



NEMATOFAUNA ASOCIADA AL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica*) ORGÁNICO Y CONVENCIONAL EN ASERRÍ, COSTA RICA

Wálter Peraza Padilla

Artículo recibido el 27 de Agosto de 2010, aprobado para publicación el 22 de Noviembre de 2010.

Resumen

Se comparó la nematofauna asociada al cultivo de café en dos sistemas de producción bajo manejo orgánico y convencional en las localidades de Jocotal y Los Mangos, Vuelta de Jorco, Aserrí, Costa Rica. Para cada sistema, se tomaron tres muestras representadas por cinco puntos de muestreo a una profundidad de 15 cm. Cada muestra fue homogenizada hasta obtener tres submuestras de 100 g de suelo y 10 g de peso fresco de raíz. Los nematodos fueron extraídos mediante el método de centrifugación – flotación. Se utilizaron dos lavados de 30 segundos de suspensión, un juego de tamices superpuesto de 100 y 400 mallas y una solución extractora de sacarosa de 1,18 de gravedad específica. Los nematodos se contaron e identificaron en un microscopio invertido a 200X. Se obtuvo un total de 2008 nematodos fitoparásitos con 7 géneros diferentes y un total de 864 nematodos de vida libre. La abundancia de nematodos fue mayor en el sistema orgánico que en el convencional. En cuanto a grupos tróficos, en el sistema orgánico se encontró un 82,6% de nematodos fitoparásitos y un 17,4% de nematodos de vida libre. En el sistema convencional 49,8 % de nematodos fitoparásitos y 50,2 % de nematodos de vida libre. De acuerdo con índice de Shannon y Wiener en la finca orgánica hay más biodiversidad de nematodos (1,58) que en la finca convencional (1,34). El índice de Simpson fue de 0,75 para la finca orgánica y 0,67 para la finca convencional. Es evidente una mayor dominancia de especies en la finca orgánica quizás debido a prácticas de manejo y a la no utilización de productos químicos que afectan directamente la fauna edáfica.

Palabras claves: Diversidad, abundancia, agroecosistema, ecología, *Meloidogyne*.

NEMATODES ASSOCIATED TO ORGANIC AND CONVENTIONAL COFFEE (*Coffea arabica*) CROPS IN ASERRÍ, COSTA RICA

Abstract

The nematodes associated with coffee cultivation in two production systems under organic and conventional management in the localities of Jocotal and Los Mangos, Aserrí, respectively, were compared. For each system, three samples represented by five sampling points at a depth of 15 cm, were taken. Each sample was homogenized in order to get three subsamples of 100 g of soil and 10 g of fresh root weight. Nematodes were extracted using the centrifugation-flotation method using two 30 second suspension washes, a set of sieves superimposed of 100 and 400 meshes and an extractor solution of sucrose with specific gravity of 1.18. Nematodes were counted and identified in an inverted microscope at 200 X. A total of 2008 plant parasitic nematodes with 7 different genera and a total of 864 free-living nematodes were obtained. The abundance of nematodes was higher in the organic system than in conventional system. In terms of trophic groups, in the organic system 82.6% of plant parasitic nematodes and 17.4% of free-living nematodes were found. In the conventional system there were 49.8% of plant parasitic nematodes and 50.2% of free-living nematodes. According to Shannon index on the organic farm there is more biodiversity of nematodes (1.58) than in the conventional farm (1.34). The Simpson index showed 0.75 for the organic farm and 0.67 for the conventional farm. It is evident a greater dominance of species in the organic farm due to crop management practices and non-use of chemicals which directly affect the edaphic fauna.

Key words: Diversity, abundance, agroecosistem, ecology, *Meloidogyne*.

Introducción

Los nematodos son organismos invertebrados evolutivamente exitosos, su abundancia en suelos está asociada con el contenido de humedad y la disponibilidad de fuentes alimenticias. Estos microorganismos intervienen en procesos de descomposición de la materia orgánica, mineralización y ciclaje de nutrientes (Lenz y Eisenbeis, 2000) y sus poblaciones se pueden correlacionar con estados sucesionales de la vegetación, probablemente como respuesta a cambios físicos y químicos ocurridos en el suelo (Matlack, 2001).

Los nematodos del suelo exhiben atributos que pueden ser usados como bioindicadores de abundancia poblacional, diversidad de taxa y trofia por ecosistemas. Su respuesta a un disturbio ambiental es casi inmediata y cuando la mayor parte de la fauna ha desaparecido, pueden permanecer en el suelo debido a variadas adaptaciones a ambientes extremos (Ferris *et al.*, 1999).

Los nematodos son útiles para clasificar disturbios en sistemas alterados ya que un cambio puede afectar la totalidad o una parte del ecosistema. Las comunidades microbiales son altamente diversas por lo que sus índices han sido utilizados para describir el estado y respuesta a alteraciones naturales o humanas (Torsvik *et al.*, 1990; Ward *et al.*, 1992).

Las prácticas de manejo intensivo que incluyen la aplicación de plaguicidas así como los monocultivos afectan a los organismos del suelo porque alteran y destruyen la composición de la comunidad del suelo. Cambios en las propiedades del suelo pueden verse reflejadas en la distribución y la diversidad de la mesofauna del suelo. Organismos adaptados a altos niveles de disturbio físico comienzan a dominar entre las comunidades agrícolas, lo que reduce la riqueza y la diversidad de la fauna del suelo (Paoletti *et al.*, 1993).

La evaluación e interpretación de la abundancia y función de la estructura de la comunidad de nematodos del suelo ofrecen una medida *in situ* de los factores disruptivos de la dinámica del suelo (Bongers y Ferris, 1999). Por otra parte, estas investigaciones permiten conocer y evaluar la patogenicidad así como observar cambios en las poblaciones de nematodos fitoparásitos.

En el cultivo del café se reportan pérdidas por nematodos que provocan una disminución del 10% en México, Centroamérica y El Caribe (Molina, 1996). La baja en la producción se debe principalmente porque al invadir el sistema radical, provocan un debilitamiento que se manifiesta como clorosis y defoliación, lo que afecta sensible la producción. En plantas jóvenes ocurre una alta mortalidad (García, 2004).

El objetivo de este estudio fue comparar la riqueza y abundancia de nematodos presentes en sistemas de café bajo manejo orgánico y convencional en dos localidades del cantón de Aserri, San José, Costa Rica.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en dos sistemas de producción de café bajo sistema orgánico y convencional, ubicado en Jocotal y Los Mangos, distrito Vuelta de Jorco, Cantón de Aserri, San José, Costa Rica. Ambas localidades se caracterizan por presentar un régimen hídrico muy alto, con precipitaciones anuales que van de los 2000 a 2500 mm anuales, donde cerca del 90 % de la precipitación se distribuye entre los meses de abril a octubre. Desde el punto de vista de zonas de vida el sistema orgánico pertenece al Bosque Muy Húmedo Preomontano (bmh-P) y el sistema convencional al Bosque Muy Húmedo Tropical Transicional a Premontano (bmh-T). La temperatura promedio anual de la zona oscila entre 17,5 a 22,5 °C (Holdrige, 1982).

El primer sistema de producción es una finca orgánica ubicada a los 09° 47' 41,2" N, 0,84° 07' 24,6" W con una altitud de 1358 msnm. Es

un área de 8 ha con 25 años de edad y manejo orgánico desde hace 14 años. Tiene una estructura de sombra en el que predominan cítricos, musáceas y jocote (*Spondias purpurea* L.). Presenta un suelo cubierto de hojarasca con presencia de arvenses como Espinillo (*Calyptocarpus wendlandii* Sch. Bip), Campanilla (*Ipomoea trifida* (Kunth) G. Don.), Amaranthus (*Amaranthus spinosus* L.), Pata de gallina (*Eleusine indica* L.), Cinquillo (*Drymaria cordata* L.), Mielcilla (*Galinsoga ciliata* (Raf.) S.F. Blake), Golondrina (*Chamaesyce hirta* L.), Pincel (*Emilia sonchifolia* L.), Moriseco (*Bidens pilosa* L.) y Canutillo (*Commelina diffusa* Burn), cuya regulación se realiza mediante labores culturales como chapia y manejo de sombra manual. Por otra parte, muestra un relieve abrupto y muy quebrado con pendientes del 60 % (de mayor predominancia en toda la finca).

El segundo sistema de producción es una finca convencional, ubicada a los 09° 49' 31,6" N 0,84° 06' 33,3" W y con una altitud 1270 msnm. Son 10 ha de cultivo de 27 años de edad, con manejo de sombra en asocio con musáceas y jocote distribuidos desuniformemente que provee un porcentaje de sombra que oscila entre el 0 al 30%. Algunas de las arvenses identificadas fueron Mielcilla (*Galinsoga ciliata* (Raf.) S.F. Blake.), Moriseco (*Bidens pilosa* L.), Tabaquillo (*Ricardia scabra* L.) Canutillo (*Commelina diffusa* Burn), Pincel (*Emilia sonchifolia* L.) y Golondrina (*Chamaesyce hirta* L.). El manejo de problemas fitosanitarios se realiza mediante aplicaciones de plaguicidas, herbicidas y fertilizantes sintéticos. Presenta un relieve menos abrupto que el sistema de manejo anterior, con pendientes que no sobrepasan el 5%.

Se realizaron tres muestreos entre los meses de julio y agosto del 2006 los cuales coincidieron con la época lluviosa. Se tomaron tres muestras de 1 kg de suelo provenientes de cinco puntos de muestreo para cada sistema de producción según la metodología empleada en el Laboratorio de Nematología de la Universidad

Nacional (UNA). Para el caso de la raíz, se colectó 40 g de peso fresco. Las muestras fueron tomadas a una profundidad de 15 cm con la ayuda de un palín y almacenadas en bolsas plásticas transparentes debidamente etiquetadas. La extracción, conteo e identificación taxonómica de nematodos se llevó a cabo en el Laboratorio de Nematología, Escuela de Ciencias agrarias de la UNA, ubicado en Heredia, Costa Rica.

Cada muestra de suelo fue homogenizada y cuarteada hasta obtener tres submuestras de 100 g. Para el caso de la muestra de raíz, fue lavada cuidadosamente, cuarteada y picada; se tomó una submuestra de 10 g y se licuó a alta velocidad por 30 segundos. Las muestras fueron procesadas por el método de centrifugación – flotación (Jenkins, 1964). Se utilizaron dos lavados, 30 segundos de suspensión, un juego de tamices superpuesto de 100 y 400 mallas y una solución extractora de sacarosa de 1,18 de gravedad específica.

Los nematodos se contaron e identificaron a nivel de género mediante la observación de características morfológicas, el uso de claves taxonómicas del libro Tylenchida (Siddiqi, 1986) y la ayuda de un microscopio invertido OLYMPUS CK30 a 200X. Se determinó la abundancia total de nematodos en cada una de las muestras, mediante el conteo de individuos en 100 g de suelo y 10 g de raíz respectivamente.

El cálculo y comparación de los índices de diversidad o dominancia de Simpson, diversidad de Shannon-Wiener y equitatividad en los dos sistemas de producción de café, se realizó mediante el software Past®, versión 1.10 (Hammer y Harper, 2003).

Resultados y discusión

Identificación taxonómica

El cuadro 1 muestra los géneros y el número de nematodos obtenidos en 100 g de suelo y 10 g de peso fresco de raíz para el cultivo de café en cada uno de los dos sistemas estudiados. Se

extrañaron e identificaron un total de 2008 nematodos fitoparásitos pertenecientes a 7 géneros diferentes. Se contabilizaron un total de 864 nematodos de vida libre de los grupos tróficos: depredadores, omnívoros, micófagos y bacteriófagos. Se observó que los géneros con mayor abundancia fueron *Meloidogyne* sp. (827 individuos), *Helicotylenchus* sp. (601 individuos), *Tylenchus* sp. (153 individuos), *Psilenchus* sp. (144 individuos) y *Aphelenchoides* sp. (129 individuos), respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Nematodos fitoparásitos y de vida libre detectados en 100 g de suelo y 10 g de peso fresco de raíz en cada uno de los sistemas de producción.

Taxa	Finca Orgánica		Finca Convencional	
	(100 g suelo)	(10 g raíz)	(100 g suelo)	(10 g raíz)
<i>Meloidogyne</i> sp.	398	256	53	120
<i>Pratylenchus</i> sp.	-	-	77	8
<i>Aphelenchoides</i> sp.	15	56	18	40
<i>Helicotylenchus</i> sp.	200	209	16	176
<i>Aphelenchus</i> sp.	16	8	21	24
<i>Tylenchus</i> sp.	80	73	-	-
<i>Psilenchus</i> sp.	128	16	-	-
Nematodos de vida libre	157	149	206	352
TOTAL	994	767	391	720

De acuerdo con Araya-Vargas (1990) y Araya (1994), los géneros *Meloidogyne* y *Pratylenchus* han sido encontrados con mayor frecuencia en investigaciones anteriores, siendo *Meloidogyne* el género más predominante encontrado en el cultivo del café ya que fue localizado en un 37,1 y 9,8 % de las muestras tomadas en las fincas orgánica y convencional, respectivamente. Este comportamiento poblacional de nematodos fitoparásitos fue también documentado por Monterroso (1999) y Samayoa (1999).

El hecho de que las densidades de *Pratylenchus* hayan sido menores en la finca convencional y

nulas en la finca orgánica con respecto a las de *Meloidogyne* puede deberse de acuerdo a Rojas (1983); Araya-Vargas (1990) y Araya (1994) al efecto de una alternancia en la predominancia entre los dos géneros. Por lo anterior, una mayor presencia de *Meloidogyne* induce a bajas densidades de *Pratylenchus* ya que permanece por mayor tiempo en el suelo debido a su característica migratoria, mientras que *Meloidogyne* por ser endoparásito sedentario está obligado a permanecer en el suelo por un corto periodo de tiempo, principalmente durante las primeras tres etapas de su ciclo de vida (J_1 - J_3). Además, de acuerdo a los resultados obtenidos por Agrios (1998); Guharay *et al.* (2000) y los determinados en esta investigación, ambos nematodos compiten por sitios de alimentación donde existe predominancia del género *Meloidogyne* el cual fue localizado en mayor cantidad en ambos sistemas producción.

Poblaciones del género *Meloidogyne* observadas tanto en la finca orgánica como en la convencional pueden ser explicadas por una baja regulación de controladores biológicos y a condiciones climáticas idóneas para su reproducción. Por otra parte, altas poblaciones de nematodos fitoparásitos serían perjudiciales desde el punto de vista de la producción, porque implicaría pérdidas en el rendimiento y daño a las plantas.

Araya (1994) menciona que las condiciones climáticas encontradas en el trópico, favorecen la reproducción y diseminación de nematodos que se adaptan al entorno hallado en el cultivo del café. Esta afirmación coincide con los datos obtenidos en ambas fincas ya que se localizaron un total de 1761 nematodos en la finca orgánica y 1111 nematodos en la finca convencional.

Se encontró mayor cantidad de nematodos del género *Helicotylenchus* en el sistema orgánico con respecto al sistema convencional. Esto podría sugerir que algunas prácticas de manejo como aplicación de fertilizantes minerales, insecticidas y herbicidas pueden interferir en su ciclo de vida ya que son sensibles a perturbaciones tal y como lo señalan Bongers y Bongers (1998).

Con respecto a las poblaciones de nematodos de vida libre (VL) los resultados de esta investigación coinciden con los encontrados por Carcache (2000). Se observó una mayor cantidad de estos nematodos en la plantación convencional (206 nematodos/100 g suelo; 352 nematodos/10 g raíz) que en la orgánica (157 nematodos/100 g suelo; 149 nematodos/10 g raíz). Esta condición de mayor abundancia de nematodos de vida libre en la finca convencional pudiera obedecer al hecho de que a pesar de la aplicación de productos químicos que van en detrimento de la nematofauna, condiciones de humedad en suelo, poda de árboles de sombra y la incorporación de hojarasca como fuente de materia orgánica pueden ayudar a mejorar la fertilidad del suelo y la aparición de estos nematodos. Además, estas características mencionadas anteriormente, proporcionan un ambiente favorable para los procesos de descomposición y mineralización de elementos como el carbono y el nitrógeno orgánico de acuerdo a lo descrito por Griffiths (2004).

En general, la abundancia de nematodos fue mayor en el sistema orgánico que en el convencional. En cuanto a grupos tróficos, se encontró un 82,6% de nematodos fitoparásitos

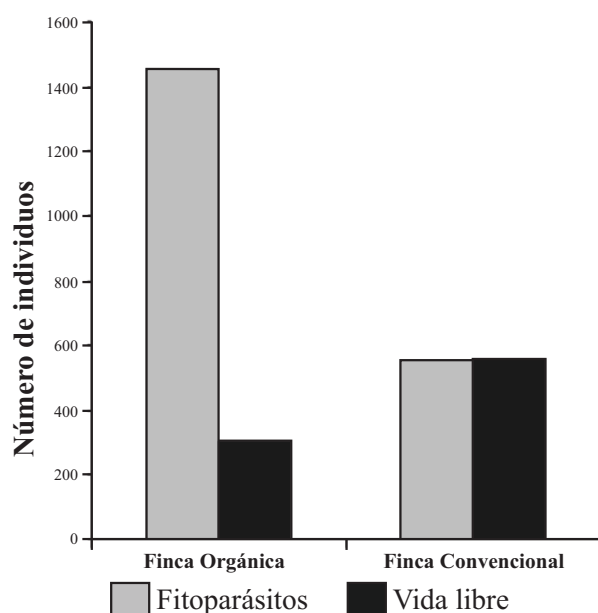


Figura 1. Abundancia de nematodos detectados en 100 g de suelo y 10 g de raíz en cada uno de los sistemas de producción.

y un 17,4% de nematodos de vida libre en el sistema orgánico. Situación contraria se presentó en el sistema convencional, donde se determinó cierta similitud entre los valores ya que los porcentajes para los nematodos fitoparásitos fue de 49,8 %, con respecto a un 50,2 % de nematodos de vida libre (Figura 1).

Caracterización ecológica

El índice de diversidad de Shannon en la finca orgánica fue de 1,58 y en la finca convencional de 1,34. Con respecto al índice Simpson en la finca orgánica fue de 0,75 y en la finca convencional de un 0,67 lo que indica que en el sistema orgánico la comunidad de nematodos es más diversa ya que este valor depende tanto de la riqueza de especies como de la regularidad o equitatividad con que los individuos están distribuidos (Cuadro 1). El índice de equitatividad (o abundancia) fue de 0,81 en la finca orgánica y de 0,75 en la finca convencional (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores de diversidad y equitatividad para cada uno de los sistemas de producción analizados.

Índices	Shannon (H')	Simpson (D)	Equitatividad (E)
Finca orgánica	1,58	0,75	0,81
Finca convencional	1,34	0,67	0,75

De acuerdo a los índices de diversidad de Shannon y dominancia de Simpson las condiciones climáticas fueron determinantes para encontrar semejanzas entre las dos fincas cafetaleras, debido posiblemente a que el muestreo se realizó en época lluviosa con precipitaciones anuales entre los 2000 a 2500 mm anuales siendo la humedad un factor importante para los nematodos de acuerdo a lo descrito por Yeates y Bongers (1999).

Conforme a los resultados obtenidos, el índice de Shannon fue mayor en la finca orgánica con un valor de 1,58 lo que representa una mayor biodiversidad y riqueza de individuos respecto a un 1,34 encontrado en la finca convencional.

Sin embargo, en la mayoría de los agroecosistemas y ecosistemas naturales varía entre 1 y 5, lo que indica que las dos fincas tienen poca diversidad de nematodos. Al existir más géneros en la finca orgánica respecto a la convencional, estos están equitativamente más distribuidos por lo que mayor será la posibilidad de encontrarlos en muestreos posteriores.

El índice de Simpson fue mayor en la finca orgánica con un 0,75 respecto a un 0,67 de la finca convencional. Estos valores indican que el rango cercano a 1 encontrado en la finca orgánica muestra una mayor dominancia de géneros de nematodos con respecto a la finca convencional.

Los resultados generales en esta investigación, son de importancia para la caracterización de la nematofauna presente en diversos sistemas agrícolas. Así como lo menciona Varela (2004) estos estudios, pueden convertirse en una herramienta útil para la evaluación de ecosistemas agrícolas en el trópico ya que queda en evidencia que la perturbación que provoca las prácticas agrícolas está muy relacionada con el desequilibrio en la comunidad de nematodos tanto en abundancia como en la composición taxonómica y trófica.

Por otra parte, estos estudios permitirán avaluar la patogenicidad y actualizar la lista de nematodos fitoparásitos asociados a un determinado cultivo en una zona o región por lo que ayudará a realizar un mejor control así como observar las tendencias de aumento o disminución de las poblaciones presentes en cualquier sistema de producción analizado.

La abundancia observada en el número de individuos del género *Meloidogyne* sp. establece la necesidad de tomar medidas en cuanto a su diseminación. Aunque no exista en el país umbrales de daño económico, si es necesario llevar un seguimiento sobre su comportamiento dada la importancia como problema fitosanitario y porque fue encontrado en los dos sistemas de producción. Además, el problema afecta no solo a Centroamérica sino que se observa a nivel mundial.

Es importante ampliar el estudio de nematodos tanto fitoparásitos como de vida libre en otros agroecosistemas y sistemas naturales ya que podría ayudar a entender la dinámica y papel en el ecosistema edáfico. Así mismo, pueden ser utilizados como indicadores de la calidad biológica según estudios realizados por Yeates (2003).

Agradecimientos

Al Laboratorio de Nematología de la Escuela de Ciencias Agrarias por su colaboración en suministrar el equipo y materiales necesarios para el procesamiento de las muestras; en especial a Alejandro Esquivel. A los productores Minor Corrales y Jesús Fallas por permitir realizar la investigación en las respectivas fincas.

Literatura citada

- Agrios, GN 1998. Fitopatología. Ed. Limusa, S.A de C.V. México, D.F. 838 p.
- Araya, M. 1994. Distribución y niveles poblacionales de *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp. en ocho cantones productores de café en Costa Rica. Agronomía Costarricense 18(2): 183-187.
- Araya-Vargas, M. 1990. Frecuencia y densidades poblacionales de *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp en cafetales del canton de Turrialba, Cartago. Agronomía Costarricense 14(14): 109-114.
- Bongers, T; Bongers, M. 1998. Functional diversity of nematodes. Applied Soil Ecology 10: 239-251.
- Bongers, T; Ferris, H. 1999. Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. Trends in Ecology and Evolution 14: 224-228.
- Carcache, M. 2000. Microorganismos no patogénicos predominantes en la filosfera y rizosfera del café y su relación sobre la incidencia de enfermedades foliares y población de nematodos fitopatógenos en los sistemas convencional y orgánico. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba. Costa Rica.

- Ferris, H; Venette, RC; Van der Meulen, R; Lau, SS. 1999. Nitrogen mineralization by bacterial-feeding nematodes: verification and measurement. *Plant and Soil* 203: 159-171.
- García, M. 2004. Estudio de la distribución horizontal de los nematodos fitoparásitos en áreas cultivadas con café de la cabecera municipal de San Vicente Pacaya, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 77 p.
- Guharay, F; Monterrey, J; Monterroso, D; Staver, C. 2000. Manejo integrado de plagas en el cultivo del café Managua, Nicaragua, CATIE (Manual Técnico N° 44). 272 p.
- Griffiths, BS. 2004. The role of nematodes in the mineralization of nutrients from terrestrial ecosystems. *Soils Plant Dynamics Unit, Scottish Crop Research Institute*.
- Holdridge, L. 1982. Ecología basada en zona de vida. Trad. del inglés por Jiménez, H. Segunda reimpresión. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 216 p.
- Hammer, D; Harper, T. 2003. Paleontological Statistics Software Past™. Consultado 10 mar. 2010. Disponible en <http://folk.uio.no/ohammer/past>.
- Jenkins, WR. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter* 49: 137-153.
- Lenz, R; Eisenbeis, G. 2000. Short term effects on different tillage in a sustainable farming system on nematode community structure. *Biology and Fertility of Soils* 31:237-244.
- Matlack, G. 2001. Factor determining the distribution of soil nematodes in commercial forest landscape. *Forest Ecology and Management* 146:129-143.
- Molina, AR. 1996. Caracterización patogénica y determinación específica de cinco poblaciones de *Meloidogyne* spp. en *Coffea arabica* L. variedad Catuaí. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 51 p.
- Monterroso, D. 1999. Interacción patosistemas-sombra en el sistema café. En: *Semana Científica CATIE* (4, 1999. Turrialba, Costa Rica). *Actas Logros de la Investigación para el nuevo milenio* Turrialba, CR, CATIE. 156-161 p.
- Paoletti, MG; Favretto, MR; Marchirato, A; Bressan, M; Babetto, MM. 1993. Biodiversità in pescheti forlivesi. En: Paoletti, MG. (Ed) *Biodiversità negli agroecosistemi*. Osservatorio Agroambientale, Centrale Ortofrutticola, Forlì, pp. 20-56.
- Rojas, VY. 1983. Reconocimiento de los géneros de nematodos que afectan el cultivo del café (*Coffea arabica*) en el cantón de San Carlos. *Práctica de especialidad en Ingeniería Agronómica San Carlos*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 51 p.
- Samayoa, JO. 1999. Desarrollo de enfermedades del café bajo manejo orgánico y convencional en Paraíso de Cartago. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba. 73 p.
- Siddiqi, M. 1986. *Tylenchida. Parasites of plants and insects*. First edition. 645 p.
- Torsvik, V; Salte, K; Sorheim, R; Goksoyr, J. 1990. Composition of pheotypic diversity and DNA heterogeneity in population of soil bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 56(3): 776-81.
- Varela, I. 2004. Caracterización de la nematofauna en un sistema natural y cuatro sistemas agrícolas con diferente manejo agronómico, en San Ramón de Alajuela, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Heredia, CR, UNA (Universidad Nacional). 76 p.
- Ward, DM; Bateson, MM; Weller, R; Ruff-Roberts, AL. 1992. Ribosomal RNA analysis for microorganisms as they occur in nature. *Advances in Microbial Ecology* 12:219-286.
- Yeates, GW. 2003. Nematodes as soil indicators: functional and biodiversity aspects. *Biology and Fertility of Soils* 37(4):199-210.
- Yeates, GW; Bongers, T. 1999. Nematode diversity in agroecosystems. *Agriculture Ecosystems and Environment* 74:113-135.

Walter Peraza Padilla

Ingeniero Agrónomo, Licenciado en Agroindustria. Investigador del Laboratorio de Nematología, Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Costa Rica. Actualmente desarrolla proyectos de investigación en las líneas de Nematología, Control biológico y Biología molecular.

Autor para correspondencia

E-mail: wperazap@gmail.com