

DIVERSIDAD DE LOMBRICES DE TIERRA CON LABRANZA DE CONSERVACIÓN Y CONVENCIONAL

Earthworm Diversity under Tillage and No-tillage Conditions

H. Brito-Vega¹, D. Espinosa-Victoria^{1†}, B. Figueroa-Sandoval¹, C. Fragoso² y J.C. Patrón-Ibarra³

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la relación entre la diversidad de lombrices de tierra y la fertilidad del suelo con labranza de conservación y convencional durante las épocas de primavera e invierno. Los sitios de muestreo correspondieron a dos campos experimentales y a un Andosol, Xerosol háplico y Vertisol pélico, respectivamente. El muestreo de las lombrices de tierra y del suelo se realizó en monolitos de 25 x 25 x 30 cm (lado x lado x profundidad), dividiendo la profundidad entre estratos de 0 a 10, 10 a 20 y 20 a 30 cm. Se identificaron tres especies de lombrices de tierra: *Diplocardia* sp., *Aporrectodea caliginosa* y *Phoenicodrilus taste*, localizadas en los sistemas de labranza de conservación y convencional en el Xerosol háplico y Vertisol pélico. En el Vertisol pélico se observó que con labranza de conservación durante la primavera *Phoenicodrilus taste* presentó la población más alta (328 individuos m⁻²), en contraste con el Xerosol háplico (16 individuos m⁻²). Este dato coincidió con los contenidos más altos de carbono orgánico (18.6, 10.1 y 7.8%) y nitrógeno total (0.9, 0.6 y 0.5%) a las profundidades de 0 a 10, 10 a 20 y 20 a 30 cm, respectivamente, en los análisis del fraccionamiento de la materia orgánica del suelo (FMOS) de 0 > 250 µm. Las condiciones físico-químicas que presentó el Vertisol pélico fueron las óptimas para el desarrollo de *P. taste*.

Palabras clave: Andosol, Xerosol háplico, Vertisol pélico, fraccionamiento de la materia orgánica del suelo, carbono orgánico.

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. 56230 Montecillo, estado de México.

[†] Autor responsable (despinos@colpos.mx)

² Instituto de Ecología, Jalapa, Veracruz, México.

³ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.

Recibido: Diciembre de 2003. Aceptado: Julio de 2005.
Publicado como nota de investigación en
Terra Latinoamericana 24: 99-108.

SUMMARY

The objective of the present work was to study the relationship between the diversity of earthworms and soil fertility under tillage and no-tillage conditions during spring and winter. The sampling sites were two experimental fields which exhibit Andosol, Haplic xerosol and Pelic vertisol, respectively. The earthworm and soil sampling were carried out in monoliths of 25 x 25 x 30 cm (side x side x depth), divided between depths of 0-10, 10-20, and 20-30 cm. The earthworm species *Diplocardia* sp., *Aporrectodea caliginosa*, and *Phoenicodrilus taste* were identified located under the systems of tillage and no-tillage and in the Haplic xerosol and Pelic vertisol. The highest population of *Phoenicodrilus taste* of 328 individuals m⁻² was found in Haplic xerosol (16 individuals m⁻²). These data coincide with the highest values of organic carbon (18.6, 10.1, and 7.8%) and total nitrogen (0.9, 0.6, and 0.5%) at a depth of 0-10, 10-20, and 20-30 cm, respectively, with particulate soil organic matter 0 > 250 µm. Also, physical and chemical conditions of Pelic vertisol were the optimum for the development of *P. taste*.

Index words: Andosol, Haplic xerosol, Pelic vertisol, particulate soil organic matter, organic carbon.

INTRODUCCIÓN

En México existen alrededor de 129 especies de lombrices de tierra descritas taxonómicamente. Los estados de Veracruz, Chiapas y Tamaulipas presentan el mayor número de especies, mientras que Coahuila, Aguascalientes y Zacatecas no cuentan con registros (Fragoso, 2001). La diversidad de las lombrices de tierra depende de tipo de suelo, vegetación, propiedades físico-químicas del suelo, contenido de materia orgánica, clima y manejo del suelo (Barea y Olivares, 1998). Las lombrices de tierra son factores de transformación e incorporación de materia orgánica dentro del suelo, también participan en la formación de agregados y en el movimiento de partículas, lo cual influye en la macroporosidad, aeración, infiltración, retención del suelo y fertilidad del mismo

(Langmaack *et al.*, 2002). El sistema de labranza convencional conlleva a la compactación del suelo, pérdida de nutrimentos y del propio suelo. Con este tipo de producción, el uso de grandes cantidades de fertilizantes y plaguicidas propicia la destrucción de hábitats naturales, eliminando la estructura biológica del sistema y, en consecuencia, el control natural de patógenos del suelo (Figueroa-Sandoval y Morales-Flores, 1992). Las prácticas agrícolas de labranza convencional traen consigo la desaparición de muchas especies, entre éstas las lombrices de tierra (Düring *et al.*, 2002). Por otro lado, la labranza de conservación, enfocada a promover el uso de la capa de residuos vegetales de la cosecha anterior que quedan en la superficie del suelo, previene la evaporación del agua así como la erosión del mismo. Con este sistema de labranza se acumula la materia orgánica en la superficie del suelo que puede ser mineralizado, con lo que se incrementa la fertilidad del suelo (Doran y Parkin, 1994). Por otra parte, Edwards (1992) encontró que 4% del agua de lluvia fluye por los orificios realizados por las lombrices de tierra evitando encharcamiento sobre la superficie del terreno. Aslam *et al.* (1999) estudiaron el impacto de los sistemas de labranza en las lombrices de tierra en un Luvisol gleyico, observaron que las prácticas agrícolas redujeron hasta en 74% la población de lombrices de tierra, igualmente observaron que la biomasa microbiana, el nitrógeno y el fósforo declinaron en 45, 53 y 51%, respectivamente, durante un año a una profundidad de 0 a 5 cm. En México, la investigación agropecuaria se ha centrado básicamente en la búsqueda de técnicas que permitan satisfacer las demandas de la producción agrícola. Sin embargo, no se ha puesto suficiente atención en el impacto negativo que pudieran ejercer las prácticas agrícolas en la conservación de componentes de la fauna, en especial las lombrices de tierra, que juegan un papel referente dentro de los agroecosistemas. El objetivo del presente estudio fue determinar la relación entre la diversidad de lombrices de tierra y la fertilidad del suelo con labranza de conservación y convencional en dos campos experimentales, y en uno demostrativo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en Santa Isabel de Ajuno, Michoacán, y Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, ambos sitios del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

(INIFAP); así como en el campo demostrativo de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) en Villadiego, Guanajuato. El campo experimental en Santa Isabel de Ajuno, Michoacán está localizado entre 101° 25' y 101° 52' O, y 19° 27' y 19° 44' N a una altitud de 2132 m, la precipitación media anual varía de 1000 a 1300 mm, distribuida principalmente en los meses de junio a octubre. El tipo de clima corresponde a templado lluvioso con temperatura media anual de 18 °C (García, 1988). El suelo predominante es de tipo Andosol (FAO, 1975). El campo experimental en Pabellón de Arteaga, Aguascalientes se encuentra ubicado entre 101°20' y 102° 23' O y entre 20° 10' y 22° 18' N; su altitud promedio es de 2052 m (INIA, 1991). El clima predominante es de tipo estepario o semidesértico (BS); la temperatura media anual es de 18 °C. La precipitación media anual del estado es de 544 mm (García, 1988). Los suelos son de tipo Xerosol háplico (FAO, 1975). Por último, el campo demostrativo en Villadiego, Guanajuato, geográficamente se ubica entre 20° 24' N y 101° 07' 26" O. El clima de la región, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1988), corresponde a semicálido subhúmedo. La precipitación media anual es de 700 mm y el valor promedio anual de la temperatura es de 19 °C. El suelo del sitio de investigación se clasifica como Vertisol pélico con textura fina (FAO, 1975).

El método que se utilizó para el muestreo y la extracción de las lombrices de tierra fue el de Anderson e Ingram (1989). Éste consistió en establecer un transecto al azar cada 5 m para la excavación de un monolito de 25 x 25 x 30 cm (lado x lado x profundidad), con tres repeticiones, debido a la superficie de la parcela correspondiente a labranza de conservación y convencional para los tres campos experimentales, y el muestreo se realizó en las épocas de primavera e invierno del 2002; estos monolitos se dividieron en tres capas de 0 a 10, 10 a 20 y 20 a 30 cm de profundidad. Cada capa se revisó manualmente realizando la colecta de las lombrices de tierra en frascos que contenían formol a 4% y, además, se realizó el muestreo del suelo de cada capa subdividida del monolito tomando 2 kg aproximadamente para las determinaciones físicas y químicas.

La descripción e identificación taxonómica de las especies de lombrices se realizaron de acuerdo con las claves de Reynolds (1977), Sims y Gerard (1985), y Frago y Reynolds (1997). Estas claves consideran

color, tamaño, número de segmentos, distribución setal, ubicación del clitelo, prostomio, peristomio y poros dorsales sexuales. Con el apoyo de un microscopio estereoscópico, cajas Petri y alfileres entomológicos, se procedió a la identificación de las estructuras morfológicas del cuerpo de los especímenes.

Las muestras compuestas de las capas 0 a 10, 10 a 20, y 20 a 30 cm de profundidad de los monolitos del Andosol, Xerosol háplico y Vertisol pélico de cada parcela con labranza de conservación y convencional durante las épocas de primavera e invierno se secaron previamente y se tamizaron en Malla 10. Se les realizaron las siguientes determinaciones fisico-químicas: el porcentaje del contenido de humedad por gravimetría; la densidad aparente por el método de parafina (Karlen *et al.*, 1996); el pH en una solución 1:2 por el método del potenciómetro; la conductividad eléctrica (1:5) se midió con un puente de Wheatstone; el fósforo (P) se determinó con el método Olsen; el fraccionamiento de la materia orgánica del suelo (FMOS) por el método de hexametafosfato de sodio por dispersión de arcilla se realizó al pesar 70 g suelo y agitar por 2 h, la solución se fraccionó de 0 a 2 μm , 2 a 20 μm , 20 a 50 μm , 50 a 250 μm y > 250 μm y, posteriormente, las fracciones se secaron a 70 °C por 24 h (Feller, 1979; Cambardella y Elliot, 1992). El carbono orgánico se cuantificó por combustión vía húmeda con 0.25 g de suelo por el método propuesto por Walkley y Black; y el nitrógeno total se determinó por el método semi-kjeldahl.

El diseño experimental con que se trabajó fue un arreglo factorial de 2 x 3 x 2 en bloques completamente al azar. El primer factor correspondió al manejo del suelo con un esquema de labranza de conservación (nivel a) y de convencional (nivel b). El segundo factor correspondió a la profundidad de muestreo del monolito: 0 a 10 cm (nivel a); 10 a 20 cm (nivel b) y 20 a 30 cm (nivel c), con tres repeticiones en cada sistema de labranza sobre los cuales se realizaron los muestreos de las lombrices de tierra y del suelo; y el último factor de estudio es durante dos épocas del año primavera (nivel a) e invierno (nivel b). Se realizaron ANOVAS, comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) y pruebas de correlación mediante el paquete SAS, Versión 6.2 (SAS Institute, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación Taxonómica

En el Cuadro 1, se observan las tres especies de lombrices de tierra identificadas en labranza de conservación y convencional de 0 a 30 cm de profundidad durante la época de primavera e invierno, las cuales se clasificaron taxonómicamente: **Phylum** Annelida, **Subphylum** Euclitellata, **Clase** Oligochaeta, **Orden** Opisthopora y **Familias** Megascolecidae, Ocnerodrilidae y Lumbricidae.

Población de Lombrices y Fertilidad del Suelo

En el Cuadro 1, se presentan las poblaciones de *Diplocardia* sp., *Aporrectodea caliginosa* y *Phoenicodrilus taste* y, en el Cuadro 2, las características fisico-químicas del Xerosol háplico con labranza de conservación y convencional durante primavera e invierno del 2002.

Con labranza de conservación las poblaciones de *Diplocardia* sp. fueron más altas en primavera que en invierno. De hecho, el número más alto de lombrices de esta especie (64 individuos m^{-2}) se observó en el estrato superficial de 0 a 10 cm de profundidad, en el que los valores de densidad aparente (1.7 g cm^{-3}) y de conductividad eléctrica (0.28 dS m^{-1}) fueron significativamente más altos que en los estratos de 10 a 20 y de 20 a 30 cm de profundidad. Durante el invierno, se detectaron individuos de la especie *Phoenicodrilus taste* (32 m^{-2}) únicamente en el estrato más profundo.

Con labranza convencional no se detectaron poblaciones de lombrices de tierra de 0 a 10 cm de profundidad; no obstante, la especie *Aporrectodea caliginosa* predominó durante la primavera, mientras que la especie *Diplocardia* sp. lo hizo en invierno.

Hendrix *et al.* (1998) mencionaron que *Diplocardia* sp. se reproduce en todas las estaciones del año, es tolerante a las altas temperaturas y, en especial, en áreas agrícolas. Además, Galeana *et al.* (1999) indicaron que el pH tiene un ligero abatimiento en labranza de conservación de 0 a 5 cm de profundidad, esto se atribuye a la aplicación de fertilizantes nitrogenados sin fósforo y que, además, el pH disminuye a través del tiempo. Edwards (1998) indicó que la gran mayoría de especies de

Cuadro 1. Identificación taxonómica y la población de las lombrices de tierra con labranza de conservación y convencional de Pabellón de Arteaga, Aguascalientes y Villadiego, Guanajuato, durante primavera e invierno.

Localidad	Sistema de labranza	Profundidad cm	Especie	Población individuos m ⁻²	Especie	Población individuos m ⁻²
			Primavera		Invierno	
Aguascalientes	Conservación	0 a 10	<i>Diplocardia</i> sp. (Michaelsen, 1923)	64 a [†]	-	-
		10 a 20	<i>Diplocardia</i> sp. (Michaelsen, 1923)	16 b	<i>Diplocardia</i> sp. (Michaelsen, 1923)	16 a
		20 a 30	<i>Diplocardia</i> sp. (Michaelsen, 1923)	16 b	<i>Phoenicodrilus</i> <i>taste</i> (Eisen, 1895)	32 b
	Convencional	0 a 10	-	-	-	-
		10 a 20	<i>Aporrectodea</i> <i>caliginosa</i> (Zicsi y Csuzdi, 1991)	94 a [†]	<i>Diplocardia</i> sp. (Michaelsen, 1923)	75 a [†]
		20 a 30	<i>Aporrectodea</i> <i>caliginosa</i> (Zicsi y Csuzdi, 1991)	40 b	<i>Diplocardia</i> sp. (Michaelsen, 1923)	38 b
Guanajuato	Conservación	0 a 10	<i>Phoenicodrilus</i> <i>taste</i> (Eisen, 1895)	-	<i>Phoenicodrilus</i> <i>taste</i> (Eisen, 1895)	23 a
		10 a 20	<i>Phoenicodrilus</i> <i>taste</i> (Eisen, 1895)	240 a [†]	<i>Phoenicodrilus</i> <i>taste</i> (Eisen, 1895)	60 b [†]
		20 a 30	<i>Phoenicodrilus</i> <i>taste</i> (Eisen, 1895)	328 b [†]	<i>Phoenicodrilus</i> <i>taste</i> (Eisen, 1895)	85 c [†]
	Convencional	0 a 10	<i>Phoenicodrilus</i> <i>taste</i> (Eisen, 1895)	64 a	<i>Phoenicodrilus</i> <i>taste</i> (Eisen, 1895)	72 a [†]
		10 a 20	<i>Phoenicodrilus</i> <i>taste</i> (Eisen, 1895)	192 b [†]	<i>Phoenicodrilus</i> <i>taste</i> (Eisen, 1895)	-
		20 a 30	<i>Phoenicodrilus</i> <i>taste</i> (Eisen, 1895)	80 b	<i>Phoenicodrilus</i> <i>taste</i> (Eisen, 1895)	45 b

[†] Valores en columna con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

las lombrices de tierra se desarrollan óptimamente a pH neutro y Shakir y Dindal (1997) mencionaron que el contenido de humedad del suelo requerida para un adecuado desarrollo de la lombriz de tierra es de 70 y 80%.

No se encontró ninguna especie de lombrices de tierra en el Andosol de Santa Isabel de Ajuno durante las épocas de primavera e invierno del 2002 (Cuadro 3). Esto puede deberse a los valores bajos de fósforo, carbono orgánico y nitrógeno total, los cuales son la fuente de alimento de las lombrices de tierra.

En el Cuadro 1, se presenta *Phoenicodrilus taste* y, en el Cuadro 4, las características físico-químicas del Vertisol pélico con los sistemas de labranza de conservación y convencional durante las épocas de primavera e invierno. Esta especie muestra una alta diferencia significativa en población en primavera como en invierno. Esta especie fue mayor con labranza de conservación durante la época de primavera con 240 y 328 individuos m⁻², presentando el suelo características físico-químicas: pH de 6.2 y 6.0, densidad aparente 1.2 g cm⁻³ y fósforo 15 y

13 mg kg⁻¹ de 10 a 20 y de 20 a 30 cm de profundidad, respectivamente; en cambio, con labranza convencional la población fue menor. Por otra parte, Crovetto (1992) mencionó que, en labranza tradicional, no son tan marcados los cambios de pH, pero sí en labranza de conservación con coberturas que tienden a cambiar y abatir el pH del suelo debido a la acumulación de materia orgánica y actividad microbiana del suelo. Fragoso (2001) indicaron que *Phoenicodrilus taste* es tolerante a pH de 5 a 8. Por otra parte, Kladvko (2001) mencionó que las lombrices de tierra están presentes cuando la densidad aparente tiene valores entre 0.7 y 1.2 g cm⁻³ en labranza de conservación.

Fraccionamiento de la Materia Orgánica del Suelo (FMOS)

El Xerosol háplico del campo experimental Pabellón de Arteaga, Aguascalientes con labranza de conservación presentó durante primavera el mayor contenido en carbono orgánico (8.5%) de 0 a 10 cm

Cuadro 2. Presencia de las lombrices de tierra en dos épocas del año y características físico-químicas del Xerosol háptico de las parcelas del campo experimental Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.

Sistemas de labranza	Profundidad	Especie de lombriz de tierra		Contenido de humedad		pH		CE		Dap		Fósforo	
		Primavera	Invierno	Prim	Inv	Prim	Inv	Prim	Inv	Prim	Inv	Prim	Inv
	cm												
Labranza de conservación	0 a 10	<i>Diplocardia</i> sp.	-	6 a	4 a	6,7 a	6,4 a	0,28 a	0,24 a	1,7 a [†]	1,2 a	3 a	7 a
	10 a 20	<i>Diplocardia</i> sp.		7 a	15 a	6,7 a	7,1 a	0,22 b	0,25 a	1,1 b	1,2 a	3 a	5 b
	20 a 30	<i>Diplocardia</i> sp.	<i>Phoenicodrilus taste</i>	8 a	26 a	6,9 a	7,1 a	0,20 b	0,19 b	1,1 b	1,3 a	3 a	7 c
Labranza convencional	0 a 10	-	-	5 a	8 a	6,6 a	6,9 a	0,25 a	0,30 a	1,1 a	1,0 a	4 a	8 a
	10 a 20	<i>Aporrectodea caliginosa</i>	<i>Diplocardia</i> sp.	8 a	10 a	6,7 a	7,0 a	0,28 a	0,28 a	1,1 a	1,0 a	5 a	6 b
	20 a 30	<i>Aporrectodea caliginosa</i>	<i>Diplocardia</i> sp.	10 a	11 a	6,9 a	7,1 b	0,37 b	0,27 b	1,0 a	1,0 a	5 a	6 b

[†] Valores en columna con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Cuadro 3. Presencia de las lombrices de tierra en dos épocas del año y características físico-químicas del Andosol de parcelas del campo experimental de Santa Isabel de Ajuno, Michoacán.

Sistemas de labranza	Profundidad	Especie de lombriz de tierra		Contenido de humedad		pH		CE		Dap		Fósforo	
		Primavera	Invierno	Prim	Inv	Prim	Inv	Prim	Inv	Prim	Inv	Prim	Inv
	cm												
Labranza de conservación	0 a 10	-	-	45 a	28 a	6,0 a	5,7 a	0,13 a	0,18 a	0,83 a	0,80 a	4 a	8 a [†]
	10 a 20	-	-	48 a	19 a	6,4 a	5,6 a	0,10 a	0,15 b	0,76 b	0,83 a	4 a	7 a
	20 a 30	-	-	50 a	27 a	6,6 a	5,4 b	0,07 b	0,10 c	0,76 b	0,80 a	4 a	4 b
Labranza convencional	0 a 10	-	-	51 a	29 a	6,0 a	5,5 a	0,18 a	0,11 a	0,70 a	0,80 a	4 a	10 a
	10 a 20	-	-	52 a	25 a	6,2 a	5,7 b	0,11 ab	0,08 b	0,76 b	0,80 a	4 a	7 b
	20 a 30	-	-	58 a	29 a	6,5 b	5,7 b	0,08 b	0,08 b	0,76 b	0,83 a	4 a	6 c

[†] Valores en columna con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Cuadro 4. Presencia de las lombrices de tierra en dos épocas del año y características físico-químicas del Vertisol pélico de las parcelas del campo experimental de Villadiego, Guanajuato.

Sistemas de labranza	Profundidad	Especie de lombriz de tierra		Contenido de humedad		pH		CE		Dap		Fósforo	
		Primavera	Invierno	Prim.	Inv.	Prim.	Inv.	Prim.	Inv.	Prim.	Inv.	Prim.	Inv.
	cm			%		dS m ⁻¹		g cm ⁻³		mg kg ⁻¹			
Labranza de conservación	0 a 10	-	<i>Phoenicodrilus taste</i>	28 a	26 a	6,6 a	6,8 a	0,5 a	0,4 a	1,2 a	1,2 a	16 a	19 a
	10 a 20	<i>Phoenicodrilus taste</i>	<i>Phoenicodrilus taste</i>	27 a	36 a	6,2 b	6,3 b	0,5 a	0,4 a	1,2 a	1,2 a	15 a	17 b
	20 a 30	<i>Phoenicodrilus taste</i>	<i>Phoenicodrilus taste</i>	22 a	42 a	6,0 b	6,4 b	0,5 a	0,4 a	1,0 a	1,3 a	13 b	14 c
Labranza convencional	0 a 10	<i>Phoenicodrilus taste</i>	-	29 a	23 a	5,2 a	6,8 a	0,4 a	0,5 a	1,1 a	1,2 a	13 a	15 a
	10 a 20	<i>Phoenicodrilus taste</i>	<i>Phoenicodrilus taste</i>	38 a	21 a	5,5 b	6,8 a	0,4 a	0,5 a	1,2 a	1,3 a	12 a	14 a
	20 a 30	<i>Phoenicodrilus taste</i>	<i>Phoenicodrilus taste</i>	30 a	24 a	6,0 c	6,9 a	0,4 a	0,4 a	1,3 a	1,3 a	6 b	12 b

† Valores en columna con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

de profundidad y nitrógeno total (0.34%) de 10 a 20 cm de profundidad, respectivamente del FMOS de 0 > 250 μm (Figuras 1 y 2) y donde se localizó *Diplocardia* sp. con una mayor población.

En el Vertisol pélico del campo experimental Villadiego, Guanajuato con labranza de conservación durante primavera se observó el mayor contenido en carbono orgánico (18.6%) y nitrógeno total (0.9%) de 0 a 10 cm de profundidad, respectivamente del FMOS

de 0 > 250 μm (Figuras 3 y 4), a la profundidad de 10 a 20 cm se encontró la máxima población de *P. taste*. Además, Jaiyeoba (2003) mencionó que la población de lombrices de tierra incrementa el contenido de carbono orgánico del suelo a través de la transformación de los residuos orgánicos. Además, indicó que las lombrices de tierra estarán presentes donde el suelo tenga un alto contenido de residuos orgánicos.

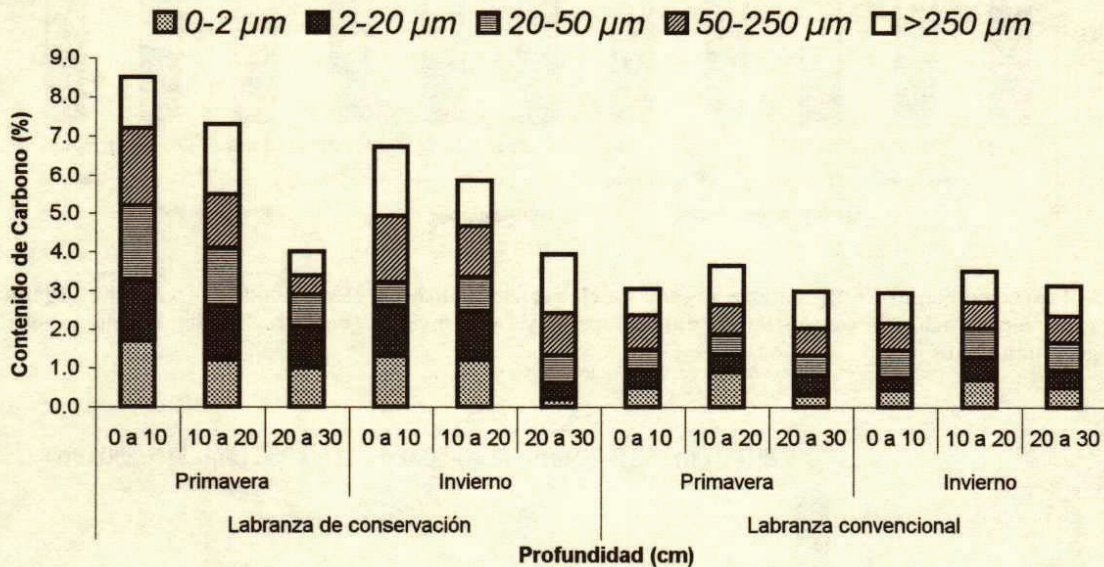


Figura 1. Fraccionamiento de la materia orgánica del Xerosol háplico en el contenido del carbono orgánico con labranza de conservación y convencional durante primavera e invierno en parcelas del campo experimental Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.

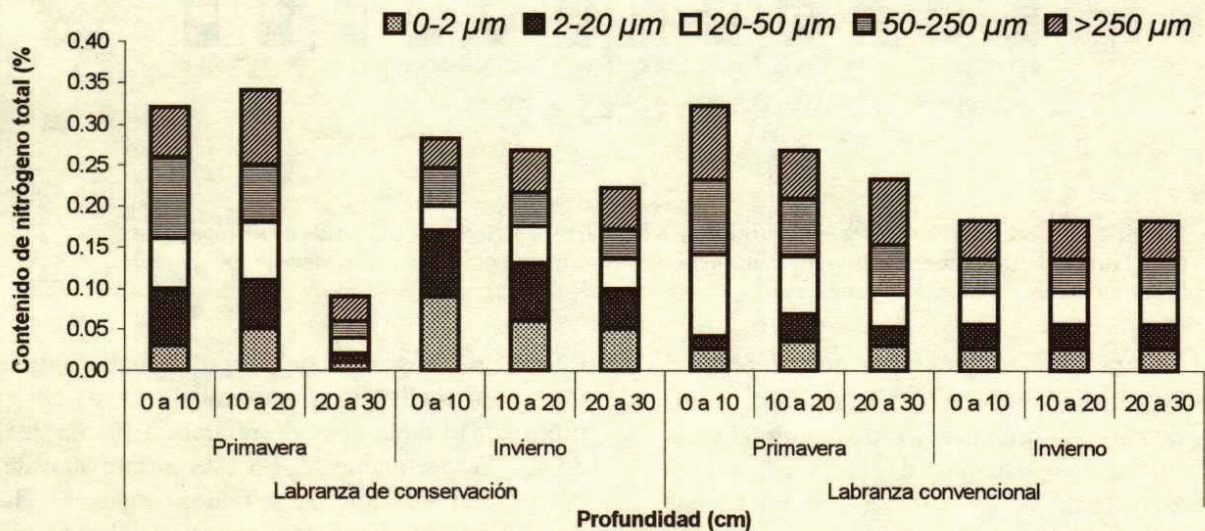


Figura 2. Fraccionamiento de la materia orgánica del Xerosol háplico en el contenido de nitrógeno total con labranza de conservación y convencional durante primavera e invierno en parcelas del campo experimental Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.

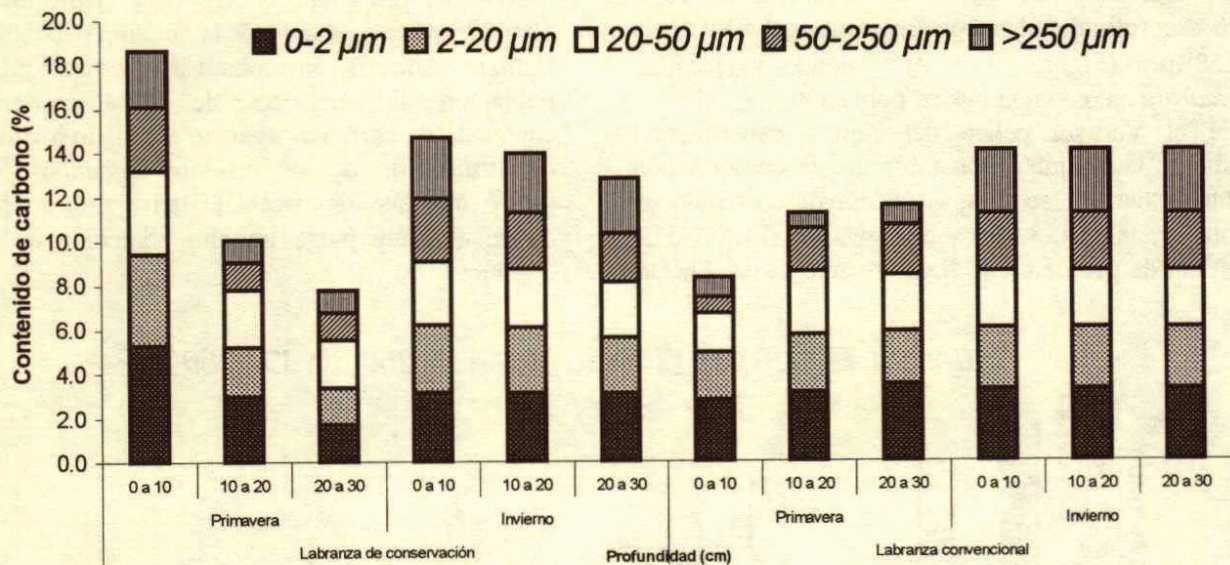


Figura 3. Fraccionamiento de la materia orgánica del Vertisol pélico en el contenido del carbono orgánico con labranza de conservación y convencional, durante primavera e invierno en parcelas del campo experimental Villadiego, Guanajuato.

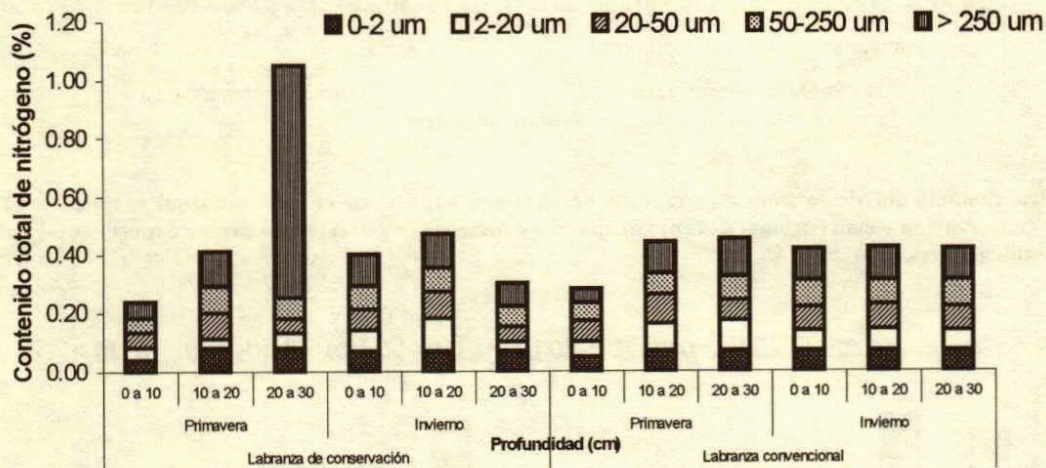


Figura 4. Fraccionamiento de la materia orgánica del Vertisol pélico en el contenido de nitrógeno total con labranza de conservación y convencional, durante primavera e invierno en parcelas experimentales Villadiego, Guanajuato.

En las Figuras 5 y 6 se observa que, durante el invierno, los FMOS de $0 > 250 \mu\text{m}$ para los contenidos de carbono orgánico y nitrógeno total en el Andosol, con ambos sistemas de labranza, fueron menores con respecto a los obtenidos de un bosque cercano no perturbado, que se tomó como área de

referencia. Los contenidos de carbono orgánico y nitrógeno total en el estrato de 0 a 10 cm de profundidad de la zona de referencia fueron de 18.2 y 3.63%, respectivamente. En este estrato se observó la mayor acumulación de residuos orgánicos, lo cual favoreció la presencia de la especie *Dichogaster sp.*

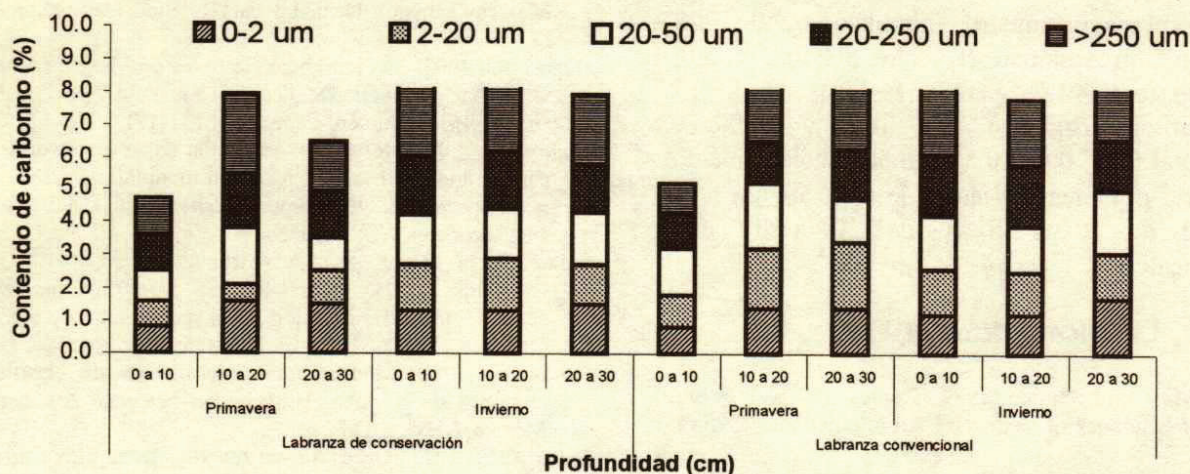


Figura 5. Fraccionamiento de la materia orgánica del Andosol en el contenido de carbono orgánico con labranza de conservación y convencional durante primavera e invierno en parcelas del campo experimental Santa Isabel de Ajuno, Michoacán.

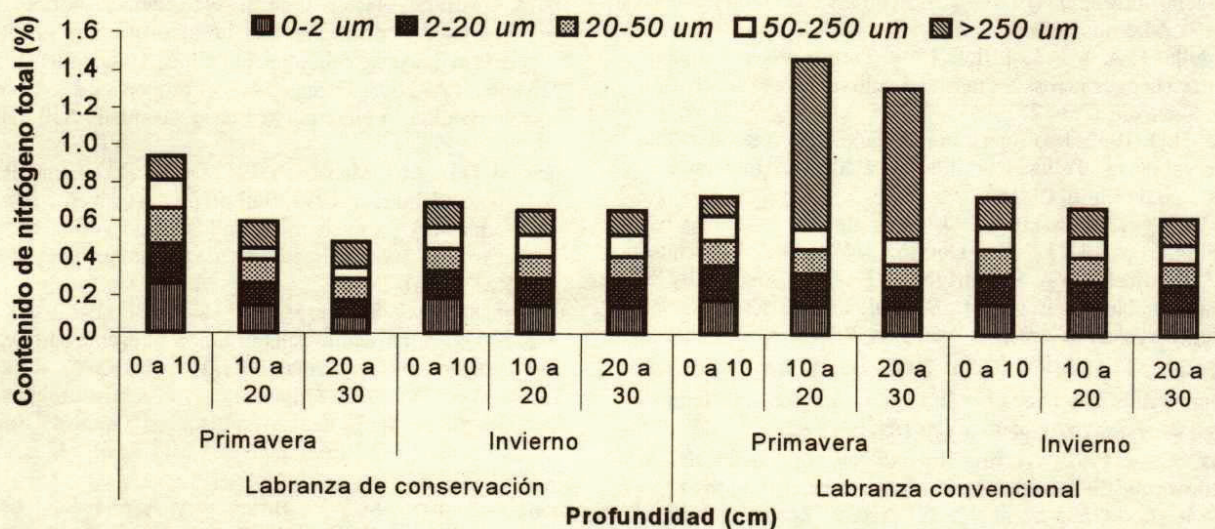


Figura 6. Fraccionamiento de la materia orgánica del Andosol en el contenido de nitrógeno total con labranza de conservación y convencional durante primavera e invierno en parcelas del campo experimental Santa Isabel de Ajuno, Michoacán.

CONCLUSIONES

- Se identificaron tres especies de lombrices de tierra: tres con labranza de conservación y convencional durante las dos épocas de primavera e invierno en el Xerosol háplico: *Diplocardia* sp., *Aporrectodea caliginosa* y *Phoenicodrilus taste*; en el Vertisol pélico: *Phoenicodrilus taste*. No se encontró ninguna especie de lombriz de tierra en el campo experimental de Santa Isabel de Ajuno, Michoacán; esto puede deberse a los valores bajos de fósforo, carbono orgánico y nitrógeno total, los cuales son la fuente de

alimento de las lombrices de tierra en los dos sistemas de labranza.

- El laboreo agrícola tiende a disminuir la población de lombrices de tierra en el sistema convencional con el paso del tiempo, mientras que, en el sistema de conservación, la población tiende a mantenerse o a incrementarse por las condiciones físico-químicas del suelo, por la calidad de residuos orgánicos que dejan en la superficie, y por el contenido de carbono orgánico y nitrógeno total.

- Con labranza de conservación durante primavera en el Vertisol pélico del campo experimental de

Villadiego Guanajuato, *Phoenicodrilus taste* fue la que presentó el mayor número de población 240 y 328 individuos m⁻², presentando el suelo: pH, 6.2 y 6.0; densidad aparente, 1.2 g cm⁻³; fósforo, 15 y 13 mg kg⁻¹; carbono orgánico (C), 10.1 y 7.8%; y nitrógeno total (Nt), 0.6 y 0.5% en el fraccionamiento de la materia orgánica del suelo de 0 > 250 µm a la profundidad de 10 a 20 y de 20 a 30 cm, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- Anderson, J.M. y J.S.I. Ingram. 1989. Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. CAB-International. Oxford, UK.
- Aslam, T., M.A. Choudhary y S. Saggat. 1999. Tillage impacts on soil microbial biomass, C, N, and P, earthworms and agronomy after two years of cropping following permanent pasture in New Zealand. *Soil Tillage Res.* 51: 103-111.
- Barea, J.M. y J. Olivares. 1998. Manejo de las propiedades biológicas del suelo. pp. 173-193. *In: Jiménez-Díaz, R. y R. Lamo de Espinosa (eds.). Agricultura sostenible.* Mundi Prensa. Madrid, España.
- Cambardella, C.A. y E.T. Elliot. 1992. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 777-783.
- Crovetto, H.D. 1992. Rastrojo sobre el suelo. Una introducción a cero labranza. Talleres Gráfico de Editorial Universitaria. Santiago de Chile, Chile.
- Doran, J.W. y T.B. Parkin. 1994. Defining and assessing soil quality. pp. 3-21. *In: Doran, J.W., D.C. Coleman, D.F. Bezdicek y B.A. Stewart (eds.). Defining soil quality for a sustainable environment.* Special Publication 35. Soil Science Society of America. Madison, WI.
- Düring, R.-A., T. Hoß y S. Gäch. 2002. Depth distribution and accumulation behavior of pollutants in long-term differently tilled soils. *Soil Tillage Res.* 66: 183-195.
- Edwards, C.A. 1992. Testing the effects of chemicals on earthworms: the advantages and limitations of field tests. pp. 75-84. *In: Greig-Smith, P.W. (ed.). Ecotoxicology of Earthworms.* Intercept Ltd. Hants, UK.
- Edwards, C.A. 1998. Biology of earthworms. Chapman and Hall. Boca Raton, FL.
- Eisen, G. 1895. Pacific coast oligochaeta I. *Mem. Calif. Acad. Sci.* 2(4): 63-122.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1975. World Soil Resources Report 45. Rome, Italy.
- Feller, C. 1979. Une méthode de fractionnement granulométrique de la matière organique des sols: application aux sols tropicaux à texture grossière, très pauvres en humus. *Cahiers ORSTOM, Série Pédologie* 17: 339-346.
- Figueroa-Sandoval, B. y J.F. Morales-Flores. 1992. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Colegio de Postgraduados. México, D.F.
- Fragoso, C. 1997. Annelida (Oligochaeta). pp. 395-399. *In: González-Soriano, E., R. Dirzo y R. Vogt (eds.). Historia Natural de los Tuxtla.* Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para la Biodiversidad. México, D.F.
- Fragoso, C. 2001. Las lombrices de tierra de México (Annelida, Oligochaeta): diversidad, ecología y manejo. *Acta Zool. Mex. (nueva serie).* Número Especial 1: 131-171.
- Fragoso, C. y J.W. Reynolds. 1997. On some earthworms from central and southeastern Mexican mountains, including two new species of the genus *Dichogaster* (Dichogastrini). *Megadrilogica* 7(2): 9-19.
- Galeana-de la Cruz, M., A. Trinidad-Santos, N.E. García-Calderón y D. Flores-Román. 1999. Labranza de conservación y fertilización en el rendimiento de maíz y su efecto en el suelo. *Terra* 17: 325-335.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Gates, G.E. 1973. On more earthworms from Mexican caves. *Ass. Mex. Cave Stud. Bull.* 5: 21-24.
- Hendrix, P.F., D.A. Crossley, J.M. Blair y D.C. Coleman. 1998. Soil biota as components of sustainable agroecosystems. pp. 637-654. *In: Edwards, C.A., R. Lai, P. Madden, R.H. Miller y G. House (eds.). Sustainable agricultural systems.* Soil and Water Conservation Society. Ankeny, IA.
- INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas). 1991. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el estado de Aguascalientes. Pabellón, Aguascalientes, México.
- Jaiyeoba, I.A. 2003. Changes in soil properties due to continuous cultivation in Nigerian semiarid savannah. *Soil Tillage Res.* 70: 91-98.
- Karlen, D.L., M.J. Mausbach, J.W. Doran, R.G. Cline, R.F. Harris y G.E. Schuman. 1997. Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61: 4-10.
- Kladivko, J.E. 2001. Tillage systems and soil ecology. *Soil Tillage Res.* 61: 61-76.
- Langmaack, M., S. Schrader, U. Rapp-Bernhardt y K. Kotzke. 2002. Soil structure rehabilitation of arable soil degraded by compaction. *Geoderma* 105(1-2): 141-152.
- Michaelsen, W. 1923. Oligochäten von den wärmeren Gebieten Amerikas und des Atlantischen Ozeans. Sowie ihre faunistischen Beziehungen. *Mitt. Zool. Mus. Hamburg* 41: 71-83.
- Ordaz-Chaparro, M.V., I. Barois y A. Aguilar-Santelises. 1996. Fauna del suelo de la Sabana de Huimanguillo alterada por cambios en el uso de la tierra. *Terra* 14: 387-393.
- Reynolds, J.W. 1977. The earthworms (Lumbricidae and Sparganophilidae) of Ontario. Life Sciences Miscellaneous Publications. Royal Ontario Museum. Toronto, ON, Canada.
- SAS Institute, Inc. 1998. Statistical Analysis System para computadora. Release 6. Cary, NC.
- Shakir, S.H. y D.L. Dindal. 1997. Density and biomass of earthworms in forest and herbaceous microecosystems in central New York: North America. *Soil Biol. Biochem.* 29: 275-285.
- Sims, R.W. y B.M. Gerard. 1985. Earthworms. Keys and notes to the identification and study of the species. Synopsis of the British fauna (New Series) 31. Brill/Backhuys. London, UK.
- Zicsi, A. y C. Csuzdi. 1991. Der erste Wiederfund von Zapotecia amecamecae Eisen, 1900 aus Mexiko. (Oligochaeta: Acanthodrilidae). *Misc. Zool. Hung.* 6: 31-34.