

Diversidad de nematodos edáficos en huertas de durazno del oriente del Estado de Michoacán

González Cortés Juan Carlos¹, Cepeda Villegas Mario Alberto² y Carreón Abud Yazmín³

¹Laboratorio de Edafología, Facultad de Biología UMSNH.

²Instituto de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Uruapan, Mich.

³Laboratorio de Microbiología y Genética, Facultad de Biología UMSNH.

Resumen

En México el estudio de los nematodos del suelo, se ha enfocado a géneros que causan daños en cultivos de importancia económica, siendo nulos o desconocidos en el estado de Michoacán. El cultivo de durazno es importante en la entidad, siendo el segundo productor a nivel nacional, motivo por el cual estudiar la nematofauna asociada este cultivo es de interés, tanto agrícola como ecológico. El estudio se realizó en la región de Ucareo, estableciéndose tres zonas de muestreo con un total de 15 sitios. La extracción se realizó por el método del embudo Baermann. La riqueza se determinó utilizando ejemplares montados en lactofenol claro. La abundancia por género se realizó por conteo directo. Se obtuvo el índice de diversidad de Shannon-Wiener por zona y se realizó una comparación estadística. Se obtuvieron un total de 21 géneros de nematodos, de los cuales 13 se consideraron fitoparásitos, 7 de vida libre y un depredador. Lo anterior sugiere atención al potencial de fitoparásitos para el cultivo. En cuanto a la abundancia, los de vida libre conformaron el 68.22% de la población, fitoparásitos el 24.82% y depredadores el 6.96%. Lo anterior sugiere que las poblaciones de fitoparásitos están controladas, en forma natural. Los índices de diversidad de Shannon-Wiener, fueron similares para las tres zonas con valores de 2.27, 2.29 y 2.20. La comparación estadística ($p < 0.05$) no mostró diferencias significativas entre las tres zonas, sugiriendo que las condiciones ambientales y de manejo del cultivo son favorables o no afectan a estos organismos.

Palabras clave: *Nematodos, Durazno, Diversidad.*

Abstract

In Mexico, the study of soil nematodes has been focused on genera that cause damage to economically important crops, rather few or unknown in the Michoacán state. The peach crop is important in the entity, being the second largest producer nationally, which is why studying the nematodes associated with this crop is of interest, both agricultural and ecological. The study was conducted in the region of Ucareo, establishing three sampling zones with a total of 15 sites. The extraction was performed by the Baermann funnel method. Richness was determined using specimens mounted in lactophenol clear. The abundance by genera was performed by direct counting. We obtained the diversity of Shannon-Wiener index by area and a statistical comparison was made. There were obtained a total of 21 genera of nematodes, of which 13 were considered parasitic, 7 free life and one predator. This suggests attention to the potential for parasitic nematodes. In terms of abundance, free-living formed the 68.22% of the population, parasitic 24.82% and predators 6.96%. This suggests that populations of parasitic nematodes are controlled naturally. The Shannon-Wiener diversity index was similar for the three zones with values of 2.27, 2.29 and 2.20. The statistical comparison ($p < 0.05$) showed no significant differences between the three areas, suggesting that environmental conditions and crop management are favorable or not affect these organisms.

Key Words: *Nematodes, Peach, Diversity.*

Introducción

Desde la aparición del hombre los árboles frutales han sido fuente importante de alimento, aún después de que se hizo sedentario. Así, implementó la domesticación de especies que le redituaron beneficio, tanto alimenticio como económico (Agrios 1985).

El durazno se considera una de las especies vegetales de mayor importancia, tanto por su distribución mundial como por su aportación a la dieta diaria y por consecuencia en la economía de los lugares que los producen. Sin embargo, el crecimiento y rendimiento de esta especie no son óptimos debido a la acción nociva de factores abióticos y bióticos. Entre los factores abióticos se encuentran elementos ambientales como temperatura, precipitación, heladas, granizadas y propiedades físicas y químicas del suelo. Por otro lado se encuentran plagas y enfermedades causadas por hongos bacterias, virus y nematodos

(Islas, 1984, Cepeda *et al.*, 1986). Después de los artrópodos y moluscos, los nematodos poseen el mayor número de especies descritas, de las cuales el 50% son parásitos de plantas y animales (Marban, 1985). Los nematodos constituyen uno de los grupos más importantes de los organismos que habitan el suelo, alrededor de las raíces de las plantas y los cuales frecuentemente juegan un papel vital en su crecimiento y producción. En sistemas edáficos, en términos de biomasa, los nematodos constituyen el grupo más dominante entre los invertebrados. En el caso de los fitoparásitos, por lo general se les encuentra en poblaciones elevadas en los estratos superficiales del suelo (Marban, 1985; Coleman *et al.*, 2004).

Existen más de 100 géneros de nematodos que se asocian con enfermedades de las plantas y es probable que cualquier cultivo sea hospedante de una o más especies de nematodos parásitos.

✉ Autor de correspondencia: M.C. Juan Carlos González Cortés. e.mail: jcgonzalezcortes@yahoo.com.mx.

Se estima que existen aproximadamente un millón de especies de nematodos; de éstas, la mayoría (500 mil especies) son nematodos edáficos, de los que se conoce menos del 3% (14 786 especies: 4 105 nematodos fitoparásitos y 10 684 de vida libre (Esquivel, 2003).

Se considera que cada planta en su hábitat tiene un complemento de nematodos parásitos y que las plantas perennes proporcionan un abastecimiento constante de alimentos, por tanto son muy vulnerables a los daños que ocasionan (anónimo, 1984). Al presentarse condiciones favorables para su desarrollo y reproducción, los nematodos llegan a alcanzar altas poblaciones y como consecuencia limitan el desarrollo y producción de frutos, lo cual repercute en un bajo rendimiento (Duran, 1976).

A pesar de que existen estudios referentes al control químico de nematodos fitoparásitos, control biológico (Christie, 1991), biología y ecología (Coleman *et al.*, 2004), el conocimiento básico sobre los nematodos asociados a la rizosfera de los cultivos y su diversidad, en especial en las especies de frutales, han avanzado poco en los últimos años. El durazno es una especie de gran importancia para la industria de conservas y cuya superficie se continua incrementando gradualmente con superficies mayores a 5000 ha en el estado de Michoacán (Mendoza y Larios, 1988), logrando en 2004 ser el segundo productor a nivel nacional con el 20% de la producción, que ascendió a un total de 201,957 toneladas.

En el estado de Michoacán los estudios referentes al estudio de los nematodos asociados a los cultivos son prácticamente nulos, ya que se da un mayor énfasis al estudio de hongos y bacterias que causan enfermedades así como a plagas cuyos daños son más evidentes en las hojas tallos y frutos, de este cultivo perenne.

Considerando la importancia económica del cultivo del durazno y al daño potencial que representan algunos géneros de nematodos fitoparásitos presentes en el suelo, el objetivo del presente trabajo, fue determinar la diversidad de nematodos edáficos, presentes en la rizosfera del cultivo de durazno (*Prunus pérsica* (L) Batsch en la región frutícola de Ucareo, Michoacán.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio se encuentra en el cuadrante formado por las coordenadas 19° 50' 41" y 19° 55' 36" de latitud norte y 100° 35' 06" y 100° 43' 23" de longitud oeste (INEGI, 1998) **figura 1**. La altitud promedio de la zona es de 2500 msnm. Los suelos dominantes son el Luvisol férrico y crómico (Lf+Lc) y Andosol húmico (Hh) (DETENAL, 1979). Los primeros son suelos arcillosos en su profundidad, pero si están bien conservados en su horizonte superficial, son ricos en materia orgánica. Los segundos, caracterizados por la presencia de minerales amorfos como el alofano y con gran capacidad de retención de humedad, pero alta capacidad de retención de fósforo. El clima es Cwbig: templado con lluvias en verano, temperatura media anual de 14 a 16 °C, temperatura media del mes más caliente no mayor a 22 °C y oscilación térmica entre 5 y 7 °C. Periodo de lluvias de junio a septiembre con una media anual de 800 mm. El tipo de vegetación dominante corresponde al bosque mixto (Torres *et al.*, 1983)

Muestreo de campo

Se muestrearon 15 huertas de durazno distribuidas en la región de Ucareo, y comprendió tres zonas: La zona sureste que corresponde a la localidad de Huajúbaro, donde se encuentran los sitios de muestreo 1, 4,, 5, 6 y 7; la zona Sur de Ucareo que corresponde a las localidades de La Venta, Santa Ana y Los Madroños en donde se tienen los sitios (2, 3, 8, 10, 11 y 12); y la zona Norte de Ucareo que corresponde a las localidades de La Palma y Jacuarillo, sitios 13, 14 y 15 (**Figura 1**). Se cubrió una superficie de muestreo de 350 ha aproximadamente. El muestreo en cada huerta se realizó en rectángulo abierto, obteniendo 20 submuestras a profundidades de 0 a 20 y de 20 a 40 cm, en el área de goteo del árbol en base a lo recomendado por Cepeda (1995). Se mezclaron perfectamente las submuestras de cada estrato por separado, y se obtuvo una muestra representativa de 2

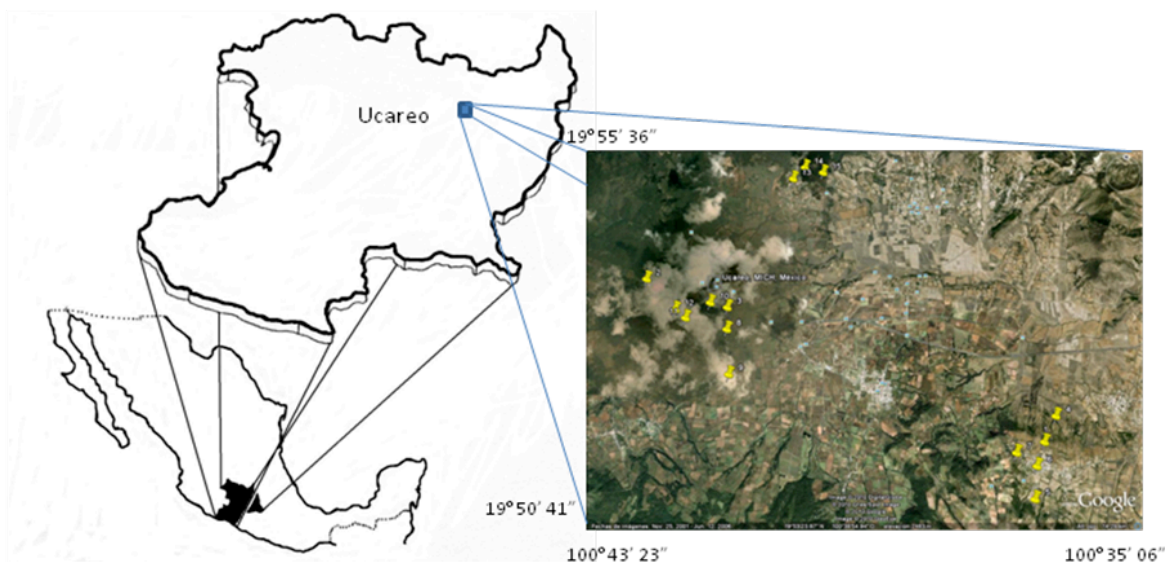


Figura 1. Localización del área de estudio y sitios de muestreo.

kg por estrato. Los muestreos se realizaron en el periodo de junio a septiembre, con cuatro salidas por mes.

Aislamiento y montaje de nematodos

Para el aislamiento, se utilizó el método del embudo de Baerman y el montaje de nematodos en base a Thorne (1961) y Cepeda (1995). La determinación morfológica de los géneros se llevó a cabo, utilizando las claves de Thorne (1961); Mai y Lyon (1975) y Zuckerman *et al.*, (1985).

Las medidas y relaciones usadas para caracterizar a los diferentes géneros fueron:

L =longitud total del Nematodo en milímetros, a =[longitud total/ diámetro mayor del cuerpo], b = longitud total/ distancia desde la región labial hasta la terminación del esófago, c =[longitud total/ longitud de la cola], V =posición del ovario[(distancia región labial-vulva*100)/longitud total].__

El procedimiento para las mediciones morfométricas fue el de Hernández (1984). En general las mediciones se realizaron en 10 y 50 ejemplares, excepto en aquellos géneros que no se presentaron dentro de este rango y en machos que fueron raros.

El conteo de nematodos por género, se hizo de forma directa, esto debido a que algunos géneros no se diferencian adecuadamente en aumentos bajos (40 y 100), y pueden ser confundidos. Laminillas semipermanentes con 5 o 10 ejemplares se analizaron a 400 aumentos.

En primera instancia se determinó la riqueza y abundancia de los géneros aislados, para posteriormente llevar a cabo el cálculo de índice de diversidad de Shanon Wiener.

El cálculo y comparación de los índices de diversidad de la nematofauna, se realizó mediante el programa Bio-Dap (1998), creado especialmente para este tipo de análisis. Considerando que las tres zonas consideradas tenían diferente número de sitios, se seleccionaron al azar tres sitios por zona para llevar a cabo el análisis y comparación de los mismos.

Resultados y discusión

Comparación de la morfometría básica

Una comparación de las dimensiones y relaciones obtenidas, con las reportadas por Thorne (1961) se presenta en el cuadro 1. Los resultados muestran ligeras variaciones en la longitud total reportada, pero en general, las relaciones se mantuvieron dentro del patrón reportado. En los géneros de nematodos fitoparásitos, la longitud del estilete, la relación “s” y la longitud de la espícula fueron elementos que complementaron y apoyaron la determinación de los géneros.

Riqueza

El número de géneros por sitio varió de 9 a 16 con un promedio de 12.8 (cuadro 2). Asimismo, se observó que los géneros con mayor distribución en las 15 huertas fueron *Dorylaimus*, *Tylenchus* y *Aphelenchus*, *pratylenchus*, mismos que son considerados como fitoparásitos, con presencia en 15, 14, 13 y 10 huertas respectivamente. Los géneros de vida libre con mayor distribución fueron: *Eucepablobus* y *Acrobeloides* en 15, *Mesorhabditis* en 12, *Pelodera* y *Acrobeles* en 10, y la del depredador *Mononchus* fue también significativa al encontrarse en 12 de las 15 huertas

Cuadro No. 1. Comparación morfométrica de los géneros fitoparásitos.

GÉNERO	L	A	b	c	$\times V^x$
<i>Tylenchus</i>	♀: 0.500	35.0	5.3	3.5	59.0*
	♀: 0.634	35.8	7.0	3.2	59.9**
<i>Ditylenchus</i>	♀: 0.6-0.8	34-42	5.2-7.3	9.6-12	75-82
	♂: 0.6-0.7	33.43	5.7	9-11	
	♀: 0.566	32.5	5.9	9.3	77.3
	♂: 0.559	36.9	6.5	9.6	
<i>Pratylenchus</i>	♀: 0.31-0.55	18-26	4-6.3	16-22	80-88
	♂: 0.340	22.0	4.8	20.0	
	♀: 0.470	21.7	4.8	19.0	80.7
	♂: 0.448	21.6	4.9	18.1	
<i>Hoplolaimus</i>	♀: 1.0-1.6	25-35	5.7-9.7	49-164	55-59
	♀: 0.869	22.3	5.6	66.8	55.8
<i>Rotylenchus</i>	♀: 1.400	31.0	7.1	80-120	54.0
	♀: 0.898	20.3	7.2	86.4	58.2
<i>Helicotylenchus</i>	♀: 0.6-0.7	23-25	4.7-5.9	53-70	62.0
	♂: 0.5	28	4.2	25	
	♀: 0.553	22.3	5.6	25.7	60.1
	♂: 0.517	24.1	5.2	28.4	
<i>Paratylenchus</i>	♀: 0.24-0.31	16-24	3.4-4.1	12-18	80-84
	♀: 0.297	19.7	3.6	14.3	80.6
<i>Heterodera</i>	♀: 0.4-0.5				
	♂: 0.372				
<i>Aphelenchus</i>	♀: 0.85	28	8.3	28	70-78
	♂: 0.76	28	5.6	25-31	
	♀: 0.555	24.2	4.9	25.4	77.1
	♂: 0.554	28.4	5.8	22.4	
<i>Aphelenchoides</i>	♀: 0.450	26.0	7.8	13.8	68.0
	♀: 0.393	25.7	4.6	14.5	74.4
	♂: 0.398	27.3	5.1	15.5	
<i>Dorylaimus</i>	♀: 2.0-3.0	30.0	4.7	50.0	46.0
	♂: 3.3	30.0	4.5	67.0	
	♀: 1.560 a	22.3	3.6	53.4	57.0
	♂: 1.202 a	28.3	3.8	47.8	
	♀: 1.4-2.0 b	40.0	4.3	12.5-25	55.0
	♀: 0.961 b	28.9	4.2	7.6	48.8
<i>Xiphinema</i>	♀: 1.5-2.0	35-50	6-7	50-60	55.0
	♀: 1.821	49.0	6.3	64.5	55.7
<i>Trichodorus</i>	♀: 0.46-0.7	15-20	4.6-6	110-140	53.0
	♀: 0.577	15.2	5.2	222	50.7

L= longitud total del nematodo en milímetros.

a= longitud total/diámetro mayor del cuerpo.

b= long. Total/ distancia desde la región labial hasta la terminación del esófago.

c= longitud total/longitud de la cola.

V= posición de la vulva expresada en porcentaje (%).

$\times$ = longitud de los ovarios respecto de la longitud total, expresada en porcentaje como un exponente de “V”, esto es $\times V^x$; ovario anterior y posterior respectivamente.

*= medidas y relaciones reportadas por Thorne (1961), sombreados en gris.

**= medidas y relaciones registradas, se resaltan en negritas.

muestreadas.

Es importante resaltar que al margen de la importancia relativa para cada género, los primeros 13 de los 21 géneros encontrados son fitoparásitos, lo cual significa que el riesgo potencial de daño por nematodos para el cultivo del durazno sería del 62%.

Abundancia de los géneros.

El número total de individuos fue de 2,256 encontrándose 1440 en el estrato de 0-20 cm y 816 en el de 21-40 cm (Cuadro 3). Lo anterior obedece a que en los horizontes superficiales normalmente existe la disponibilidad de alimento, tanto para los fitoparásitos a través de los exudados radicales, como para los de vida libre, que se alimentan de materia orgánica en descomposición de protozoarios, hongos y/o bacterias. Aun cuando la humedad es un factor decisivo en la distribución de los organismos edáficos, el presente trabajo se realizó en la época de lluvias por lo cual se considera que es una variable que no afectó de manera importante.

Dentro de los géneros fitoparásitos *Dorylaimus*, *Aphelenchus* y *Tylenchus* se presentaron en un mayor número, seguidos por *Ditylenchus* y *Helicotylenchus* (Cuadro 3).

Entre los géneros de vida libre *Pelodera*, *Mesorhabditis*, *Eucephalobus* y *Acrobeloides* fueron los más numerosos, los tres

últimos también con mayor frecuencia en las huertas (Cuadro 3).

El nematodo depredador *Mononchus* se encontró en número similar al de los fitoparásitos con más individuos (Cuadro 3), lo cual indica que el suelo de las huertas es un sistema adecuado para el desarrollo de nematodos y otros organismos que son fuente de alimento para este depredador.

Abundancia por tipo de vida y por estrato

Los nematodos fitoparásitos (374 del estrato de 0-20, y 186 del estrato de 20-40) representaron el 24.82 % del total de los individuos, los de la vida libre (959 y 580 del estrato superficial y profundo respectivamente) conformaron el 68.22% y el depredador con 107 y 50 respectivamente, representa un 6.95% del total de individuos. (Cuadro 4).

Los sitios de muestreo en donde las poblaciones de nematodos fueron más altas son el 2, 3, 8, 9, 11, 13, 14 y 15 (Cuadro 4) con al menos 160 individuos en el total de los dos estratos.

Análisis de la diversidad

La presencia de los generos y abundancia de los mismos, en tres sitios por zona, se muestran el cuadro 5. Los sitios por zona fueron seleccionados al azar para calcular el índice de diversidad de Sahannon-Wiener.

GÉNERO	SITIOS DE MUESTREO															f	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
<i>Tylenchus</i>	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗	⊗	14	93.33
<i>Ditylenchus</i>	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗					⊗				⊗	8	53.44
<i>Pratylenchus</i>				⊗	⊗	⊗		⊗	⊗		⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	10	66.66
<i>Hoplolaimus</i>								⊗								1	6.66
<i>Rotylenchus</i>			⊗	⊗	⊗				⊗							4	26.66
<i>Helicotylenchus</i>			⊗		⊗	⊗	⊗						⊗	⊗	⊗	7	46.66
<i>Paratylenchus</i>	⊗	⊗	⊗										⊗			4	22.66
<i>Heterodea</i>	⊗		⊗		⊗			⊗	⊗		⊗		⊗			7	46.66
<i>Aphelenchus</i>	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗			⊗	13	86.66
<i>Aphelenchoides</i>	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗			⊗	⊗			⊗	⊗			9	60.0
<i>Dorilaimus</i>	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	15	100.0
<i>Xiphinema</i>						⊗		⊗		⊗			⊗		⊗	5	33.33
<i>Trichodorus</i>						⊗	⊗				⊗		⊗	⊗		5	33.33
<i>Rhabditis</i>	⊗	⊗				⊗	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗	⊗			9	60.0
<i>Pelodera</i>	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗						⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	10	66.66
<i>Mesorhabditis</i>	⊗	⊗				⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	12	80.0
<i>Eucephalobus</i>	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	15	100.0
<i>Acrobeloides</i>	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	15	100.0
<i>Acrobeles</i>	⊗	⊗	⊗			⊗	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗		⊗		10	66.66
<i>Batylaimus</i>								⊗		⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	7	46.66
<i>Mononchus</i>	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗			⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	12	80.0
Num géneros/sitio	14	13	14	10	13	14	10	14	13	9	15	12	16	12	13		

Cuadro No. 2. Géneros encontrados en las 15 huertas muestreadas.

f= frecuencia del género en las 15 huertas.
%= frecuencia del género expresado en porcentaje.
⊗= presencia del género en el sitio muestreado.

Cuadro 3. Abundancia de los géneros por estrato de suelo.

Género	No. de individuos por estrato		Total
	10	10 - 20	
Tylenchus*	43	20	63
Ditylenchus	33	17	50
Pratylenchus	21	6	27
Hoplolaimus	1	0	1
Rotylenchus	4	4	8
Helicotylenchus	20	21	41
Paratylenchus	5	3	8
Heterodea	11	5	16
Aphelenchus	80	48	128
Aphelenchoides	23	11	34
Dorilaimus	124	43	167
Xiphinema	4	3	7
Trichodorus	5	5	10
Rhabditis**	24	9	33
Pelodera	284	116	400
Mesorhabditis	169	40	209
Eucepahlobus	222	145	367
Acrobeloides	237	248	485
Acrobeles	12	10	22
Batylaimus	11	12	23
Mononchus***	107	50	157
Total por estrato	1440	816	2256

* Fitoparásito, **Vida libre, ***Depredador

Cuadro 5. Abundancia absoluta por género, en los sitios seleccionados.

Genero	Zona								
	Huajúmbaro			Sur de Ucareo			Norte de Ucareo		
	1	6	7	3	8	11	13	14	15
Tylenchus	2	5	4	8	4	5	4	4	4
Ditylenchus	5	6		8		6			6
Pratylenchus		2			3	3	3	3	2
Hoplolaimus					1				
Rotylenchus				2					
Helicotylenchus		5	6	6			6	6	6
Paratylenchus	1			3			2		
Heterodea	2			2	3	2	3		
Aphelenchus	5	9	10	12	10	10			10
Aphelenchoides	2			7	4		4		
Dorilaimus	5	11	11	15	12	11	11	11	16
Xiphinema		1			2		1		1
Trichodorus		2	2			2	2	2	
Rhabditis	4	4	4		3	4	3		
Pelodera	35			107		30	55	40	35
Mesorhabditis	18	17	18		18	17	27	17	22
Eucepahlobus	22	30	24	24	45	24	44	25	29
Acrobeloides	33	34	32	34	51	47	38	42	37
Acrobeles	2	2	1	2	3	2		2	
Batylaimus					3	4	3	4	3
Mononchus	14	11		13		18	13	13	17

Cuadro 4. Número de nematodos por tipo de vida y por estrato en 15 huertas de durazno de la región de Ucareo.

Localidades o sitios muestreados	Estrato de 0-20cm				Estrato de 20-40cm			
	FP	VL	D	T	FP	VL	D	T
1. Huajúmbaro (A)	40	28	5	73	23	41	13	77
2. Los Madroños	27	67	6	100	13	66	4	83
3. La Venta	42	95	3	140	28	71	4	103
4. Huajúmbaro (B)	17	30	0	47	6	24	0	30
5. Huajúmbaro (C)	21	45	1	67	6	23	1	30
6. Huajúmbaro (D)	27	37	18	82	22	33	2	57
7. Huajúmbaro (E)	26	61	0	87	5	20	0	25
8. Santa Ana	29	112	0	141	1	20	0	21
9. El potrero	33	87	1	121	9	36	1	46
10. Ucareo (A)	14	16	9	39	11	23	5	39
11. Ucareo (B)	39	77	3	119	24	37	5	66
12. Ucareo (C)	12	31	13	56	7	21	3	31
13. La Palma (A)	28	117	13	158	13	45	3	61
14. La Palma (B)	9	81	19	109	5	51	4	60
15. Jacuarillo	10	75	16	101	3	69	5	87
Total por tipo de vida por estrato	374	959	107	1440	186	580	50	816

FP: fitoparásitos.
 VL: Vida Libre.
 D: Depredador.
 T: Total de Nematodos por estrato por localidad.

Zonas	H (nits)	E	Var	gl	t calc	NS* Sig. (*)
Huajúbaro	2.27	0.79	.00202	931.3	0.193	no
Ucareo-Sur	2.29	0.75	.00180			signif.
Huajúbaro	2.27	0.79	.00202	894.7	1.216	no
Ucareo-Nte	2.20	0.75	.00159			Signif.
Ucareo-Sur	2.29	0.75	.00180	1163.1	1.460	no
Ucareo-Nte	2.20	0.75	.00159			Signif.

Cuadro 6. Índices de diversidad y comparación de los mismos entre las zonas muestreadas.

H= Índice de diversidad de Sannon
E= equidad
gl= grados de libertad
t= estadístico de prueba
NS= nivel de significancia
*p < 0.05

Los resultados que se muestran en el Cuadro 6, indican que la diversidad de la nematofauna entre las tres zonas muestreadas fue muy similar, con valores que oscilaron entre 2.20 a 2.29. Al realizarse la comparación estadísticas de los índices, se encontró que las diferencias no son significativas ($p < 0.05$), lo cual sugiere que puede ser atribuido a la homogeneidad de las condiciones fisiográficas, climáticas y edáficas, a la profundidad muestreada. En particular, los suelos al momento del muestreo presentaban buena granulación y por tanto macroporosidad, buen drenajes y adecuada aireación, lo cual permite a estos organismos desplazarse en la matriz del suelo tanto para buscar las raíces para el caso de los fitoparásitos, así como para buscar alimento vivo o muerto en el caso de los de vida libre y depredadores.

Conclusiones

La riqueza y abundancia de las especies de nematodos fue comparable a la de ecosistemas naturales. Gobbi (1996) reporta 20 géneros en un bosque natural. Lo anterior sugiere la existencia de condiciones ambientales y ecológicas equilibradas en la región de muestreo. Asimismo, la distribución de las poblaciones de nematodos fitoparásitos, presentes en mayor número en el estrato de 0-20 cm, coincide con los reportado por Gobbi (1996) para un ecosistema natural. El tipo de cultivo si fue un factor importante, reportándose que en cultivos anuales la riqueza y tamaño de las poblaciones son menores. Desagarenes (2009) reportó sólo siete géneros, para el cultivo de papa. Se puede considerar que la riqueza reportada en el presente trabajo es buena, comparada con la de los trabajos antes citados, variando de 9 a 14 géneros por sitio, una riqueza total de 21 géneros, así como una abundancia adecuada de 2, 256 individuos, en los 15 sitios muestreados.

De acuerdo a los índices de diversidad de Shannon–Wiener encontrados, se concluye que las condiciones climáticas fueron determinantes para encontrar similitud entre las tres zonas, posiblemente debido a que el muestreo se realizó en época e lluvias, siendo la humedad un factor limitante para estos organismos, y concuerda con lo descrito por Yeates (1999). Por otra parte, a pesar de estar los sitios en dos tipos de suelo Luvisoles (sitios 2, 3, 4, 10, 11, 12, 13, 14) y Andosoles (sitios 1, 5, 6, 7, 8, 9) ambos son de textura media, sugiriendo que la porosidad dada por la composición textural es determinante, coincidiendo con lo descrito por Coleman *et al.* (2004). Es importante ampliar el estudio de estos organismos en otros agroecosistemas, así como en sistemas naturales, para entender su dinámica y papel en el ecosistema edáfico. Asimismo, pueden ser utilizados como

indicadores de la calidad biológica del suelo, de acuerdo a lo propuesto por Yeates (2003).

Referencias

- Agrios, N.G. 1985. *Fitopatología*. Edit. Limusa. México. 756 pp.
- Cepeda S. M. 1995. *Prácticas de Nematología Agrícola*. Editorial Trillas. México. 109 pp.
- Cepeda, S.M., F.D. Hernández C. y R.J. Arguidegui P. 1986. *Nematodos asociados al manzano Pyrus Malus L. en el municipio de Arteaga Coahuila*. *Agraria revista Científica UAAAN*. Saltillo, México. 2(2): 222-231
- Christie J.R. 1991. *Nematodos de los vegetales su ecología y control*. Editorial Limusa, México. 275 pp.
- Coleman, D.C., D.A. Crossley Jr. y P.F. Hendrix. 2004. *Fundamentals of Soil Ecology*. 2ª. Ed. Elsevier Inc. U.S.A. 386 pp.
- Desgarenes D., P. Sánchez-Nava, R. Peña-Santiago y G. Carrión. 2009. *Nematofauna asociada a la rizosfera de papas (Solanum tuberosum) cultivadas en la zona productora del Cofre de Perote*, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 611- 614
- DETENAL, 1979. Carta Edafológica E14A14 y E14A15, Zinapécuaro e Hidalgo. Escala 1:50,000.
- Esquivel, A. 2003. Nematode fauna of Costa Rican protected areas. *Nematropica* 33:131-145.
- Gobbi, M.E. y N. Brugnì. 1996. *Fluctuación estacional de grupos tróficos de nematodos en un bosque central de Austrocedrus chilensis en Argentina*. *BOSQUE* 17(1): 21-27, 1996
- Hernández, S.M. 1984. *Manuel de laboratorio*, citología y citogenética. UAAAN. Saltillo, México. 87 pp.
- INEGI, 1998. Cartas topográficas E14A14 y E14A15, Zinapécuaro e Hidalgo. Escala 1:50,000.
- Islas, de B.M.L. 1984. *Fitopatología*. Edit. Futura, México. 377 pp.
- Mai, W.F. and H.H. Lyon. 1975. *Pictorial key to genera of plant-parasitic nematodes*. 4a ed. Cornell University press. Ithaca and London. 220 pp.
- Marban, M.N. 1985. *Nematicidas uso y manejo*. Asociación Mexicana de la Industria de Plaguicidas y Fertilizantes A.C. México. 374 pp.
- Mendoza, L.M.R. y A. Larios G. 1988. *Evaluación de variedades de diferentes especies frutícolas en la zona templada húmeda de Michoacán*. 1ª Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. CIEAP. INIFAP. SARH. Michoacán. 128 pp.
- Torres, P.I., M.H. Montoya y J.C. Avila. 1983. *Aportaciones al marco de referencia de frutales caducifolios en la región de Ucareo*, Mich. INIA-CIAB-CAESIT-CAAMO.SARH, México. 49 pp.
- Thorne, G. 1961. *Principles of nematology*. McGraw-Hill Co. New York. 552 pp.

- Yeates GW, Bongers T.** 1999. *Nematode diversity in agroecosystems*. http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T3Y-3X6JG7B-8&_user=10&_coverDate=06%2F30%2F1999&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1496488131&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=556654d3e41ba3df2f57559e10cbef00&searchtype=a (Accesada en octubre de 2010).
- Yeates GW.** 2003. Nematodes as soil indicators: functional and biodiversity aspects. *Biology and Fertility of Soils*, 37(4): 199-210.
- Zuckerman BM, Mai WF, Harrison MB.** 1985. *Fitonematología*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 248 pp.