

LA DIVERSIDAD DE LOMBRICES DE TIERRA (ANNELIDA, OLIGOCHAETA) EN EL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO

Earthworm Diversity (Annelida, Oligochaeta) at the State of Tabasco, Mexico

E Huerta ✉, J Rodríguez-Olán, I Evia-Castillo, E Montejo-Meneses,
M de la Cruz-Mondragón, R García-Hernández

(EH) (JRO) (IEC) (EMM) (MCM), (RGH)
El Colegio de la Frontera Sur Unidad Villahermosa. Km 15.5 Carretera
Villahermosa-Reforma. Ranchería Guineo 2ª Sección.
Villahermosa 86280, Tabasco.
ehuerta@vhs.ecosur.mx

Artículo recibido: 19 de mayo de 2005

Artículo aceptado: 17 de octubre de 2005

RESUMEN. El número de especies y categoría ecológica de lombrices de tierra fue descrito en ecosistemas naturales y en los principales ecosistemas manejados del estado de Tabasco, México. Los muestreos fueron efectuados de acuerdo al método internacional TSBF (monolitos de 25x25x30 cm). En función del tipo de sistema y grado de perturbación se realizaron 10 o 50 monolitos por sitio. Las familias identificadas fueron: Megascolecidae, Glossoscolecidae y Acanthodrilidae. En los agroecosistemas las especies *Pontoscolex corethrus* y *Polypheretima elongata* dominaron numéricamente. En ecosistemas naturales, las comunidades de lombrices presentaron una alta diversidad (2.58; índice de Shannon). La selva de Santa Rosa, Tenosique fue el sitio con mayor número de especies (nueve), la mayoría nativas, de las cuales el 99 % fueron endógenas. Este estudio contribuyó con tres nuevos registros para el estado de Tabasco. El número de especies y el sistema de uso del suelo registró un gradiente, en el cual los sistemas con mayor cobertura vegetal presentaron la diversidad máxima de lombrices con especies predominantemente nativas. Las especies nativas, *Balanteodrilus pearsei* y *Lavello-drilus bonampakensis*, fueron también capturadas en agroecosistemas, lo que sugiere que presentan un amplio intervalo de tolerancia a diferentes condiciones edáficas. Son necesarios más estudios, estableciendo por un lado patrones de distribución y por otro experimentos en microcosmos, para sustentar en un futuro el uso potencial de estas lombrices en la restauración de los suelos.

Palabras clave. Megascolecidae, Glossoscolecidae, Acanthodrilidae, ecosistemas naturales, agroecosistemas.

ABSTRACT. The number of species and the ecological category of earthworms were described in natural and managed ecosystems in the state of Tabasco, Mexico. Samples were performed using the TSBF method (25x25x30 cm monoliths). Ten or 50 monoliths were made, depending on land use and degree of soil disturbance. The earthworm families identified were Megascolecidae, Glossoscolecidae and Acanthodrilidae. In the agrosystems, *Pontoscolex corethrus* and *Polypheretima elongata* were dominant species. In natural ecosystems, earthworm communities presented high diversity (2.58; Shannon index). The tropical rain forest of Santa Rosa, Tenosique, was the site with the highest number of species (nine), most of them native, 99 % endogenous. This study contributed three new registries for the state of Tabasco. Species number and land use registered a gradient in which systems with more vegetation presented the highest earthworm diversity, these species being predominantly native. The native species *Balanteodrilus pearsei* and *Lavello-drilus bonampakensis* were also collected in agrosystems; this suggests that they have a wide range of tolerance to different edaphological conditions. More studies will be needed, establishing distribution patterns on the one hand, and microcosmos experiments on the other, in order to sustain, in the future, the potential use of these earthworms in soil restoration.

Key words. Megascolecidae, Glossoscolecidae, Acanthodrilidae, natural ecosystems, agrosystems.

INTRODUCCIÓN

Las lombrices de tierra son consideradas ingenieras del ecosistema (Jones *et al.* 1994), ya que intervienen en la aireación e infiltración del suelo, y proporcionan materia orgánica disponible

para otros organismos del suelo. Las lombrices de tierra se distribuyen en el área del suelo denominada drilosfera, que es el microsítio en donde convergen con los microorganismos (Lavelle *et al.* 1989). En relación a su distribución en el suelo, las lombrices se clasifican funcionalmente en tres categorías

ecológicas: epigeas, endogeas y anecicas (Bouché 1972; 1977; Lavelle *et al.* 1989).

Las lombrices endogeas se clasifican en polihumicas, mesohumicas y oligohumicas de acuerdo a la cantidad de materia orgánica que ingieren (Lavelle 1983; Lavelle *et al.* 1989). Las lombrices por su origen pueden ser nativas o exóticas, y pueden tener una distribución local, regional o global. Las exóticas son aquéllas que presentan una distribución global y un amplio intervalo de tolerancia a diferentes factores edáficos, mientras que la distribución de las lombrices nativas es reducida y restringida a un tipo de uso del suelo, o tienen nichos edáficos o climáticos estrechos (Lavelle *et al.* 1998). Las lombrices también pueden ser compactadoras o descompactadoras de acuerdo a los efectos que producen a la estructura del suelo (Blanchart *et al.* 1997).

En México se han descrito 93 especies, de las cuales 46 son nativas y 47 exóticas (Fragoso 2001), las cuales pertenecen a la familias Megascolecidae, Acanthodrilidae y Glossoscolecidae. Conforme a las categorías ecológicas, el setenta y dos por ciento de las lombrices de tierra en México son endogeas-geófagas (Fragoso 2001). Las diferentes lombrices desarrollan distintas funciones en el suelo, ya que las epigeas son fragmentadoras de la hojarasca, mientras que las endogeas y anecicas producen un efecto en la estructura del suelo al producir pequeños o grandes agregados (Blanchart *et al.* 1997).

En los ecosistemas naturales, como selvas, se ha registrado la mayor cobertura y diversidad vegetal así como la mayor diversidad de lombrices. En cambio, la diversidad en los ecosistemas

Tabla 1. Descripción de los sitios muestreados. Tabasco, México (*Grado de perturbación fue determinado de forma ascendente: 4: muy perturbado, 0: no perturbado. En los sitios RVG, PC3, HF2, MARB3, MARB4 las coordenadas fueron tomadas de la cabecera municipal).
Table 1. Description of sampled sites. Tabasco, México. (*Degrade of perturbation was established in ascendant way: 4: very disturbed, 0: not disturbed. At RVG, PC3, HF2, MARB3, MARB4 sites coordinates were taken in the main building of the municipality).

Tipo de Sistema	Coordenadas Latitud norte	Coordenadas Longitud oeste	Vegetación	Símbolo	Grado de perturbación*
Natural	17°21'36"	91°20'24"	Selva	S1	0
Natural	17°16'48"	91°09'12"	Selva	S2	0
Natural	18° 27' 94"	92°48'88"	Pastizal natural con vegetación arbórea	PN1	0
Natural	18°20'	93°15'	Relicto vegetación natural en área urbana	RVG	0.5
Manejado	17°41'54"	91°25'12'	Terreno en descanso	TD1	1
Manejado	17°50'18"	89°17'48"	Terreno en descanso	TD2	1
Manejado	17°37'36"	91°01'54"	Poli cultivo de Cedro	PC2	1
Manejado	17°20'18"	91°21'18"	Poli cultivo Teca	PC1	1
Manejado	18° 32'	92°38'	Poli cultivo de Cacao tradicional	PC3	1
Manejado	17°16'36"	91°09'30"	Huerto familiar	HF1	1
Manejado	18° 32'	92°38'	Huerto familiar	HF2	1
Manejado	17°59'06"	92°55'06"	Vegetación riparia	VR	1
Natural	18° 27' 32"	92°45'87"	Pastizal natural	PN3	2
Natural	17°49'48"	91°01'48"	Pastizal natural	PN2	2
Manejado	17°36'30"	91°17'06"	Cultivo de Mango	MARB3	2
Manejado	18° 32'	92°38'	Cultivo de Mango	MARB4	2
Manejado	18° 32'	92°38'	Cultivo de Mango	MARB2	2
Manejado	17°54'36"	93°01'48"	Platanar	MARB1	3
Manejado	17°18'24"	91°13'00"	Maizal	Mz1	3
Manejado	18° 29' 43"	92°47'91"	Maizal	Mz2	3
Manejado	17°25'30"	91°23'06"	Cañaveral	C	3
Manejado	18° 24' 34"	92°53'86"	Yuca	Y	3
Manejado	17°49'48"	91°01'48"	Cultivo de piña	PÑ	3
Manejado	17°52'42"	91°09'18"	Pastizal inducido	PI	4

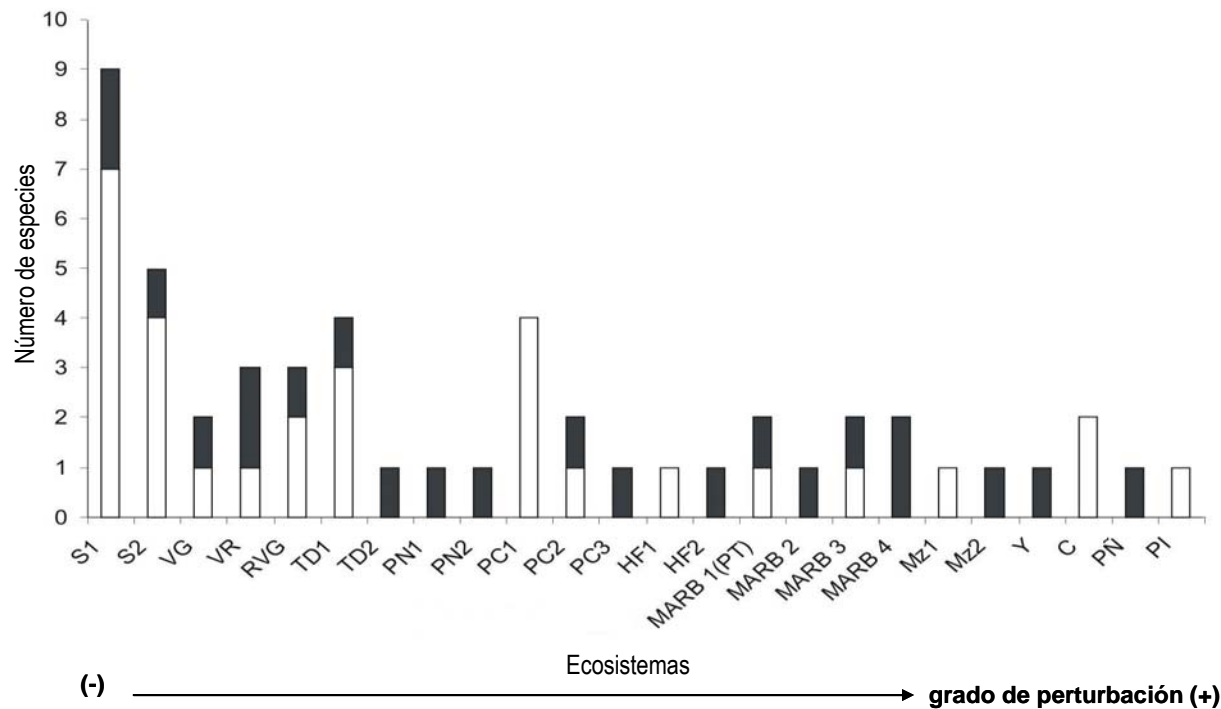


Figura 1. Número de especies encontradas en ecosistemas naturales y manejados. □ Especies nativas y ■ exóticas. S1: Selva Tenosique Sta. Rosa, S2: Selva Tenosique San Marcos cerro, PN1, PN2, PN3: pastizales naturales de los mpios. Balancan y Centla, VR: vegetación riparia en el municipio Centro, RVG: relicto de vegetación natural en área urbana en el mpio. Centro. TD1, TD2: Tierras de descanso en los mpios. Centro y Balancan. PC1, PC2, PC3: Policultivos en los mpios. Tenosique, Balancan y Centla. HF1, HF2: Huertos familiares en los mpios. Tenosique y Centla. MARB1, MARB2, MARB3, MARB4: Monocultivos arbóreos en los mpios. Balancan, Centla y Centro. Mz1, Mz2: Maizales en los mpios. Tenosique y Centla, Y: cultivo de Yuca en el mpio. Centla, C: cañaveral en el mpio. de Tenosique, PÑ: cultivo de piña en el mpio. de Balancan.

Figure 1. Number of species found in natural and managed ecosystems. □ Native and ■ exotic species. S1: Tropical rain forest Tenosique Sta. Rosa, S2: Tropical rain forest Tenosique San Marcos hill, PN1, PN2, PN3: natural pastures at Balancan and Centla municipalities, VR: riparian vegetation at Centro Municipality, RVG: relict of natural vegetation inside of an urban zone at Centro Municipality. TD1, TD2: fallow lands at Centro and Balancan municipalities, PC1, PC2, PC3: Policultures at Balancan, Tenosique and Centla municipalities, HF1, HF2: Traditional backyards at Tenosique and Centla municipalities, MARB1, MARB2, MARB3, MARB4: Monocultures with trees at Balancan, Centla and Centro municipalities, Mz1, Mz2: Maize cultures at Tenosique and Centla municipalities, Y: cassava culture at Centla municipality, C: sugar cane culture at Tenosique municipality, PÑ: pine apple culture at Balancan municipality.

manejados, como agroecosistemas de monocultivos no arbóreos, monocultivos arbóreos, policultivos y pastizales inducidos, ha sido menor (Fragoso 2001, Huerta 2002). Por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo determinar y comparar la diversidad de lombrices de tierra en ecosistemas naturales y manejados o perturbados en el Estado de Tabasco. Los resultados sustentarán la identificación del potencial de uso de las diferentes lombrices de la región con el fin de utilizarlas para incrementar la fertilidad de los suelos agrícolas, ya que las lombrices constituyen del 60 al 90 % de la biomasa total de los macroinvertebrados del suelo (Huerta 2002), y se ha observado que una biomasa

mínima de 30 g.m² de lombrices de tierra produce efectos positivos sobre el suelo y la vegetación (Brown *et al.* 1999).

MATERIALES Y MÉTODOS

Veinticuatro sitios de los municipios Centro, Centla, Tenosique y Balancan del estado de Tabasco fueron estudiados en un gradiente que incluyó desde sitios naturales (selvas) hasta sitios perturbados, representados estos últimos por monocultivos. El grado de perturbación fue determinado de acuerdo a la diversidad y densidad en la cobertura vegetal que presentaron los sitios

Tabla 2. Descripción de las lombrices encontradas en este estudio. Nativa (N), exótica (E). En ecosistemas naturales y manejados. Tabasco.

Table 2. Description of earthworms found in this study. Native (N), exotic (E). In natural and managed ecosystems. Tabasco.

Especie	Familia	Categoría ecológica	Ambiente en donde se encontraron
<i>Diploptrema murchei</i> (N) James 1990	Megascolecidae	endogea	Natural (Selva)
<i>Lavello-drilus parvus</i> (N) Fragoso 1988	Megascolecidae	endogea	Natural (Selva)
<i>lodrilus bonampakensis</i> (N) Fragoso 1991	Megascolecidae	endogea	Natural y manejado (Selva y platanar)
<i>Lavello-drilus sp novo</i> (N)	Megascolecidae	endogea	Natural (Selva)
<i>Lavello-drilus sp1</i> (N)	Megascolecidae	endogea	Natural (Policultivo de Teca)
<i>Lavello-drilus sp2</i> (N)	Megascolecidae	endogea	Natural (Selva)
<i>Balanteodrilus pearsei</i> (N) Pickford 1938	Megascolecidae	endogea	Natural y manejado (Selva, maizal y cañaveral)
<i>Periscolex brachycystis</i> (N) (Cognetti 1905)	Glossoscolecidae	epigea	Natural (Selva)
<i>Pontoscolex corethrurus</i> (E) (Müller 1856)	Glossoscolecidae	endogea	Manejados y natural (mono y policultivos, selva)
<i>Polypheretima elongata</i> (E) (Perrier 1872)	Megascolecidae	endogea	Manejados y natural (monocultivos y terrenos de descanso)
<i>Mayadrilus calakmulensis</i> (N) Fragoso y Rojas 1994	Megascolecidae	endogea	Manejados (Huerto Familiar)
<i>Dichogaster saliens</i> (N) (Beddard 1893)	Acanthodrilidae	epigea	Manejados (cultivo de mango)

(Tabla 1). Los muestreos se efectuaron bajo el método internacional TSBF (Anderson & Ingram 1993), con monolitos de 25x25x30 cm. El número de monolitos fue distinto dependiendo del sitio muestreado: diez monolitos distribuidos al azar en las áreas pequeñas como huertos familiares o poli cultivos de traspacio con el fin de perturbar lo menos posible el cultivo. En las áreas extensas: selvas, monocultivos o poli cultivos de gran extensión el número de monolitos fue de 50 en un cuadrante de 18 x 8 m. Las lombrices fueron extraídas manualmente de cada monolito, de acuerdo al método de Satchell (1967).

Los especímenes se pesaron, montaron e identificaron *in situ*, aquellas lombrices que no fueron identificadas *in situ* fueron colocadas en formol al 4% para su identificación en laboratorio. Las lombrices se identificaron a nivel de especies mediante criterios y claves taxonómicas (Fragoso 1988, 1991, 1993). Después de pesados todos los

organismos, estos fueron devueltos a los monolitos de donde fueron extraídos. El índice de diversidad de Shannon ($H' = -\sum p \log_2 p$) se calculó para la comunidad de lombrices en cada uno de los sitios.

Análisis estadísticos

En cada uno de los sitios se calcularon las medias de la biomasa y la densidad de lombrices de tierra y se efectuó un análisis de varianza para datos no parámetros Kruskal-Wallis, (al no presentar una distribución normal los datos) con el fin de determinar las diferencias entre los sitios muestreados, con el programa *estadística* (Anónimo 1995).

RESULTADOS

Diversidad de lombrices de tierra

El número de especies en los ecosistemas naturales fue significativamente mayor (ANOVA, $p < 0.05$) al registrado en los ecosistemas manejados. La selva de Sta Rosa presentó nueve: *Diploptrema murchei*, *Lavello-drilus parvus*, *Lavello-drilus bonampakensis*, *Lavello-drilus sp novo*, *Lavello-drilus sp2*, *Balanteodrilus pearsei*, *Periscolex brachycystis*, *Pontoscolex corethrurus* y *Polypheretima elongata*. En los policultivos arbóreos fueron registradas cuatro especies, mientras que los sistemas más perturbados como los monocultivos dos especies, seguidos por el sistema más perturbado como el pastizal inducido con sólo una especie (Figura 1). El índice de Shannon fue significativamente mayor (ANOVA; $p < 0.05$) en los sistemas naturales: 2.58 en la selva S1, 1.67 en la selva S2, y los sistemas manejados el policultivo de Teca presentó un índice de 1.97. El número de especies disminuyó conforme el grado de perturbación de los ecosistemas aumentó.

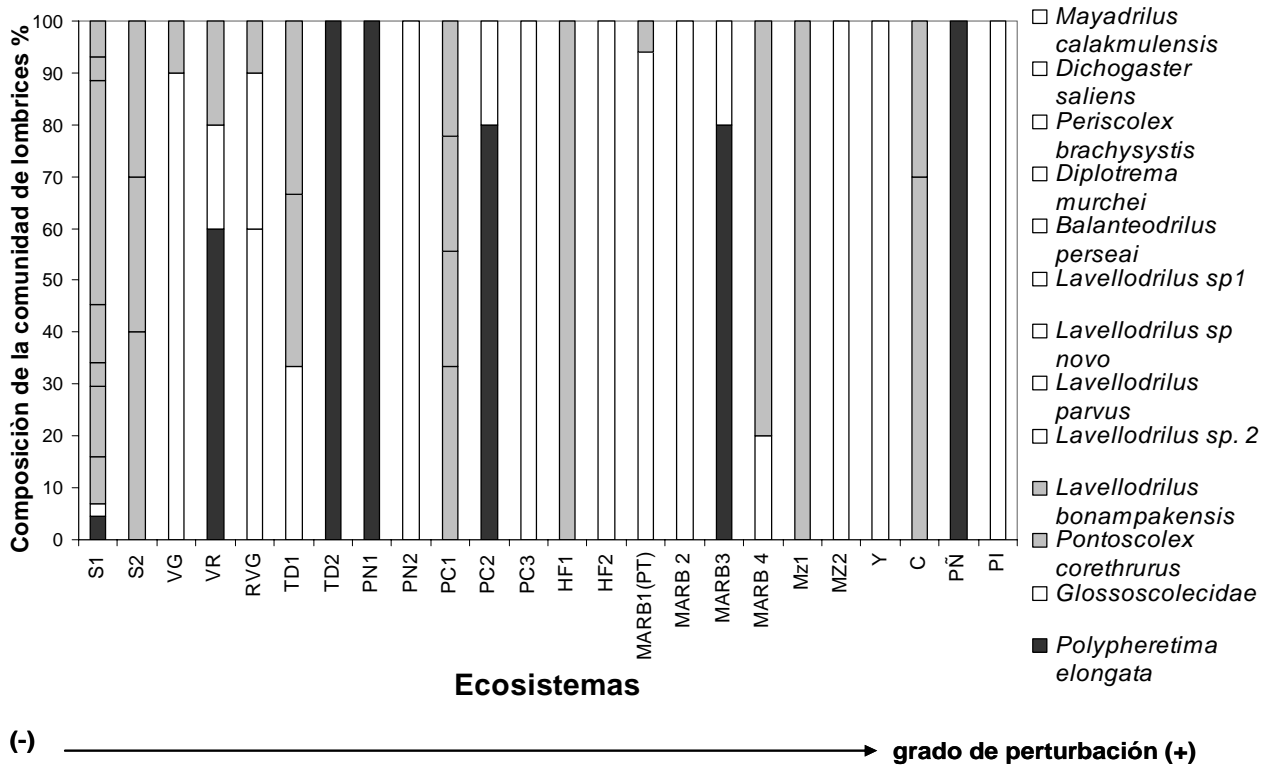


Figura 2. Composición de la comunidad de lombrices de tierra en los diferentes ecosistemas estudiados. S1: Selva Tenosique Sta. Rosa, S2: Selva Tenosique San Marcos cerro, PN1, PN2, PN3: pastizales naturales de los Municipios (mpios). Balancan y Centla, VR: vegetación riparia en el municipio Centro, RVG: relicto de vegetación natural en área urbana en el mpio. Centro. TD1, TD2: Tierras de descanso en los mpios. Centro y Balancan. PC1, PC2, PC3: Policultivos en los mpios. Tenosique, Balancan y Centla. HF1, HF2: Huertos familiares en los mpios. Tenosique y Centla. MARB1, MARB2, MARB3, MARB4: Monocultivos arbóreos en los mpios. Balancan, Centla y Centro. Mz1, Mz2: Maizales en los mpios. Tenosique y Centla, Y: cultivo de Yuca en el mpio. Centla, C: cañaveral en el mpio. de Tenosique, PÑ: cultivo de piña en el mpio. de Balancan.

Figure 2. Earthworms' community composition at different studied ecosystems. S1: Tropical rain forest Tenosique Sta. Rosa, S2: Tropical rain forest Tenosique San Marcos hill, PN1, PN2, PN3: natural pastures at Balancan and Centla municipalities, VR: riparian vegetation at Centro Municipality, RVG: relict of natural vegetation inside of an urban zone at Centro Municipality. TD1, TD2: fallow lands at Centro and Balancan municipalities, PC1, PC2, PC3: Policultures at Balancan, Tenosique and Centla municipalities, HF1, HF2: Traditional backyards at Tenosique and Centla municipalities, MARB1, MARB2, MARB3, MARB4: Monocultures with trees at Balancan, Centla and Centro municipalities, Mz1, Mz2: Maize cultures at Tenosique and Centla municipalities, Y: cassava culture at Centla municipality, C: sugar cane culture at Tenosique municipality, PÑ: pine apple culture at Balancan municipality.

Nuevos registros para el estado de Tabasco

Mayadrilus calakmulensis en un huerto familiar (HF1; Tabla 1), *Lavello-drilus sp1* en un policultivo de Teca (PC1; Tabla 1) y *Lavello-drilus sp2* en la Selva (S1 y S2; Tabla 1). Todos estos sitios en el municipio de Tenosique.

Características de las especies

Las 12 especies de lombrices registradas pertenecen a las familias Megascolecidae, Glossoscolecidae y Acanthodrilidae (Tabla 2).

Categoría ecológica de las especies de lombrices

En los sistemas naturales predominaron las especies endogeas. En las selva S1 de nueve especies, ocho fueron endogeas y una epigea: *Periscolex brachycystis*. En los sistemas manejados también las especies endogeas fueron las más abundantes. Solo en el cultivo de mango se encontró una especie con hábitos epigeos: *Dichogaster saliens* (Tabla 2). En cuanto a los hábitos alimenticios todas las lombrices endogeas encontradas fueron polihúmicas.

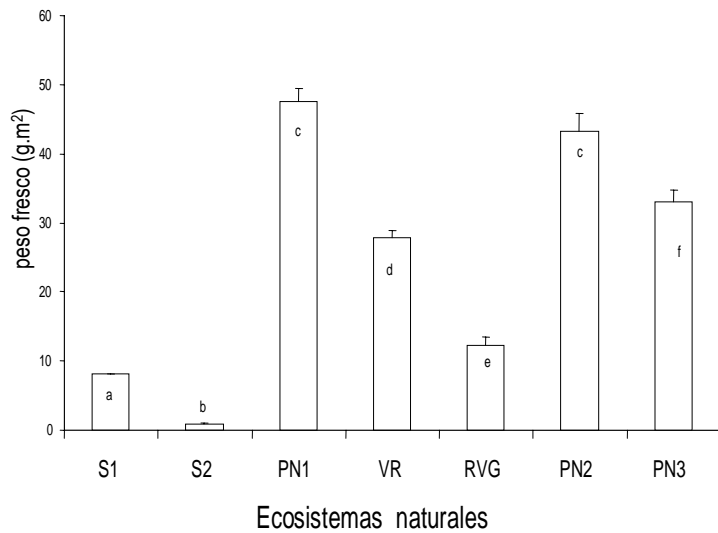


Figura 3. Biomasa de lombrices de tierra en ecosistemas naturales. Letras distintas indican diferencias entre los sitios muestreados ($p < 0.05$). S1: Selva Tenosique Sta. Rosa, S2: Selva Tenosique San Marcos cerro, PN1, PN2, PN3: pastizales naturales de los mpios. Balancan y Centla, VR: vegetación riparia en el municipio Centro, RVG: relicto de vegetación natural en área urbana en el mpio. Centro.

Figure 3. Earthworms biomass in natural systems. Different letters indicate differences between treatments ($p < 0.05$). S1: Tropical rain forest Tenosique Sta. Rosa, S2: Tropical rain forest Tenosique San Marcos hill, PN1, PN2, PN3: natural pastures at Balancan and Centla municipalities, VR: riparian vegetation at Centro Municipality, RVG: relict of natural vegetation inside of an urban zone at Centro Municipality.

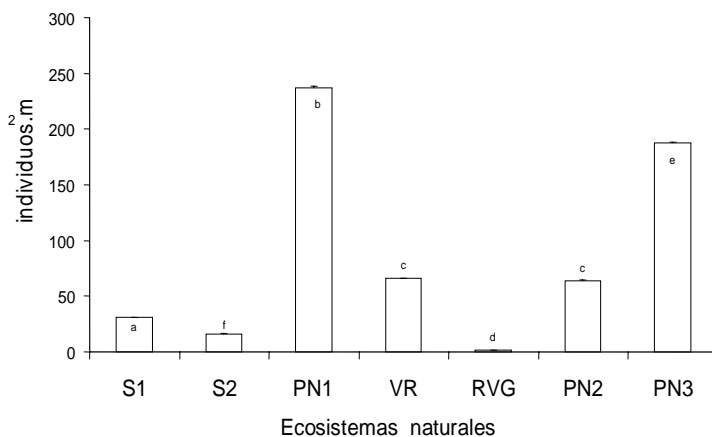


Figura 4. Densidad de lombrices de tierra en ecosistemas naturales. Letras distintas indican diferencias entre los sitios muestreados ($p < 0.05$). S1: Selva Tenosique Sta. Rosa, S2: Selva Tenosique San Marcos cerro, PN1, PN2, PN3: pastizales naturales de los municipios. Balancan y Centla, VR: vegetación riparia en el municipio Centro, RVG: relicto de vegetación natural en área urbana en el mpio. Centro.

Figure 4. Earthworms density in natural ecosystems. Different letters indicate differences between treatments ($p < 0.05$). S1: Tropical rain forest Tenosique Sta. Rosa, S2: Tropical rain forest Tenosique San Marcos hill, PN1, PN2, PN3: natural pastures at Balancan and Centla municipalities, VR: riparian vegetation at Centro Municipality, RVG: relict of natural vegetation inside of an urban zone at Centro Municipality.

Comparación entre lombrices nativas y nativas exóticas

Cuatro especies de lombrices exóticas fueron recolectadas: *Pontoscolex corethrus*, *Polypheretima elongata*, *Dichogaster saliens* y *Perisocolex brachycystis*, de las cuales *P. brachycystis* fue encontrada solamente en la selva, y *D. saliens* fue capturada exclusivamente en un cultivo de mango. En general, los sistemas naturales registraron el mayor número de especies nativas, mientras que en los ecosistemas manejados, que presentaron un menor número de especies, las comunidades fueron dominadas por individuos de especies exóticas. La abundancia de individuos de especies exóticas resultó mayor conforme se incrementó su grado de perturbación. Por ejemplo, el monocultivo de plátano (sistema con grado de perturbación 3) presentó dos especies de lombrices (Figura 1), en donde el 96 % de la densidad de las lombrices la conformó *P. corethrus* (especie exótica) y 4 % de la densidad la especie nativa *Lavello-drilus bonampakensis* (Figura 2). Las especies *Mayadrilus calakmulensis*, *Balanteodrilus pearsei* y *Lavello-drilus bonampakensis* son lombrices nativas capturadas también en agroecosistemas (Figura 2).

Biomasa y densidad de lombrices de tierra en ecosistemas naturales

Las mayores biomásas (33 ± 28.2 a 48 ± 36 g m⁻²) y densidades (64 ± 74.1 a 237 ± 163 ind. / m²) significativamente diferentes (Kruskall Wallis $p < 0.01$) fueron

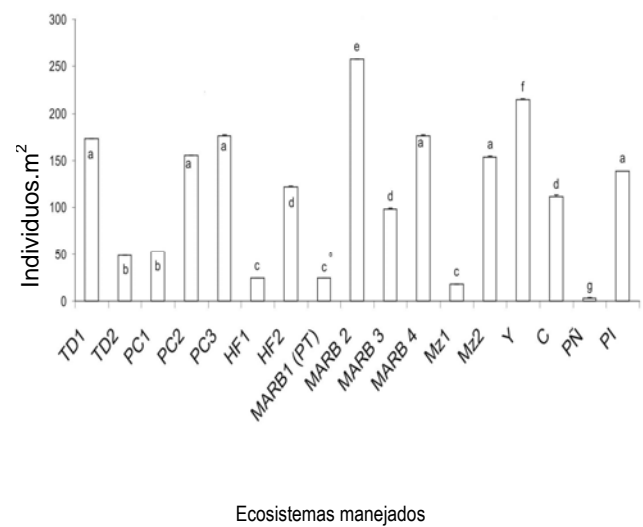
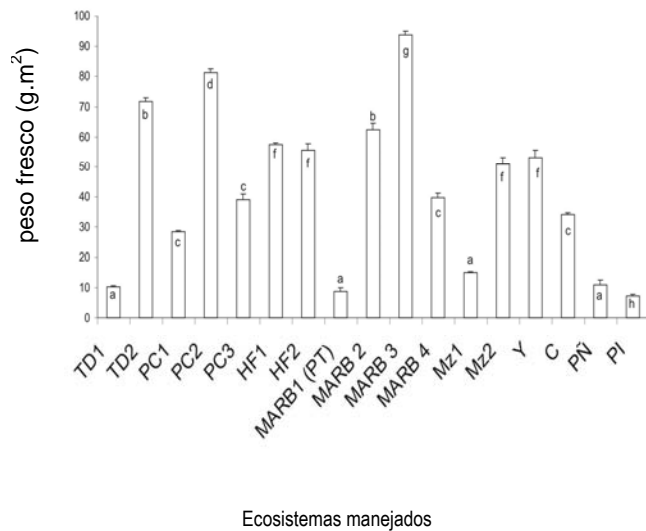


Figura 5. Biomasa de lombrices de tierra en ecosistemas manejados. Letras distintas indican diferencias entre los sitios muestreados ($p < 0.05$). TD1, TD2: Tierras de descanso en los mpios. Centro y Balancan. PC1, PC2, PC3: Policultivos en los mpios. Tenosique, Balancan y Centla. HF1, HF2: Huertos familiares en los mpios. Tenosique y Centla. MARB1, MARB2, MARB3, MARB4: Monocultivos arbóreos en los mpios. Balancan, Centla y Centro. Mz1, Mz2: Maizales en los mpios. Tenosique y Centla, Y: cultivo de Yuca en el mpio. Centla, C: cañaveral en el mpio. de Tenosique, PÑ: cultivo de piña en el mpio. de Balancan.

Figure 5. Earthworm biomass in managed ecosystems. Different letters indicate differences between treatments ($p < 0.05$). TD1, TD2: fallow lands at Centro and Balancan municipalities, PC1, PC2, PC3: Policultures at Balancan, Tenosique and Centla municipalities, HF1, HF2: Traditional backyards at Tenosique and Centla municipalities, MARB1, MARB2, MARB3, MARB4: Monocultures with trees at Balancan, Centla and Centro municipalities, Mz1, Mz2: Maize cultures at Tenosique and Centla municipalities, Y: cassava culture at Centla municipality, C: sugar cane culture at Tenosique municipality, PÑ: pine apple culture at Balancan municipality.

Figura 6. Densidad de lombrices de tierra en ecosistemas manejados. Letras distintas indican diferencias entre los sitios muestreados ($p < 0.05$). TD1, TD2: Tierras de descanso en los mpios. Centro y Balancan. PC1, PC2, PC3: Policultivos en los mpios. Tenosique, Balancan y Centla. HF1, HF2: Huertos familiares en los mpios. Tenosique y Centla. MARB1, MARB2, MARB3, MARB4: Monocultivos arbóreos en los mpios. Balancan, Centla y Centro. Mz1, Mz2: Maizales en los mpios. Tenosique y Centla, Y: cultivo de Yuca en el mpio. Centla, C: cañaveral en el mpio. de Tenosique, PÑ: cultivo de piña en el mpio. de Balancan.

Figure 6. Earthworm density in managed ecosystems. Different letters indicate differences between treatments ($p < 0.05$). TD1, TD2: fallow lands at Centro and Balancan municipalities, PC1, PC2, PC3: Policultures at Balancan, Tenosique and Centla municipalities, HF1, HF2: Traditional backyards at Tenosique and Centla municipalities, MARB1, MARB2, MARB3, MARB4: Monocultures with trees at Balancan, Centla and Centro municipalities, Mz1, Mz2: Maize cultures at Tenosique and Centla municipalities, Y: cassava culture at Centla municipality, C: sugar cane culture at Tenosique municipality, PÑ: pine apple culture at Balancan municipality.

capturadas en los pastizales naturales (Figuras 3 y 4) rodeados por vegetación arborea.

Biomasa y densidad de lombrices de tierra en ecosistemas manejados

En los agroecosistemas fueron encontrados sitios con lombrices grandes, de alta biomasa y en alta densidad, y sitios en donde las lombrices eran pequeñas (poca biomasa) pero su densidad fue alta.

Las mayores biomásas (62 ± 42.2 a 93 ± 84.8 g / m²), significativamente diferentes (Kruskall

Wallis $p < 0.05$; Figura 5) fueron recolectadas en los agroecosistemas arbóreos o con abundantes leguminosas, como lo fueron las tierras en descanso (TD2), el policultivo de cedro (PC2), o los monocultivos de mango (MARB2, MARB3).

En cuanto a la densidad de lombrices, los ecosistemas manejados con un número significativamente mayor de individuos por m² fueron los que presentaron mayor cobertura vegetal, o una importante presencia de leguminosas (cultivo de mango MARB2; 257 ind. m²) (Figura 6).

Proporción de las especies recolectadas con respecto a la biomasa

En los ecosistemas naturales, en las selvas (Santa Rosa y San Marcos) *Balanteodrilus pearsei* contribuyó del 30 al 45 % de la biomasa de lombrices. En los ecosistemas manejados, *Pontoscolex corethrurus* y *Polypheretima elongata* conformaron del 60 al 100 % de la biomasa. Sin embargo, en dos agroecosistemas, el policultivo de Teca y el maizal, estas especies no fueron capturadas. *Lavello-drilus bonampakensis* conformó del 30 al 70 % de la biomasa de lombrices en el Policultivo de Teca, y *Balanteodrilus pearsei* constituyó el 100 % de la biomasa en el maizal (Figura 2).

DISCUSIÓN

Número de especies de lombrices en ecosistemas naturales y manejados.

En este estudio, La selva S1 (Santa Rosa, Tenosique) fue el sistema con mayor número de especies. Dentro de los ecosistemas manejados, las tierras en descanso y los policultivos fueron los sistemas que siguieron en diversidad, mientras que en los monocultivos arbóreos se encontraron dos especies, y en los monocultivos y en el pastizal inducido solamente una especie. Esto concuerda con lo descrito por Fragoso (2001), quien, en una reseña de sitios muestreados en México, indicó que los bosques templados y las selvas son los ecosistemas con mayor diversidad. De igual forma Uribe (2004) mencionó a la selva y los cacaotales de 50 años como los ecosistemas más diversos con seis y nueve especies, respectivamente.

De las once familias de lombrices de tierra registradas en México (Fragoso 2001), tres (Megascolecidae, Glossoscolecidae y Acanthodrilidae) fueron recolectadas en este estudio.

Veinticinco especies de lombrices han sido descritas en trabajos previos (Tabla 3), de las cuales seis también fueron capturadas en este estudio, el cual contribuyó con tres nuevos registros para el estado. La mayoría de las 25 especies pertenecen a la familia Megascolecidae y son lombrices endógenas, a excepción de *Dichogaster saliens* la

cual es epigea y *Periscolex brachycistis* que parece ser de hábitos epigeos (Rodríguez 2000). En los ambientes tropicales de México, las comunidades de lombrices de tierra tienden a estar formadas exclusivamente por especies endógenas (Fragoso 1993; Fragoso *et al.* 1995; Fragoso 2001).

Comparación entre especies nativas y especies exóticas

En los ecosistemas naturales el porcentaje de especies nativas fue mayor al 60 % (Fragoso 2001), mientras que en los ecosistemas perturbados las lombrices nativas tienden a disminuir. En este estudio, en la selva S1 las especies nativas conformaron el 87.8 % de la comunidad de las lombrices, mientras que en los monocultivos las especies exóticas conformaron del 60 al 100 %. *Pontoscolex corethrurus* y *Polypheretima elongata* fueron las especies exóticas predominantes en los agroecosistemas, seguidas por *Dichogaster saliens* que fue encontrada en alta densidad en un cultivo de mango. En este estudio *Balanteodrilus pearsei* y *Lavello-drilus bonampakensis* fueron las especies nativas que también fueron recolectadas en agroecosistemas (cañaveral, maizal y platanar); al parecer, presentan un amplio intervalo de tolerancia a distintas propiedades edáficas.

Biomasa de lombrices

Las mayores biomásas de lombrices fueron recolectadas en los pastizales naturales y en los policultivos. Estos valores de biomasa resultaron mayores al intervalo citado por Brown *et al.* (1999), quienes mencionaron que a partir de una biomasa de 30 g.m², las lombrices de tierra pueden tener efectos importantes sobre el suelo y la productividad vegetal. En este estudio, los sitios con mayor perturbación, como los monocultivos y el pastizal inducido, presentaron biomásas menores de 10 g.m². Biomásas similares fueron mencionadas por Brown *et al.* (2001) en cocotales y milpas, y por Geissen & Morales-Guzmán (2005) bajo pastizales de *Bracharia decumbens*, lo cual sugiere que el tipo de cobertura vegetal y sobre todo el manejo de estos ecosistemas no ha favorecido a las lombrices.

Proporción de las especies colectadas con respecto a la biomasa

En la selva (S1) *Balanteodrilus pearsei* fue la lombriz que predominó sobre el resto de las otras especies. *Pontoscolex corethrurus* junto con *Polypheretima elongata* resultaron las especies de lombrices dominantes en los agroecosistemas, ya que sumaron el 60 al 100% de la biomasa en los cacaotales, cultivos de plátano y cultivos de mango respectivamente. Este resultado coincidió con Uribe (2004) quien mencionó del 60 al 99% de *P.*

corethrurus en cacaotales de 15 y 50 años. Aunque estas especies exóticas no abundaron en el policultivo de Teca, en el huerto familiar de Tenosique, en el maizal de Tenosique y en el cañaveral, sistemas en donde sólo se encontraron especies nativas, a pesar del grado de perturbación de los dos últimos agroecosistemas.

El efecto del uso del suelo sobre las lombrices

Las lombrices de tierra como cualquier otro organismo están sujetas a cambios en relación al

Tabla 3. Lombrices de tierra descritas en Tabasco antes y en el presente estudio.
Table 3. Description of earthworms found in Tabasco before and in this study.

Especie	Vegetación, ambiente	Categoría ecológica	Referencia
<i>Balanteodrilus pearsei</i> Pickford, 1938	Selva alta, mediana, acahuales, maizales, solares, pastizales, basura orgánica, ambientes riparios, cuevas	endogea	Fragoso 1993, Fragoso <i>et al.</i> 1995, 1999, 2001, Uribe 2004, este trabajo
<i>Diploptema murchei</i> James 1990	Selva alta, mediana, baja, sabanas, acahuales, solares, potreros, maizales, amb. Riparios veg. ruderal	endogea	Fragoso 1993, Fragoso <i>et al.</i> 1995, 1999, Fragoso 2001, este trabajo
<i>Diploptema sp. nov.</i>	Cacaotales	endogea	Uribe 2004
<i>Larsonidrilus orbiculatus</i> James 1993	Sabanas, pastizales, ambientes riparios,	endogea	Fragoso <i>et al.</i> 1999, Fragoso 2001
<i>Lavelloedrilus ilkus</i> Fragoso 1991	Selva alta	endogea	Fragoso 1993
<i>Lavelloedrilus maya</i> Fragoso 1988	Selvas altas, cacaotales, pastizales, desechos orgánicos	endogea	Fragoso 1993, Fragoso <i>et al.</i> 1999
<i>Lavelloedrilus sp. nov.</i>	Selvas	endogea	Uribe 2004, este trabajo
<i>Lavelloedrilus bonampakensis</i> Fragoso 1991	Selvas, platanares	endogea	Uribe 2004, este trabajo
<i>Lavelloedrilus riparius</i> (Fragoso 1988)	cacaotal	endogea	Uribe 2004
<i>Lavelloedrilus parvus</i> Fragoso 1988	Selva alta, mediana, acahual, cacaotales, pastizales, maizales	endogea	Fragoso 1993, Fragoso <i>et al.</i> 1995, 1999, este trabajo
<i>Ramiellona sp. nov. 12</i>	Pastizal, ambientes riparios	endogea	Fragoso 1993
<i>Ramiellona strigosa</i> Gates 1962	Selva alta, cacaotal, pastizal	endogea	Fragoso 1993, Fragoso <i>et al.</i> 1999
<i>Ramiellona sp. nov.</i>	Selva	endogea	Uribe 2004
<i>Ramiellona sp. nov. 21</i>	Selva	endogea	Uribe 2004
<i>Phoenicodrilus taste</i> (Eisen 1895)	Selva alta, mediana, acahuales, pastizales, maizales, cocotales, cacaotales, jardines, vegetación ruderal, ambientes riparios	endogea	Fragoso 1993, Fragoso <i>et al.</i> 1999, Uribe 2004
<i>Pontoscolex corethrurus</i> (Müller 1856)	Selvas, acahuales, pastizales, maizales, platanares, mangales, cocotales, riparia, solares, cacaotales Solares, pastizales, maizales, ambientes riparios, selva	endogea	Fragoso 1993, Uribe 2004, Geissen & Morales-Guzmán 2005, este trabajo Fragoso 1993, este trabajo
<i>Polypheretima elongata</i> (Perrier 1872)		endogea	
<i>Pontoscolex cynthiae</i> Borges y Moreno 1990	Solares	endogea	Fragoso 1993, Fragoso <i>et al.</i> 1995
<i>Dichogaster affinis</i> (Rosa 1891)	Selvas, solares, cañaverales, maizales, pastizales, ambientes riparios	endogea	Fragoso 1993
<i>Dichogaster bolau</i> (Michaelsen 1891)	Selvas, maizales, chilares, cocotales, cacaotales, solares, platanares, jardines, amb., riparios, cuevas	endogea	Fragoso 1993, Uribe 2004
<i>Dichogaster saliens</i> (Beddard 1893)	Selvas, sabanas, acahuales, maizales, solares, jardines, pastizales, amb. Riparios, mangales	epigea	Fragoso 1993, este trabajo
<i>Ocnodrilus occidentalis</i> (Eisen 1878)	Sabanas, acahuales, plantaciones de árboles, solares, maizales, cañaverales, pastizales, jardines, amb. Riparios, cacaotales	endogea	Fragoso 1993, Uribe 2004
<i>Drawida barwelli</i> (Beddard 1886)	cacaotales	endogea	Uribe 2004
<i>Perisocolex brachysistis</i> (Cognetti 1905)	cacaotales	epigea	Uribe 2004, este trabajo
<i>Amyntas gracilis</i> (Kingberg 1867)	cacaotales	epiendogea	Uribe 2004

manejo que se le dé al suelo. La riqueza específica de las comunidades de lombrices fue localizada sólo en los ecosistemas naturales, ya que dentro de los ambientes manejados, los policultivos son agroecosistemas que amortiguaron el efecto del manejo. En los policultivos se obtuvieron valores de biomasa altas junto con una diversidad intermedia (índice de Shannon: 1.97). También los agroecosistemas arbóreos, bajo un manejo tradicional, suelen fomentar la presencia de especies nativas aunque en densidad baja, como fue el caso de un platanar (MARB1) en donde la presencia de *Lavellodrilus bonampakensis* fue capturada. En los cacaotales tradicionales también se ha registrado una diversidad alta de especies (Uribe 2004). Sin embargo, en este estudio, solamente *P. corethrurus* fue recolectada en un cacaotal. Futuros estudios son necesarios para

estudiar el intervalo de tolerancia de especies nativas, con el fin de reproducirlas y reintroducirlas, ya que tienden a desaparecer cuando los ecosistemas naturales son deforestados o convertidos en agroecosistemas.

AGRADECIMIENTOS

A Fondos Mixtos Tabasco, quienes financiaron esta investigación. Al Dr. Carlos Fragoso quien ayudó en la identificación y confirmación de las especies encontradas, a los estudiantes de bachillerato de los municipios de Centro, Balcan y Tenosique así como a Sheyla Uribe, quienes apoyaron en las actividades de campo y Rodimiro Ramos quien ayudo en la transformación de coordenadas en UTM a geográficas.

LITERATURA CITADA

- Anderson JM, Ingram JSI (1993) Tropical Soil biology and Fertility: A handbook of methods, CAB International, Wallingford. 221 pp.
- Anónimo (1995) STATISTICA for Windows. Computer program manual. Statsoft, Inc. Tulsa,
- Blanchart E, Lavelle P, Braudeau E, le Bissonnais Y, Valentin C (1997) Regulation of soil structure by geophagous earthworm activities in humid savannas of Côte d'Ivoire. Soil Biol and Biochem. 29: 431-439.
- Bouché M (1972) Lombriciens De France: Ecologie et Systématique. Ann. Zool., Ecol. Anim., No hors serie. 671 pp.
- Bouché M (1977) Stratégies lombriciennes. Ecol. Bull. 25: 122-132.
- Brown G, Pashanasi B, Villenave C, Patron JC, Senapati BK, Giri S, Barois I, Lavelle P, Blanchart E, Blakemore RJ, Spain AV, Boyer J (1999) Effects of earthworms on plant production in the tropics. En: Lavelle P, Brussaard L, Hendrix PF (eds) Earthworm management in tropical agroecosystems. CAB International, Wallingford. 87-147.
- Brown G, Fragoso C., Barois I, Rojas P., Patrón JC, Bueno J, Moreno A, Lavelle P, Ordaz V, Rodríguez C (2001) Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. Acta Zool. Mex (n.s.) 1: 79- 10.
- Feijoo A, Knapp EB, Lavelle P, Moreno AG (2001) Quantifying soil Macrofauna in Colombian Watershed. In: Jiménez JJ, Thomas RJ (eds) Soil Macroinvertebrate Communities in the Neotropical savannas of Colombia. CIAT, Cali: 43-48.
- Fragoso C (1988) Sistemática y ecología de un género Nuevo de lombriz detierra (Acanthodrilini: Oligochaeta) de la Selva Lacandona, Chiapas, México. Acta Zool Mex. (n.s.) 25: 1-39.
- Fragoso C (1991) Two new species of the earthworm genus *Lavellodrilus* (Oligochaeta, Acanthodrilini) from tropical mexican rain forests. Studies on Neotropical Fauna and Environment. 26(2): 83-91.
- Fragoso C (1993) Les peuplements de vers de terre dans l'est et sud'est du Mexique. Tesis doctoral. Universidad Paris 6. Paris. 225 pp.
- Fragoso C, James S, Borges S (1995) Native earthworms of the North Neotropical Region: Current status and Controversies. En: Hendrix PF (ed) Earthworm Ecology and Biogeography in North America. Lewis Publishers. Florida. 244 pp.

- Fragoso C, Kanyonyo J, Moreno A, Senapati B, Blanchart E, Rodríguez C (1999) A Survey of Tropical Earthworms: Taxonomy, Biogeography and Environmental Plasticity. En: Lavelle P, Brussaard L, Hendrix P (ed) *Earthworm Management in Tropical Agroecosystems*. CAB International. Oxford. 1-26.
- 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.
- Geissen V, Morales-Guzmán C (2005) Fertility of tropical soils under different land use systems. A case study of soils in Tabasco, Mexico. *Applied of Soil Ecology*. (in press)
- Huerta E (2002) Étude comparative des facteurs qui déterminent la biomasse et la densité de vers de terre aux zones naturelles et anthropisés dans les sols de tropiques. Tesis doctoral. Universidad Paris 6 Pierre et Marie Curie. Paris. 181 pp.
- Jones CG, Lawton JH, Shachak M (1994) Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69: 373-386.
- Lavelle P (1983) The structure of earthworm communities. En Satchell JE (ed) *Earthworm Ecology: From Darwin to Vermiculture*. Chapman and Hall, London. 449-465.
- Lavelle P, Barois I, Martin A, Zaidi Z, Schaefer R (1989) Management of earthworm populations in agroecosystems: A possible way to maintain soil quality? *Ecology of Arable Land*: 109-122.
- Lavelle P, Barois I, Blanchart E, Brown G, Brussaard L, Decaens T, Fragoso C, Jimenez JJ, Kajondo KK, Martinez A, Moreno A, Pashanasi B, Senapati B, Villenave C (1998) Earthworms as a resource in tropical agroecosystems. *Nature & Resources* 34 (1): 26-41.
- Rodríguez C (2000) Las comunidades (Annelida Oligochaeta) en ecosistemas con diferente grado de perturbación. *Revista Biológica. La Habana Cuba*. 14(2): 147-155.
- Satchell JE (1967) Lumbricidae. En: Burges A, Raw F (eds) *Soil Biology*. Academic Press, New York, NY : 259-322.
- Uribe LS (2004) Relación entre las comunidades de lombrices de tierra (Annelida, Oligochaeta) y algunas propiedades físicas y químicas del suelo en cacaotales con distinto manejo en Teapa, Tabasco, México. Tesis de licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa. 105 pp.