecosystems, the greater numbers were three species (*Ramiellona sp.* and both exotic). Of the six species determined in this study, five new species of worms are recorded for Guatemala. It is important to continue studying Guatemalan earthworms to use the findings in the generation of vermiculture, composting, or to reproduce them and introduce them to the agricultural and forest systems in projects that try to raise the fertility of the soils and their restoration.

RESUMEN

El objetivo fue determinar la riqueza de lombrices de tierra en dos tipos de ecosistemas: bosques (naturales) y agroecosistemas con cultivos anuales de San Antonio Sacatepéquez. Se muestrearon 16 sitios; estos fueron determinados sobreponiendo los mapas -shapes- de zonas de vida, serie de

suelos, y cobertura forestal municipal, utilizando el software QuantumGis; con el fin de zonificar aquellas áreas que difieren por esas variables ecológicas y por tipo de ecosistema. Los muestreos fueron realizados en septiembre y octubre de 2014, de acuerdo con el método del *International Tropical Soil Biology and Fertility Programme* (TSBF), la unidad básica de muestreo fue un cubo - monolito- de 25 x 25 x 30 cm de profundidad. Se realizaron cinco cubos por sitio, sin estratificar por capas la tierra extraída. En total se determinaron seis especies de lombrices de tierra, cuatro nativas: *Ramiellona aff. vulcanica*, *Ramiellona sp.*, *Kaxdrilus aff. parvus* y *Kaxdrilus sp.* de la familia Acanthodrilidae; y dos exóticas: *Aporrectodea trapezoides* y *Octalasion tyrtaeum* de la familia Lumbricidae. Se encontró mayor riqueza en bosque con cuatro especies de lombrices, tres nativas (*Ramiellona aff. vulcanica*, *Kaxdrilus aff. parvus*, *Kaxdrilus sp.*) y la exótica *Octalasion tyrtaeum*; y en agroecosistemas tres especies (*Ramiellona sp.* y ambas exóticas). De las seis especies determinadas en este estudio; se registran cinco nuevas especies de lombrices para Guatemala. Es importante continuar estudiando la oligoquetofauna guatemalteca y aprovecharla en la generación de vermicomposteo, o reproducirlas e introducirlas a los sistemas agrícolas y forestales en proyectos que intenten elevar la fertilidad de los suelos y su restauración.

INTRODUCCIÓN

Entre los macro-invertebrados edáficos más conocidos por los agricultores se encuentran las lombrices de tierra, que conjuntamente con las hormigas y termitas llevan a cabo importantes funciones, como la desintegración e incorporación de la materia orgánica al suelo, y la mineralización (disposición) de nutrientes para las plantas (Lavelle *et al.*, 1997, Brown *et al.*, 2000 citado en Brown y Fragoso, 2003). Asimismo, causan importantes modificaciones físicas en el suelo mediante la construcción de hoyos y galerías, que favorecen la infiltración del agua, y de esta manera contribuyen en la dinámica del ciclo hidrológico. Al representar entre 60 – 90 % de la biomasa total de macroinvertebrados del suelo (Huerta *et al.*, 2005) su vital papel en el ecosistema resulta aún más evidente.

Estos pequeños aliados modifican el medio donde habitan, y por eso han sido denominados por varios autores (véase el resumen en Lavelle y Spain, 2001) como “ingenieros del ecosistema”. Desde la antigüedad se ha reconocido el valor de las lombrices de tierra como animales útiles, pues Aristóteles ya las consideraba como “el intestino de la tierra”. En el siglo XIX Darwin dedicó los últimos años de su vida al estudio de las lombrices; como fruto de esas observaciones publicó en 1881 su famoso libro “*The formation of vegetable mould through the action of the worms*” (La formación del mantillo vegetal por la acción de las lombrices de tierra).

En Guatemala son pocas las investigaciones referentes al estudio de las lombrices de tierra. Los primeros en estudiarlas fueron Eisen (1896, 1900) y Michaelsen (1911, 1912) quienes describieron alrededor de 17 especies, de las cuales solamente diez se consideran actualmente como especies nativas válidas (Fragoso & Brown, 2007). Posteriormente, Gates (1957, 1962) describió cuatro especies nativas más. Desde entonces no se habían encontrado otras especies nativas, y solamente Elías y Figueroa (2003) estudiaron las lombrices en diferentes sistemas de uso del suelo en los departamentos de Escuintla y Santa Rosa, encontrando sólo cinco especies exóticas; estos autores señalan que la ausencia de especies nativas fue consecuencia de la destrucción de los ecosistemas naturales y la perturbación agrícola.

En un artículo reciente Fragoso y Rojas (2014a), ubicaron la aparente localidad original en ciudad de Guatemala de la especie nativa *Ramiellona americana* descrita por Gates en 1957, indicando que aún debe haber numerosas lombrices nativas en el país, debido a la heterogeneidad de ambientes producidos por el relieve accidentado. El trabajo tuvo como objetivo conocer la

riqueza de lombrices de tierra en bosques y agroecosistemas del municipio de San Antonio Sacatepéquez, San Marcos; observando los patrones de distribución y analizando el grado en que las prácticas agrícolas han afectado a las lombrices de tierra en general.

MATERIAL Y MÉTODOS

Selección de sitios y colecta. La investigación estuvo circunscrita a la delimitación geográfica del municipio de San Antonio Sacatepéquez, San Marcos, Guatemala. Ubicado en las coordenadas geográficas 14° 56' 38" Latitud y 91° 43' 55" Longitud. En los meses de septiembre y octubre del año 2014 fueron muestreados 16 sitios, estos se determinaron con un trabajo cartográfico sobreponiendo los mapas -shapes- de zonas de vida (De la Cruz, 1982); serie de suelos (Simmons *et al.*, 1959) y cobertura forestal del municipio, utilizando el software QuantumGis. Se zonificaron aquellas áreas que difieren por esas variables ecológicas (tabla I), para determinar si la riqueza de lombrices de tierra presentes en el municipio varía según la zona de vida, serie de suelos, bosques y agroecosistemas con cultivos anuales como maíz (*Zea mays*) asociado con haba (*Vicia faba*), y hortalizas como crucíferas y papa (*Solanum tuberosum*). Las muestras se colectaron de acuerdo con el método del *International Tropical Soil Biology and Fertility Programme* (TSBF); propuesto por Anderson e Ingram (1993), en cada sitio muestreado (16) se realizaron 5 monolitos para un total de 80. La unidad básica fue un cubo -monolito- de 25 x 25 x 30 cm de profundidad, sin estratificar por capas la tierra extraída.

Determinación taxonómica. En el laboratorio de Ciencias Naturales del Centro Universitario de San Marcos, se empleó el método de fijación y conservación de lombrices de tierra, que consiste en dormir a las lombrices en una mezcla de agua y alcohol al 70 %; en una proporción de 3:1 respectivamente para posteriormente ser conservadas con formol al 10 % en frascos plásticos sellados. Los ejemplares fueron trasladados al laboratorio de Invertebrados del Suelo, Red de Biodiversidad y Sistemática del Instituto de Ecología A. C. México. En el caso de las especies nativas, la determinación fue llevada a cabo por el Dr. Carlos Fragoso González, investigador del Instituto de Ecología A. C. -INECOL-. En la colección del INECOL se depositó finalmente un ejemplar de cada especie.

Análisis estadístico. Los datos de campo y laboratorio fueron procesados en Excel 2010, se elaboraron matrices de presencia ausencia de especies por tipo de sistemas (bosque, agroecosistemas) y para ambos en conjunto (bosques + agroecosistemas). Seguidamente se determinó la eficiencia del muestreo mediante la elaboración de curvas de acumulación de las especies observadas comparándolas contra el modelo (curva) teórico de Chao1; utilizando el programa Estimates 9.1.0 (Colwell, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla I describe los 16 sitios estudiados; ocho bosques y ocho agroecosistemas. En total se determinaron seis especies de lombrices de tierra, cuatro nativas: *Ramiellona aff. vulcanica*, *Ramiellona sp.*, *Kaxdrilus aff. parvus*, *Kaxdrilus sp.*, y dos exóticas: *Aporrectodea trapezoides* y *Octalasion tyrtaeum*. Las especies nativas pertenecen a la familia Acanthodrilidae, y las exóticas a la familia Lumbricidae. La oligoquetofauna en bosque -ocho sitios- incluyó cuatro especies (tres nativas y una exótica), y en agroecosistemas tres especies (una nativa y dos exóticas); la única especie capturada en ambos sistemas de uso del suelo (bosque y agroecosistema) fue la exótica *Octalasion tyrtaeum* (tabla II). Este comportamiento concuerda con numerosos estudios realizados en países tropicales (Feijoo *et al.*, 2003; Feijoo *et al.*, 2007; Fragoso *et al.*, 1999; Fragoso, 2001; Fragoso y Rojas, 2014b; Huerta *et al.*, 2005; Huerta, 2008; Jiménez y Thomas,

2003) donde se ha registrado una mayor riqueza de lombrices de tierra en bosques y selvas, con una mayor predominancia de especies nativas, comparado con agroecosistemas de monocultivos, policultivos y pastizales.

Tabla I. Descripción de los sitios estudiados para colecta de lombrices de tierra (*Description of studied sites where earthworms were sampled*).

N0. Sitio	Tipo de Sistema	Vegetación/culti vo (predominante)	Coordenadas ⁺		Altitud media (msnm)	Zona de Vida*	Serie de Suelos*
			X	Y			
1	Agroecosistema	Maíz, hasta el año 2012	371066	1657338	2800	Bh-MBT	Cme
2	Bosque	<i>Pinus spp.</i> , <i>Quercus spp.</i> , y <i>Alnus spp.</i>	370983	1658407	2465	Bh-MBT	Cme
3	Bosque	<i>Abies religiosa</i> , <i>Pinus</i> <i>ayacahuite</i> , <i>Quercus spp.</i> , <i>Cestrum spp.</i>	371035	1655864	2810	Bmh-MT	Cme
4	Agroecosistema	Maíz asociado con haba	371091	1655810	2811	Bmh-MT	Cme
5	Agroecosistema	monocultivo de papa	369070	1654601	2764	Bmh-MT	Os
6	Bosque	<i>Abies religiosa</i> , <i>Pinus</i> <i>ayacahuite</i> , <i>Quercus spp.</i> , <i>Cestrum spp.</i>	368911	1654811	2755	Bmh-MT	Os
7	Agroecosistema	Cultivo de maíz	366969	1655833	2445	Bmh-MT	Qe
8	Bosque	<i>Quercus spp.</i> , y <i>Alnus spp.</i>	367294	1655456	2450	Bmh-MT	Qe
9	Agroecosistema	Maíz asociado con haba	366196	1655384	2320	Bh-MBT	Qe
10	Agroecosistema	Maíz asociado con haba	366293	1655384	2341	Bh-MBT	Os
11	Bosque	Especies de los géneros <i>Quercus</i> <i>sp.</i> y <i>Alnus</i>	366280	1655075	2300	Bh-MBT	Qe
12	Bosque	<i>Quercus spp.</i> , <i>Alnus jorullensis</i> (Aliso), <i>Prunus</i> <i>capulli</i> (Cerezo), <i>Arbutus</i> <i>xalapensis</i> (madrón)	366960	1653574	2264	Bh-MBT	Os

Tabla I. Descripción de los sitios estudiados para colecta de lombrices de tierra (*Description of studied sites where earthworms were sampled*).

		<i>Quercus spp.</i> , <i>Alnus jorullensis</i> (Aliso), <i>Prunus capulli</i> (Cerezo), <i>Arbutus xalapensis</i>						
13	Bosque		366870	1653	227	Bh-	Sa	
				527	2	MBT		
14	Agroecosistema	Actualmente cultivo de maíz, de 2002 a 2013 papa y hortalizas	366800	1653	228	Bh-	Sa	
				451	4	MBT		
15	Bosque	<i>Alnus jorullensis</i> (Aliso) y <i>Pinus sp.</i>	365460	1653	200	Bmh-	Sa	
				496	0	MBT		
16	Agroecosistema	Maíz asociado con haba	365387	1653	202	Bmh-	Sa	
				280	0	MBT		

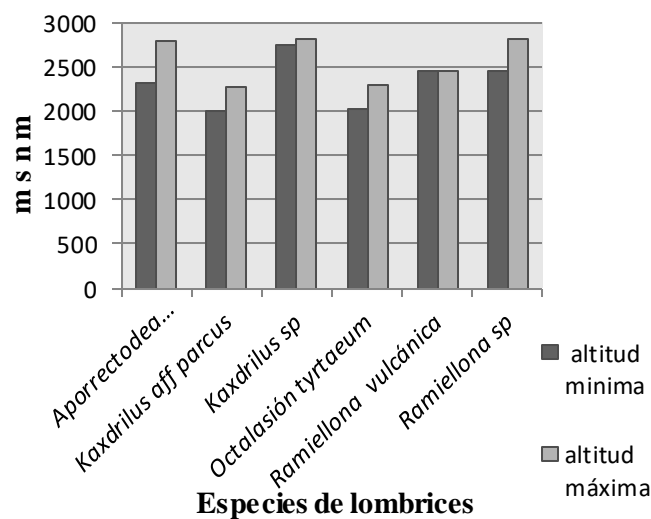
+ Coordenadas tomadas en UTM (zona 15N) con el datum WGS84. ; * En San Antonio Sacatepéquez están presentes tres zonas de vida (De la Cruz, 1982); ** San Antonio Sacatepéquez tiene cuatro series de suelos (Simmons et al., 1959).

Tabla II. Lista de especies de lombrices de tierra, su origen, tipo de sistema donde fueron capturados, zona de vida y serie de suelos al que pertenecen (*List of earthworm species, including their origin and the type of system, soil series of the sites were they were found*).

Familia	Género y especie	Orig.	Tipo de sistema			Zona de vida			Serie de Suelos			
			Bosque	Agro-ecosistema	Bh-MBT	Bmh-MBT	Bmh-MT	Cme	Os	Qe	Sa	
	<i>Ramiellona aff. vulcanica</i>	Nativa	X		X		X	X		X		
	<i>Ramiellona sp.</i>	Nativa		X			X	X		X		
Acanthodrilidae	<i>Kaxdriilus aff. parvus</i>	Nativa	X		X	X				X		X
	<i>Kaxdriilus sp.</i>	Nativa	X				X	X	X			
	<i>Aporrectodea trapezoides</i>	Exótica		X	X			X	X	X		
Lumbri- cidae	<i>Octalasion tyrtaeum</i>	Exótica	X	X	X	X					X	X

La zona de vida con mayor riqueza de especies (4) correspondió al Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical -Bh-MBT- (tabla II). En la tabla I se observan ocho sitios en la Zona de Vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (Bh-MBT), que representa 24% de la superficie municipal (11 Km²); seis en la Zona Bosque muy Húmedo Montano Subtropical (Bmh-MT), que abarca 32 km² (69 % de la superficie del municipio); y dos sitios en Bosque muy Húmedo Montano Bajo Subtropical (Bmh-MBT), que abarca 7 Km², en donde se llevaron a cabo un total de 40, 30, y 10 monolitos respectivamente. La riqueza de lombrices también varió según la serie de suelos, en Comancha erosionada (Cme) y Quetzaltenango (Qe) se registraron cuatro especies en cada una; entre nativas y exóticas. En cada uno de las cuatro series de suelos presentes en el municipio se realizaron 20 monolitos; para esta variable existió igualdad de monolitos por series, resultado aleatorio dado que el software QuantumGis realizó una combinación de las variables en estudio. Según Simmons *et al.*, (1959) ambas series (Cme y Qe) poseen un material madre similar de ceniza volcánica clara, buen drenaje interno, suelo superficial con textura y consistencia

franca, espesor de 50 a 75 cm. En ambas series se registraron las especies nativas *Ramiellona aff. vulcanica* y *Ramiellona sp.* lo que sugiere una estrecha relación de las lombrices del género *Ramiellona* con la cadena volcánica (Fragoso & Rojas, 2014a). San Antonio se ubica en la altiplanicie central de San Marcos, posee montañas volcánicas con picos superiores a los 2400 metros de altitud, elemento también clave en la diversidad y configuración del ecosistema (Castañeda, 2008). Recientemente, Fragoso y Rojas (2014a) mencionan hipotéticamente que la diversificación de las lombrices del género *Ramiellona* se ha producido principalmente en las montañas de Guatemala, El Salvador y al sur de México en Chiapas, donde la actividad volcánica ha sido constante históricamente. Recomiendan que es importante prestar atención a los cambios morfológicos entre varias especies de este género influenciados en cierta medida por el hábitat resultado de la formación de esos sistemas orográficos. En la zona de vida Bmh-MT se encontraron tres especies (*Ramiellona aff. vulcanica* y *sp.*, y *Kaxdrilus sp.*), en el occidente del país ésta zona va de los volcanes Tajumulco al Tacaná en San Marcos, y continúa en la parte alta de la sierra de los Cuchumatanes (De la Cruz, 1982). Las especies más comunes fueron: la nativa *Kaxdrilus aff. parvus* y la exótica *Aporrectodea trapezoides*; ambas se presentaron en el 21 % (3/14) de los 14 sitios donde fueron capturados ejemplares de lombrices (En los 16 sitios muestreados se consideró realizar los monolitos en microambientes con humedad y materia orgánica, pero en el 5 y 14 no se encontró ningún individuo y pertenecen a los agroecosistemas más perturbados (figura 1)).



Especie	Rango de altitud (msnm)	No. del sitio donde fue colectado
<i>Ramiellona aff. vulcanica</i>	2450 – 2465	8 y 2
<i>Ramiellona sp.</i>	2445 - 2811	7 y 4
<i>Kaxdrilus aff. parvus</i>	2000 - 2272	15, 12 y 13
<i>Kaxdrilus sp.</i>	2755 – 2810	6 y 3
<i>Aporrectodea trapezoides</i>	2320 – 2800	9, 10 y 1
<i>Octalasion tyrtaeum</i>	2020 – 2300	16 y 11

Figura 1. Distribución altitudinal y sitios de colecta de las lombrices de tierra de San Antonio Sac, San Marcos (*Altitudinal distribution and sampling sites of earthworms from San Antonio Sac, San Marcos*).

En los departamentos de Escuintla y Santa Rosa, Elías y Figueroa (2003) encontraron una menor riqueza de lombrices (cinco especies exóticas). Ambos departamentos superan ampliamente en extensión territorial a San Antonio Sac, y si bien existen diferencias entre las condiciones bioclimáticas y edáficas donde se han desarrollado los estudios confrontados, el factor más determinante fue indudablemente la masa forestal. En el mapa de la dinámica forestal del año 2010 se puede observar que la costa sur guatemalteca ya no posee selvas naturales y predominan cultivos extensivos como la caña de azúcar (*Sacharum officinarum*). “Esta relación entre perturbación humana y diversidad biológica es evidente en el suelo, y se manifiesta en la riqueza de lombrices de tierra” (Fragoso *et al*; 1995, 1997 citado en Fragoso *et al.*, 2001) quien señala que las especies nativas se concentran en los relictos de bosques. Fragoso (1993) citado en Coria (2004) propone que el tiempo de disturbio (medido desde la primera perturbación) y el tipo de prácticas agrícolas (cantidad e intensidad de prácticas agrícolas destructivas, así como entrada de insumos externos como pesticidas, fertilizantes, etc.) son las variables determinantes en el cambio de las comunidades de lombrices. Finalmente, el análisis de acumulación de especies indica que el muestreo recuperó a todas las especies presentes en la región estudiada.

CONCLUSIONES

Se identificaron seis especies de lombrices de tierra, cuatro nativas: *Ramiellona aff. vulcanica*, *Ramiellona sp.*, *Kaxdrilus aff. parvus* y *Kaxdrilus sp.*, y dos exóticas: *Aporrectodea trapezoides* y *Octalasion tyrtaeum*. Los patrones de distribución de lombrices de tierra observados fueron: en bosque se presentó una mayor riqueza con cuatro especies: las nativas *Ramiellona vulcanica*, *Kaxdrilus aff. parvus* y *Kaxdrilus sp.* y la exótica *Octalasion tyrtaeum*. En agroecosistemas hubo tres especies: la nativa *Ramiellona sp.*, y las exóticas *Aporrectodea trapezoides* y *Octalasion tyrtaeum*. *Octalasion tyrtaeum* se capturó en bosque y agroecosistema. La zona de vida con mayor riqueza de especies corresponde al Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (Bh-MBT), con dos especies nativas: *Ramiellona aff. vulcanica* y *Kaxdrilus aff. parvus*; y dos especies exóticas: *Aporrectodea trapezoides* y *Octalasion tyrtaeum*. La riqueza de lombrices en el municipio de San Antonio Sacatepéquez varía según la serie de suelos; de las cuatro presentes, Comancha erosionada (Cme) y Quetzaltenango (Qe) presentaron cuatro especies cada una, entre nativas y exóticas. En ambas series de suelos se registraron las nativas: *Ramiellona aff. vulcanica* y *Ramiellona sp.* A pesar de la perturbación de las zonas de vida de la región de San Antonio Sacatepéquez, fue posible encontrar especies nativas, las cuales predominaron en los ambientes de bosque. La riqueza de especies fue mayor que la observada en el único otro sitio estudiado en el país (en la parte tropical de la vertiente del pacífico), en donde además sólo se encontraron especies exóticas. Se recomienda continuar el estudio de estos organismos en Guatemala, en ambientes tanto conservados como perturbados, para incrementar el conocimiento de la biodiversidad de las lombrices de tierra y su impacto en la dinámica y fertilidad edáfica.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, J.M., & Ingram J.S.I. (1993). Tropical Soil biology and Fertility: A handbook of methods, CAB International, Wallingford. pp 221.
- Brown, G. G., & Fragoso, C. (2003). El uso de la macrofauna edáfica en la agricultura del siglo XXI: problemas y perspectivas. Capítulo 1, pp 11-18.
- Castañeda, C. (2008). Diversidad de Ecosistemas de Guatemala. Guatemala y su Biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico, y económico (Azurdia, C., F. García, & MM Ríos, eds.). Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Oficina Técnica de Biodiversidad (OTECBIO). Guatemala, 181-229.

- Colwell, R. K. (2013). EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide), Version 9.1.0. Disponible en <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Coria, M. (2004). Influencia de la deforestación y el manejo sobre las comunidades de lombrices de tierra (Annelida: Oligochaeta) de milpas y pastizales en el volcán de Santa Martha de los Tuxtlas. Ver. (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México) pp 57.
- De la Cruz, R. (1982). Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. pp 42.
- Eisen, G. (1900). Researches in the American Oligochaeta, with special reference to those of the Pacific coast and adjacent islands. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 2 (3), 85-276.
- Eisen, G. (1903). Notes during a journey in Guatemala, March to December, 1902. *Bulletin of the American Geographical Society*, 35 (3), 231-252.
- Elías, G. A., & Figueroa, R. G. (2003). Búsqueda y Caracterización de lombrices de tierra nativas de Escuintla y Santa Rosa, con fines de conservación "in vivo" para posteriores estudios. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Sur, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. pp 54.
- Feijoo, A., Knapp, E. B., Lavelle, P., & Moreno, A.G. (2003). Cuantificación de la macrofauna del Suelo en una cuenca Hidrográfica de Colombia 1, 2. El arado natural: Las comunidades de macroinvertebrados del suelo en las sabanas neotropicales de Colombia, pp 46.
- Feijoo, A., Zuñiga, M. C., Quintero, H., & Lavelle, P. (2007). Relaciones entre el uso de la tierra y las comunidades de lombrices en la cuenca del río La Vieja, Colombia. *Pastos y Forrajes*, Vol. 30, No. 2. 235-249.
- Fragoso, C. (2001). Las lombrices de tierra de México (Annelida, Oligochaeta): Diversidad, Ecología y Manejo. *Acta zoológica Mexicana* (n.s.) Número especial 1: 131-171.
- Fragoso, C., P. Lavelle, E. Blanchart, B.K. Senapati, J.J. Jiménez, M.A. Martínez, T. Decaens & J. Tondoh. (1999). Earthworm communities of tropical agroecosystems: Origin, structure and influence of management practices. CAB International, Wallingford. pp. 27-55.
- Fragoso, C. & Brown, G. (2007). *Ecología y Taxonomía de las lombrices de tierra en Latinoamérica: El primer Encuentro Latino-Americano de Ecología y Taxonomía de Oligoquetos (ELAETAO1)*. In: Brown, G.G. & Fragoso, C. (Eds.), *Minhocas na America Latina: Biodiversidad e Ecologia*. EMBRAPA Soja. Londrina, Cap 1 y 24. pp 33-75 y 422-452.
- Fragoso, C. & Rojas, P. (2014a). New species and records of the earthworm genus *Ramiellona* (Annelida, Oligochaeta, Acanthodrilidae) from southern Mexico and Guatemala. *Zootaxa* 3753 (6): 549-572.
- Fragoso, C. & Rojas, P. (2014b). Biodiversidad de lombrices de tierra (Annelida: Oligochaeta: Crassicitellata) en México. *Revista Mexicana de la Biodiversidad*, Supl. 85: S197-S207. Doi: 10.7550/rmb.33581.
- Fragoso, C., Reyes-Castillo, P., & Rojas, P. (2001). La importancia de la biota edáfica en México. *Acta Zoológica Mexicana*. Número especial, 1: 1-10.
- Gates, G. (1957). On a new Octochaetinae earthworm supposedly from Guatemala. *Breviora*, 75, 1-8.
- Gates, G. (1962). On some earthworm of Eisen's collections. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 4 (31), 185 – 225.
- Huerta, E. (2008). Manual de reproducción de lombrices de tierra nativas. Tabasco: 1era edición. Editorial Grupo Sirem. pp 35.
- Huerta, E., Rodríguez-Olán, J., Evia-Castillo, I., Montejo-Meneses, E., De la Cruz-Mondragón, M., & García-Hernández, R. (2005). *La diversidad de lombrices de tierra (Annelida, Oligochaeta) en el estado de Tabasco, México*. Universidad y Ciencia, 21 (42), 73-83.
- Jimenez, J. J., & Thomas, R. J. (Eds.). (2003). El arado natural: Las comunidades de macroinvertebrados del suelo de las sabanas neotropicales de Colombia. CIAT. pp 45.
- Lavelle, P. & Spain, A.V. (2001). *Soil Ecology*. Kluwer Academic Publishing, The Hague. Pp 619.

Simmons Ch., Tárano J. Pinto. (1959). Clasificación de Reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Instituto Agropecuario Nacional. Ministerio de Agricultura. pp 995.