

**Informe final\* del Proyecto FM023**  
**Nemátodos acuáticos de vida libre de la cuenca de la Laguna de Términos, Campeche**

**Responsable:** Dr. Alberto de Jesús Navarrete  
**Institución:** El Colegio de la Frontera Sur  
Unidad Chetumal  
División de Sistemas de Producción  
Departamento de Aprovechamiento y Manejo de Recursos Acuáticos  
**Dirección:** Av. Centenario km 5.5, Chetumal, Qroo, 77900 , México  
**Correo electrónico** [anavarre@ecosur.mx](mailto:anavarre@ecosur.mx)  
**Teléfono, fax** 983 83 504 40 ext. 4400 y 4101, fax 983 83 504 50  
**Fecha de inicio:** Junio 31, 2008  
**Fecha de término:** Enero 21, 2013  
**Principales resultados:** Informe final, base de datos, fotografías  
**Forma de citar\*\* el informe final y otros resultados:** De Jesús-Navarrete, A. 2012. Nematodos acuáticos de la cuenca de la Laguna de Términos. El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal. **Informe Final, SNIB-CONABIO proyecto FM023.** México, D.F.

**Resumen:**

Se estudiarán los nematodos acuáticos de vida libre de la laguna de Términos Campeche, se obtendrá una lista con aproximadamente 125 especies de nematodos que se incluirán en una base de datos geo-referenciada. Las especies identificadas se incluirán en laminillas de vidrio en la Colección de Referencia de Nematodos Acuáticos de ECOSUR-Chetumal. En cada uno de los ocho sitios de muestreo, se obtendrán sedimentos con una draga van Veen, y de ahí se colectarán dos sub-muestras para el análisis de la fauna. Los nematodos se extraerán de los sedimentos por decantación sucesiva, recolectando a los organismos en un tamiz de 50 µm, se separarán manualmente del resto de la meiofauna y se montarán en laminillas de vidrio con glicerina anhidra. La identificación se realizará a especie, siguiendo el criterio sistemático de Lorenzen (1981). Se obtendrán datos sobre el tipo de sedimento, contenido de materia orgánica, y una caracterización básica de los ambientes acuáticos, Las especies identificadas se incluirán en una base de datos (BIOTICA). Las especies que sean nuevas para la ciencia, se describirán posteriormente y se publicaran en revistas internacionales indexadas.

- 
- \* El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
  - \*\* El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

**Nematodos acuáticos de vida libre de la cuenca de la laguna de  
Términos Campeche.  
(FM023)**

**Informe final de actividades**

**Responsable del proyecto:**

Dr. Alberto de Jesús-Navarrete

Investigador Titular B. Departamento de Aprovechamiento y Manejo de  
Recursos Acuáticos.

El Colegio de la Frontera Sur-Unidad Chetumal.

[anavarre@ecosur.mx](mailto:anavarre@ecosur.mx)

**Participantes:**

Biól. José Juan Oliva Rivera

Biól. Aristeo Hernández Sánchez

Abril de 2011

**Resumen:** Se estudiaron los nematodos de vida libre de laguna de Términos, Campeche. Los sedimentos se colectaron en marzo de 2008 en diez sitios de muestreo: Laguna de Corte, tercer Barrizal, entrada a Balchacah, 2 km después de Balchacah, Laguna Balchacah, Mitad de la Laguna, Punta Piedra, Isla Aguada, Cementerio y Rastro, utilizando una draga van Veen, y de ahí se colectaron dos sub-muestras para el análisis de la fauna con un tubo de PVC de 5cm de diámetro, que se introdujo en la draga hasta los 15 cm. La meiofauna se extrajo decantación sucesiva, colectando a los organismos en un tamiz de 45  $\mu\text{m}$ . Los nematodos se separaron manualmente del resto de la meiofauna y se montaron en laminillas de vidrio con glicerina anhidra. Los organismos se identificaron a nivel de especie, siguiendo el criterio sistemático de Lorenzen (1981). La nematofauna quedó representada por tres órdenes, 30 familias, 89 géneros y 129 especies, de las cuales, 36 son especies nuevas para la ciencia. El orden Enoplida, registró nueve Familias, 26 géneros y 33 especies. Las Familias con mayor número de especies fueron: Oncholaimidae (9), Thoracostomopsidae (5) y Oxystominidae (5). El orden Chromadorida, tuvo 13 Familias, 40 géneros y 57 especies. Las Familias Chromadoridae, Desmoscolecidae y Desmodoridae, tuvieron el mayor número de especies con 15, 11 y 7 respectivamente. En el orden Monhysterida, tuvo ocho Familias, 23 géneros y 39 especies. La familia Comesomatidae, mostró el mayor número de especies (9) seguido de la Xyalidae (11) y finalmente la Linhomoeidae con siete. La información de la taxonomía y distribución de las especies se introdujo a una base de datos (BIOTICA 5.0) que contiene un archivo fotográfico de cada especie. La diversidad mantuvo un comportamiento congruente cuando se consideraron cada uno de los índices para evaluarla, la estación "Rastro" tuvo la mayor cantidad de especies con 35, y la mayor diversidad ( $H'$ ) con 4.93 bits/ind, en tanto que la estación más pobre en especies fue "Balchacah" con únicamente 8 especies y la diversidad ( $H'$ ) más baja con 2,76 bits/ind, las curvas k dominancia mostraron que las estaciones "Rastro" y "Cementerio" fueron las más diversas, en tanto que las estaciones "Balchacah" y "entrada Balchacah" fueron las que tuvieron la menor diversidad, lo que coincide con los valores de diversidad de Shannon-Wiener. El análisis de similitud separó a la comunidad en cuatro grupos. El primer grupo constituido por las estaciones Punta Piedra, laguna de Corte y entrada a Isla Aguada y que se unen con un nivel de similaridad de 5%. El segundo grupo con las estaciones, Rastro, Tercer Barrizal y Balchacah, en un nivel de 25% y finalmente el grupo integrado por las estaciones; Cementerio, entrada a Balchacah y fuera de Balchacah, con una similitud de 40% y que se unen con la estación mitad de la laguna con un 5% de similitud. La nematofauna reflejó las características del hábitat, con una mayor diversidad en sitios marinos y menor diversidad en estaciones con influencia de agua dulce, como Balchacah. En su totalidad la cuenca de la Laguna de Términos es un ambiente estuarino con una elevada riqueza de especies de nematodos.

**Palabras clave:** Golfo de México, Laguna de Términos, meiofauna, sedimentos.

## Introducción

Los nematodos de vida libre están considerados entre los organismos más abundantes de la Tierra. Se encuentran desde las montañas hasta las profundidades oceánicas (May, 1988). También son parásitos de las plantas y animales, principalmente de los cultivos humanos. Actualmente se tienen descritos, para los ambientes marinos y dulceacuícolas, unos 750 géneros y 4500 especies de nematodos de vida libre; esto sólo representa un 10% del total estimado de las especies del mundo (Platt y Warwick, 1980, Giere, 1993). Los nematodos viven en los intersticios de las partículas sedimentarias de los fondos acuáticos y por su tamaño (0.004-4 mm) se clasifican como parte del meiobentos (Giere, 1993). Estos organismos son importantes, porque funcionan como enlace entre el micro y la macrofauna béntica y el necton. Contribuyen además, a la remineralización de los nutrientes, pues muchas especies son detritófagas. Se encuentran en densidades de hasta  $1.5 \times 10^6$  ind/m<sup>2</sup>, (Gerlach, 1971) en una muestra de sedimento marino, hay cerca de 90,000 en la raíz de un manzano,  $527 \times 10^3$  por hectárea en un suelo de cultivo. Como grupo, exhiben una alta diversidad, 13 especies en las raíces de una planta, o más de 150 especies diferentes en 20 ml de sedimento marino.

Los nematodos acuáticos de vida libre adultos, son generalmente menores que 2.5 mm en longitud total. Muchos no exceden 0.1 mm en longitud, como *Tricoderma*. Los dorylaimidos, que incluyen a los nematodos terrestres más grandes, algunas veces alcanzan los 6-7 mm de longitud.

Son un grupo exitoso ya que no han tenido grandes cambios estructurales; son organismos que poseen una biología sencilla, lo que les brinda una alta capacidad de adaptación. Por ello, la competencia intraespecífica se reduce al mínimo, aprovechando de una manera óptima los recursos del medio en donde se desarrollan. Esto último es válido para el caso de los nematodos de vida libre, pues esa "partición o especialización" trófica propicia una mayor diversidad de especies.

La mayoría de la información que existe sobre los nematodos bénticos se ha obtenido de estudios realizados en Europa y Estados Unidos; los trabajos realizados en las costas de México sobre este grupo son escasos. En el norte del Golfo de México y las islas del Mar Caribe las investigaciones han sido de

corte taxonómico (Chitwood y Timm, 1954; Hopper, 1961; Hopper *et al.*, 1973; Jensen, 1985; Goubault y Decramer, 1986; Keppner, 1986; Castillo y Lamshead, 1990). En México, los trabajos de Chitwood (1938) en Yucatán y el de Zullini (1973) en Chiapas, son los únicos informes regionales sobre nematodos de cavernas y de agua dulce, respectivamente. Algunos aspectos ecológicos de los nematodos de la Sonda de Campeche fueron estudiados por de Jesús-Navarrete, (1993). Para Quintana Roo, estos organismos se han estudiado en la laguna de Bacalar (Buena Vista); donde se abordaron aspectos de composición, abundancia y distribución (de Jesús-Navarrete, 1993a). Algo similar se realizó en la Bahía de Chetumal (de Jesús-Navarrete y Herrera-Gómez, 2000). Sin embargo no existe información sobre los nematodos de la Laguna de Términos ni zonas adyacentes.

**Objetivo general:** Generar un inventario faunístico de los nematodos acuáticos de vida libre de la cuenca de la laguna de Términos Campeche, que se incluirá en una base de datos con un listado de especies y fotografías incluidas.

**Objetivos particulares:**

- a) Describir las características de cada uno de los ambientes, principalmente el sedimentario y relacionarlo con la abundancia de los organismos.
- b) Ampliar la representatividad de colección de referencia de Nematodos Acuáticos de Vida Libre de ECOSUR, registrada y reconocida ante el Instituto Nacional de Ecología.
- c) Describir las especies nuevas para la ciencia.

**Antecedentes.**

La Laguna de Términos, es un estuario bajo protección legal como Área de Protección de Flora y Fauna, es la laguna más grande de México, sus coordenadas geográficas son: 18°03'27", 19°10'35" de Latitud Norte y 92°28'38" y 91°03'16" de Longitud Oeste. Su superficie total es de 3670 km<sup>2</sup> incluyendo los sistemas fluvio-lagunares (Yáñez-Aranciabia y Day, 1982) y pertenece a la cuenca del mismo nombre. Abarca los municipios del Carmen y parte de los municipios de Palizada, Escárcega y Champotón. Su profundidad

promedio es de 4 m y esta rodeada de aproximadamente 259,000 ha de mangle y popal-tular (Yañez-Arancibia, et al., 1994; INE, 1997). Este sistema estuarino es tal vez el más estudiado en nuestro país (Yañez-Arancibia, et al., 1988).

### **Materiales y Métodos**

La colecta de organismos se realizó en diez sitios de la cuenca de la Laguna de Términos e incluyeron al sistema Pom-Atasta y Balchacah, (Fig.1). La posición geográfica de cada punto se determinó con un geoposicionador (GPS) Garmin. Los muestreos subsecuentes se repitieron en el mismo sitio.

Las muestras se colectaron cuatrimestralmente, e incluyeron las tres temporadas climáticas de la región: Secas (marzo), Lluvias (julio) y Nortes (noviembre). Los sedimentos se colectaron por duplicado, con una draga Van Veen, y de ahí se tomaron dos sub-muestras para el análisis de fauna con un tubo de PVC de 5 cm. de diámetro, que se introdujo en la draga 15 cm. El sedimento recolectado se fijó con formalina al 10% caliente (60° C). El resto del sedimento de la draga, se destinó para el análisis granulométrico y contenido de materia orgánica. Las muestras se colocaron en bolsas de plástico debidamente etiquetadas, y se transportaron al laboratorio para su análisis. En cada sitio se midieron los siguientes parámetros: Temperatura del agua, salinidad y contenido de oxígeno.

En el laboratorio, se separó la meiofauna del sedimento por decantación sucesiva, o por elutriación, según se trate de sedimentos arenosos o limosos, recolectando a los organismos en un tamiz de 50 micras de luz de malla. Los nematodos se separaron manualmente del resto de la meiofauna, y se montaron en laminillas de vidrio con glicerina anhidra (Platt y Warwick, 1983), cada **laminilla** contiene diez organismos de la misma especie y se rotuló con los datos del sitio de muestreo, indicando la fecha, estación de colecta con coordenadas geográficas, y datos de la persona que separó e identificó a los organismos. Los organismos identificados a especie se depositaron en la colección de Referencia de ECOSUR, "Nematodos Acuáticos de Vida Libre".

Con los datos de Abundancia por estación, se procedió al análisis ecológico de los nematodos utilizando el paquete estadístico PRIMER 6.0.

## Resultados

La colecta de muestras consideró un ciclo anual, el cual se ha completado. Las estaciones de muestreo se señalan en la Fig. 1. Con el fin de cumplir con el compromiso de identificar a las especies de la Laguna de Términos, se separaron, montaron y revisaron únicamente el total de las muestras de las diez estaciones del primer muestreo. Los dos muestreos restantes se procesarán posteriormente para estudios de tipo ecológico.



Fig. 1. Ubicación de las estaciones de muestreo en la Laguna de Términos.

### Parámetros ambientales.

La profundidad en el área de trabajo varió de 2 a 6 m. En general podemos decir que la Laguna es un cuerpo de agua somero.

La temperatura del agua varió de 23.6 a 24.8 °C, con el mínimo en la estación Entrada a Balchacah y el máximo (24.9) Frente al Rastro. La salinidad varió considerablemente desde agua casi dulce en las estaciones Laguna de Corte, Barrizal, Tasistal con un mínimo de 3 UPS y un máximo de 13 UPS. Una segunda zona de mayor salinidad agrupa a las estaciones Balchacah y Mitad de la laguna con 21 y 19 UPS respectivamente y el tercer grupo de estaciones agrupa a sitios con salinidades prácticamente marinas como: Punta Piedra, entrada a Isla Aguada, Cementerio y Rastro con salinidades oscilando entre 30 UPS y 35 UPS. Los niveles de oxígeno variaron de 5.3 a 7.23 mg/l y se encuentran del rango normal para la zona de estudio (Fig. 2).

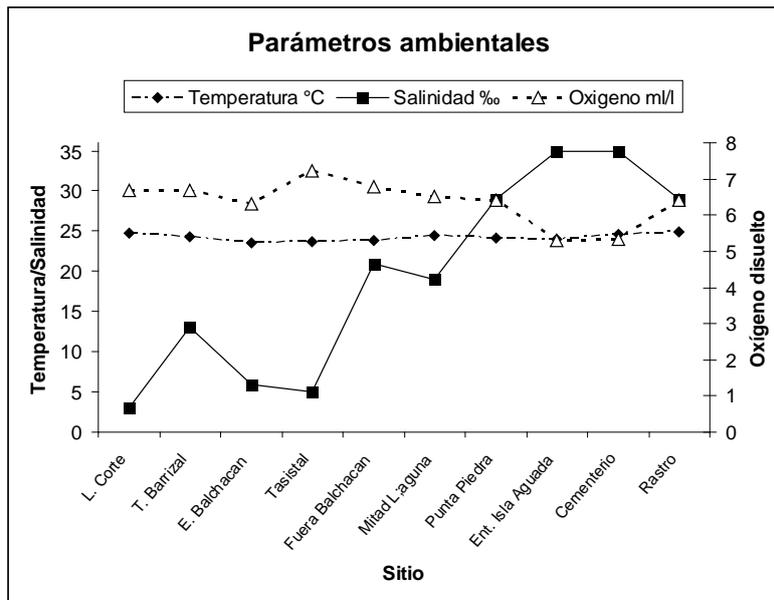


Figura 2. Parámetros ambientales en el área de estudio.

### Inventario de la nematofauna

Se generó un listado de especies de nematodos acuáticos que se incluyeron en una base de datos BIOTICA 5.0 con un contenido como sigue:

La nematofauna quedó incluida en tres órdenes, 30 familias, 89 géneros y 129 especies, de las cuales, 39 son especies nuevas para la ciencia. Se registraron un total de 463 ejemplares en la base de datos, que incluyen a 3460 individuos que se integraron a la Colección de referencia de Nematodos Acuáticos de ECOSUR. Estos organismos representan diferentes estadios de desarrollo: juveniles, y adultos separados en hembras y machos, que son los organismos que se usaron para la identificación.

En el Catálogo de Nematodos de la Laguna de Términos, mismo que se anexa a este informe, se hace la descripción de cada una de las especies de nematodos encontrados en la Laguna de Términos. Cada descripción incluye un esquema que acompaña al organismo, generalmente un macho, que son los que se utilizan para la identificación a nivel de especie. De las especies identificadas, 36 quedaron con el epíteto sp, ya que no coincidieron con las características de las especies descritas en otras partes del Mundo, y por lo tanto se consideran nuevas para la ciencia. En el orden Enoplida se tuvieron 13 especies que se consideran en este estatus, en el orden Chromadorida se tuvieron 14 especies nuevas y para el orden Monhysterida se encontraron

nueve especies, en todos los casos se trabajará en las publicaciones de cada una de ellas y que sean publicadas en revistas especializadas. Para complementar la información biológica se generaron hasta dos fotografías de cada especie, dependiendo del tamaño del organismo. Para organismos mayores a 200 micras, se tomó una fotografía de la parte anterior (cabeza) que muestra las estructuras utilizadas en la identificación, como posición y tipo de setas, forma de la boca, y presencia y tipo del anfidio. La otra fotografía es de la parte posterior e incluye, forma y tipo de cola, posición de las espículas, presencia de setas somáticas, que son también estructuras que ayudan a la identificación. Cuando el organismo era de tamaño pequeño, solo se tomó una sola fotografía. Todas las fotografías se asociaron a la BASE DE DATOS, de tal forma que al revisar una especie incluida en la base, se puede acceder al sitio de colecta, características ambientales del sitio y también a estas fotografías.

#### **Aumento de la colección de referencia**

Los organismos montados en las laminillas para su identificación se depositaron en la Colección de Nematodos de Quintana Roo (ECO-CH-N), los 3460 individuos de la Laguna de Términos, se suman a los 4500 organismos existentes previamente de las costas de Quintana Roo (95%) pero también a los ejemplares de Belize y de Isla Socorro, en el Pacífico Mexicano. Ahora nuestra colección cuenta con 7960 individuos y tiene 152 especies de nematodos representadas, lo que incrementa en un 70% el acervo biológico de esta colección de referencia. En diciembre de 2012, se incluyeron 29 especies más a la colección, provenientes de la Laguna de Bacalar (Proyecto FOMIX-Quintana Roo).

#### **Composición de la nematofauna.**

En el orden Enoplida, se registraron nueve Familias, 26 géneros y 33 especies. Las Familias con mayor número de especies fueron: Oncholaimidae (9), Thoracostomopsidae (5) y Oxystominidae (5). El orden Chromadorida, tuvo 13 Familias, 40 géneros y 57 especies. Las Familias Chromadoridae, Desmoscolecidae y Desmodoridae, tuvieron el mayor número de especies con 15, 11 y 7 respectivamente. En el orden Monhysterida, se encontraron ocho Familias, 23 géneros y 39 especies. La familia Comesomatidae, tuvo el mayor número de especies (9) seguido de la Xyalidae (11) y finalmente la Linhomoeidae con siete (Fig. 5). Para información de las características de

cada especie, y su descripción, se puede consultar el Catalogo de Nematodos de la Laguna de Términos que se anexa a este informe.

### Diversidad de especies

Se encontró que la diversidad mantuvo un comportamiento congruente cuando se consideraron cada uno de los índices para evaluarla. La estación “Rastro” tuvo la mayor cantidad de especies con 35, y la mayor diversidad ( $H'$ ) con 4.93 bits/ind, en tanto que la estación más pobre en especies fue “Balchacah” con únicamente 8 especies y la diversidad ( $H'$ ) más baja con 2,76 bits/ind.

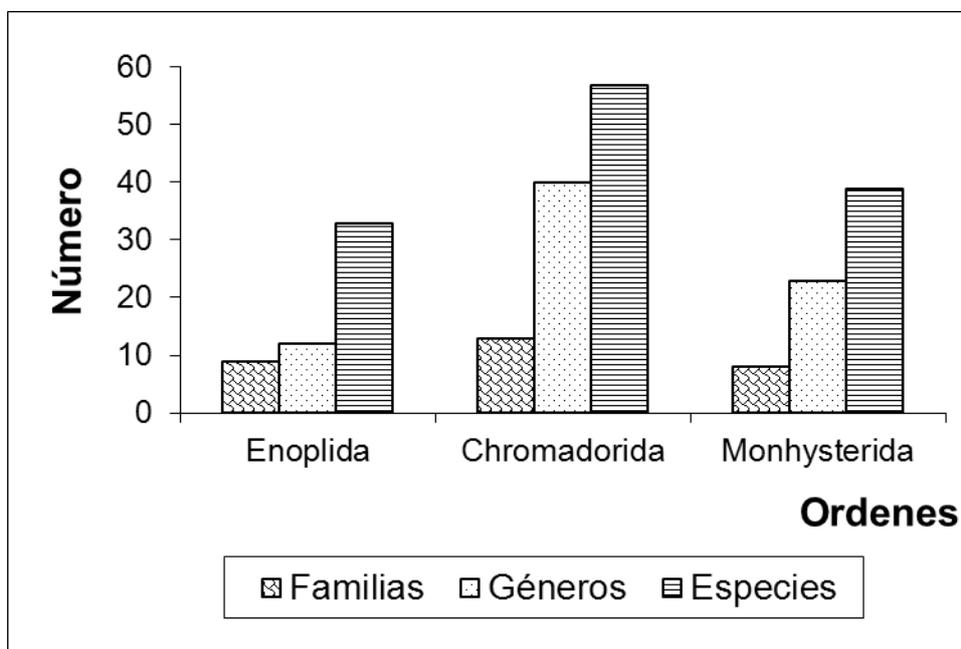


Figura 5. Número de familias, géneros y especies de nematodos en la Laguna de Términos. Otro componente de la diversidad es la equidad ( $J$ ), que como se sabe varía de 0 a 1, y en nuestro caso, tuvo un comportamiento similar al índice de Simpson ( $d$ ) y al de Shannon-Wiener ( $H'$ ). El valor más bajo de equidad se presentó en la laguna de Balchacah (0.9155) y el más alto (0.9900) en la entrada a la Laguna Balchacah. La figura seis, muestra el comportamiento de los diferentes índices utilizados para evaluar la diversidad.

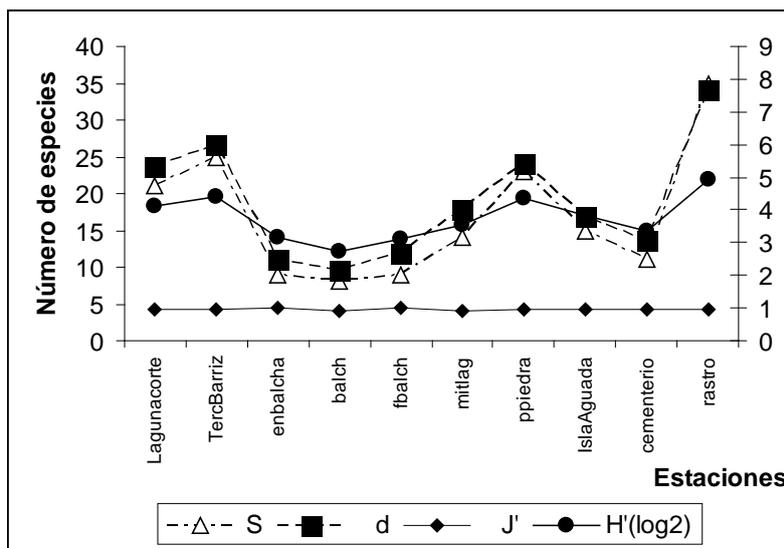


Fig. 6. Índices de diversidad de los nematodos de la Laguna de Términos

### Curvas de Acumulación de especies

Una herramienta útil en los estudios ecológicos es conocer si el número de muestras recolectadas permite caracterizar al sitio de trabajo. La curva de acumulación de especies se emplea para este efecto.

Como se mencionó en el apartado de diversidad, el número más bajo de especies se encontró en la laguna de Balchacah, con 8 especies, cuando se grafica de manera acumulada el número de especies por cada sitio, encontramos que la curva generada se hace asintótica, lo que indica que el no hay un incremento sustancial en el número de especies y por lo tanto tenemos una buena representación. En la figura siete, se muestra el comportamiento de la curva de acumulación de especies, en donde se observa que la curva comienza a hacerse asintótica alrededor de las 65 especies si consideramos sólo las especies observadas durante el muestreo, pero al considerar otros índices, como el Chao1, que se basa en la presencia-ausencia de las especies en las estaciones, o el Jackknife1 que se basa en las especies que ocurren únicamente en una muestra, tenemos que el número de especies esperado se incrementa hasta 100, en nuestro caso esto indica que el número de estaciones es consistente con la curva de acumulación de especies pues nosotros encontramos 131 especies durante el muestreo.

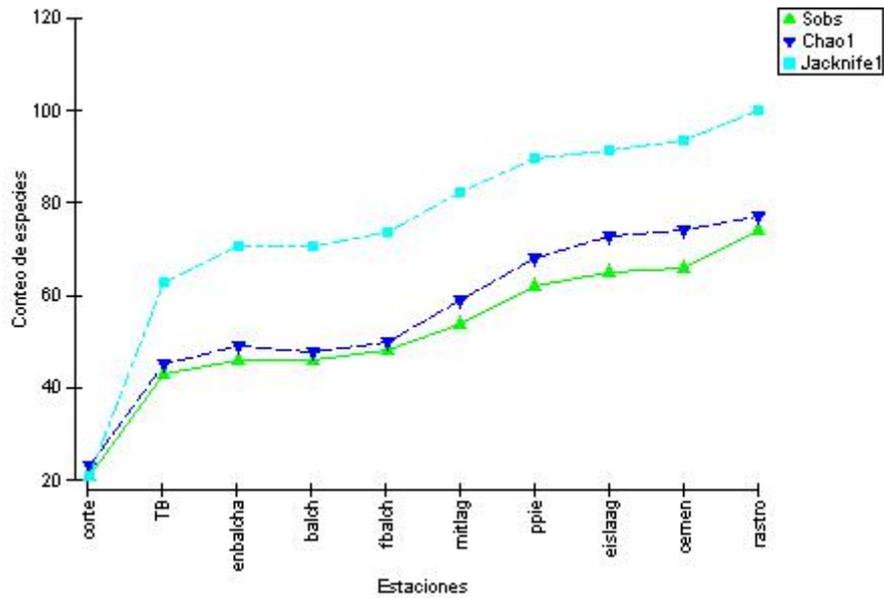


Fig. 7. Curva de acumulación de especies nematodos de la Laguna de Términos

### Curvas k-Dominancia

Una alternativa más de comparación entre la abundancia y diversidad de especies por sitio lo constituyen las curvas k-dominancia. En las curvas se observa que las estaciones “Rastro” y “Cementerio” se pueden considerar como las más diversas, en tanto que las estaciones “Balchacah” “entrada Balchacah” fueron las que tuvieron la menor diversidad, lo que es coincidente con los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener, que se señalaron líneas arriba. Un aspecto importante que se debe señalar es que hay un entrecruzamiento entre las curvas, lo que indica un alto grado de dominancia de unas pocas especies, y esto está claro para todos los sitios de muestreo, a excepción de la estación “Balchacah”, como se puede observar en la figura 8.

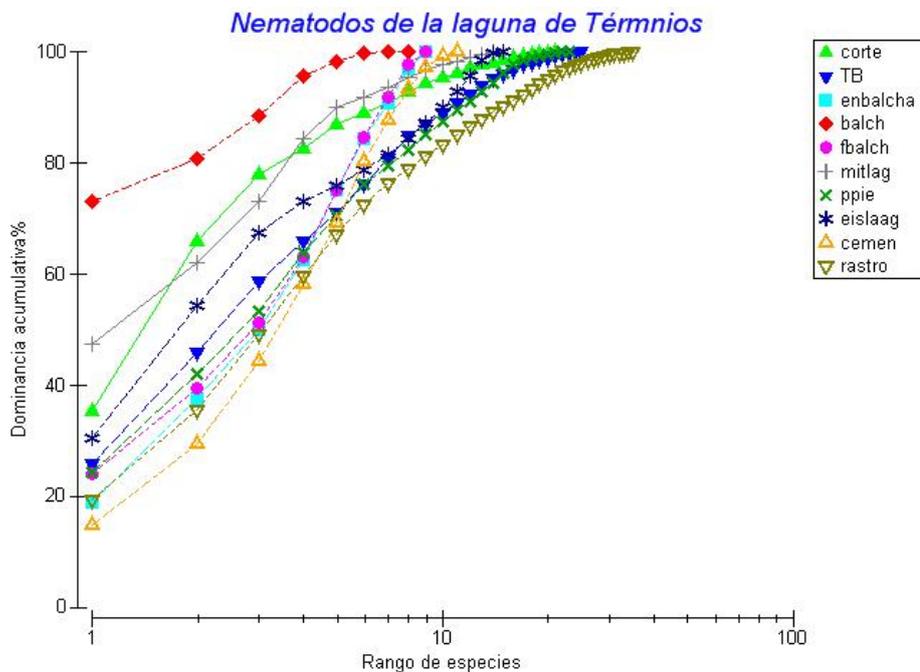


Fig. 8. Curvas K-Dominancia de los nematodos de la Laguna de Términos, Campeche.

### **Análisis de conglomerados**

Finalmente y para analizar la similitud de la composición de especies entre los sitios se aplicó un análisis de conglomerados, que separó a la comunidad en cuatro grupos. El primer grupo esta constituido por las estaciones Punta Piedra, laguna de Corte y entrada a Isla Aguada y que se unen con un nivel de similitud de 5%. El segundo grupo lo constituyen las estaciones, rastro, T B y Balchacah, en un nivel de similitud del 25% y finalmente el tercer grupo integrado por las estaciones; formado por las estaciones Cementerio, entrada a Balchacah y fuera de Balchacah, con una similitud de 40% y que se unen con la estación mitad de la laguna con un 5% de similitud (Fig. 9).

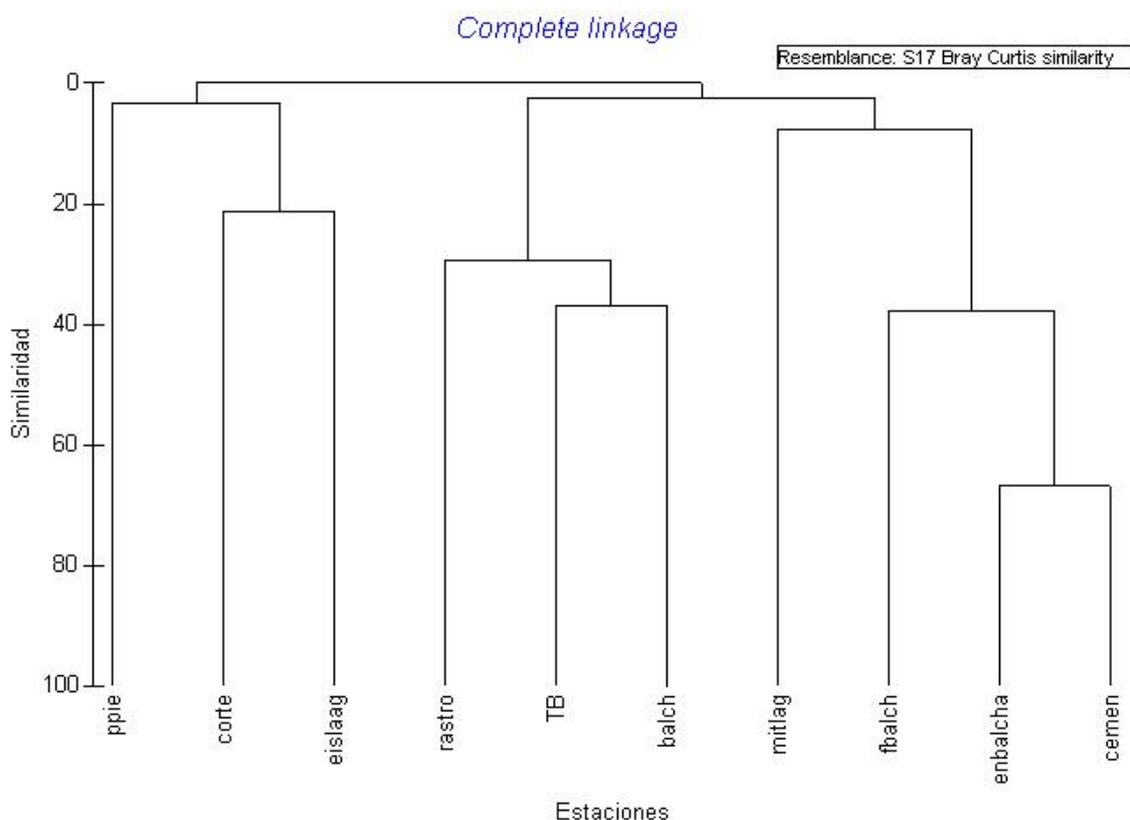


Fig. 9. Análisis de conglomerados de los nematodos de la Laguna de Términos.

Es claro de la distribución de las especies que hay cierta homogeneidad en la composición lo que se demuestra al intercalar estaciones de ambientes salinos como Punta Piedra e entrada a Isla Aguada con estaciones con características más salobres o de agua dulce como Balchacah o Laguna Corte. Este hecho también fue evidente en las curvas de k-Dominancia

## **Discusión**

De este trabajo se desprenden algunos hechos importantes sobre la distribución de los nematodos en la cuenca de la Laguna de Términos. En primer lugar y debido a la falta de estudios sobre el tema, encontramos que hay una alta diversidad de especies de nematodos en los sedimentos, un total de 131 especies se registraron, superando a los 102 registros para la Sonda de Campeche, que encontró de Jesús-Navarrete en 1993. Otro hecho importante es que un 30% de las especies son nuevas para la ciencia, esto puede considerarse natural en una zona en donde no se habían realizado estudios previos, por lo que en un corto plazo, estaremos describiendo a las especies que no coincidieron con aquellas especies ya identificadas en otras partes del Mundo. Como un avance, resaltaremos aquí las principales características de estas nuevas especies.

Dentro de los Enoplidos tenemos que *Anoplostoma* sp, difiere en el tipo de cola, la longitud del cuerpo y la posición del anfidio, características distintas en las otras 19 especies de distribución en Europa y América. Lo mismo sucedió con *Pareurystomina* sp, de la Laguna de Términos que difiere de las 14 otras especies ya descritas. En algunos casos, la descripción original de las especies es incompleta o deficiente, sobretodo en trabajos realizados antes de 1900, y eso hace que la determinación de otros organismos sea difícil o no segura, por lo que la decisión fue dejarlos a nivel de género y hacer una comparación fina con los tipos ya descritos, ese es el caso de *Paramesachantion*, que tiene 15 especies a nivel mundial. Por otro lado *Oxyonchus* sp. de la familia Enoplolaiminae, difirió del resto de las especies en los parámetros de, de Man y en la presencia de suplementos cloacales que no se reportan para las especies Americanas, por lo que en este caso, como en los anteriores, se tiene la seguridad de que se trata de una nueva especie para la ciencia. Aún cuando se identificó a *Oxystomina asetosa*, la otra especie, (*Oxystomina* sp) difiere en el

tamaño del cuerpo del resto de especies ya descritas, *Nemanema*, que es considerado un subgénero de *Oxystomina*, tampoco coincidió en las características de las 11 especies descritas a nivel mundial.

El género *Halalaimus*, tiene tres subgéneros: *Halalaimus*, *Nuda* y *Pachydora*, con 31, 23 y 2 especies cada uno, sin embargo, al comparar los índices de de Man, hubo diferencias en el tamaño de la cabeza, y la posición del anfidio, por lo que también corresponde con una nueva especie. *Bathylaimus* es una especie que tiene una distribución marina y en ambientes estuarinos, con una mayor preferencia por aguas de alta salinidad, en Laguna de Términos, *Bathylaimus* sp. difirió del resto del grupo principalmente en la longitud del cuerpo, por lo que como en los casos anteriores, es una nueva especie y será descrita en breve con todas las anteriores.

Los Chromadoridos son organismos que tienen características muy especiales y muchas de ellas se utilizan en la identificación. Poseen cutículas ornamentadas, anfidios en forma de espiral, salchicha o rendija, muchos de ellos tienen dientes o mandíbulas y son muy abundantes en ambientes marinos. En el caso de la Laguna de Términos, éste Orden fue el que más especies representadas tuvo, y también el que un elevado porcentaje de géneros con especies que son nuevas para la ciencia (27%). *Ethmolaimus* sp, presentó similitud con *E. pratensis*, pero difirió en los índices de de Man, que fueron menores, en este género se han reportado nueve especies para aguas europeas y americanas. Otros géneros tienen pocas especies descritas, como es el caso de *Kraspedonema*, *Ixonema*, y *Bolbolaimus*, que tienen dos, tres y cinco especies conocidas respectivamente, pero nuestros especímenes difieren en sus características morfológicas, por lo que corresponden con especies nuevas.

Caso contrario ocurre con géneros que tienen muchas especies descritas, como *Desmodora* (45) y *Neochromadora* (25), y que a pesar de existir mucha literatura, al revisar las descripciones originales, no coincidieron con las obtenidas colectadas en la Laguna de Términos, por lo que también corresponden con especies nuevas para la ciencia. Debe considerarse que la Laguna de Términos corresponde con un sistema estuarino, en donde se puede encontrar una mayor abundancia de organismos por especie, pero una menor diversidad de especies (Giere, 1993), que es algo que ocurrió en

algunas estaciones de muestreo, y esto es más claro en la estación Balchacah, en donde sólo se encontraron 8 especies, aunque con alta abundancia, en los sistemas de agua dulce o con alta influencia de escorrentía el número de especies de nematodos no rebasa las 28 especies (Eyualem *et al.* 2006)

En lo correspondiente con la diversidad de especies, los valores encontrados con el índice de Shannon-Wiener, éstos son muy similares a lo reportado por de Jesús-Navarrete (1993) en la Sonda de Campeche y en la Bahía de Chetumal (de Jesús-Navarrete y Herrera-Gómez, 1999) con valores del índice de diversidad por encima de 2.5 bits/ ind.

La caracterización ecológica de un ambiente tan grande como la Laguna de Términos siempre es difícil y complicada, ya que es importante determinar cuál es al número óptimo de muestras que se requieren para incluir a la mayor parte de las especies presentes. En nuestro caso, las curvas de acumulación de especies determinaron que el número de especies probables a encontrar en el sistema era de 100, lo que resulta adecuado en nuestro trabajo pues nosotros pudimos determinar la presencia de 131 especies en los tres ambientes prevalecientes en la laguna de Términos, esto es ambientes de agua dulce, con salinidades menores de 5 UPS, como la laguna de Corte o laguna Balchacah, o ambientes salobres como la estación Mitad Laguna, y estaciones con una marcada influencia marina como entrada a Isla Aguada, el cementerio o el rastro.

Las curvas de k-dominancia permiten visualizar el comportamiento de la diversidad en función de la dominancia de las especies presentes en el arreglo espacial. Estas curvas cuando se construyen nos permiten comparar la diversidad específica entre los sitios. Así las curvas que se encuentren más cercanas al eje de las "x" representarán a estaciones con mayor diversidad y las más elevadas indican una mayor presencia de especies dominantes y por lo tanto menor diversidad. En nuestro caso las curvas de k-dominancia mostraron un comportamiento particular, pues notamos que hay mucho entrecruzamiento entre las curvas, lo que indica que muchas especies son compartidas entre los sitios, por lo que compararlas directamente no es del todo correcto, también se ha mencionado que la separación de las curvas tiene relación con posibles estados de tensión ambiental en la zona de muestreo y eso puede ser muy

posible en el caso de la Laguna de Términos en donde se observan actividades agropecuarias e industriales, que deberán estudiarse en el futuro.

El análisis de conglomerados refuerza lo que ya hemos mencionado en relación a que los sitios de trabajo comparten muchas especies, pues el árbol de similitud no separó de manera clara los tres ambientes que se esperaban encontrar en la Laguna de Términos, esto es ambientes de agua dulce, salobres y marinos. Es posible que exista una variabilidad del tipo estacional, pero esto deberá elucidarse posteriormente.

En conclusión: 1) la nematofauna de la Laguna de Términos, representa un ensamble de especies con alta diversidad, con especies típicas de ambientes marinos, 2) especies que tienen una elevada distribución espacial y aparentemente pueden tolerar condiciones de cambios de salinidad 3) especies características de aguas dulces, como es el caso de *Balchacah*, que no se encontraron en otros sitios de la Laguna de Términos. En general podemos decir que las mismas características del ambiente estuarino: ambiente de influencia de agua dulce, salobre y marino, propician una elevada diversidad de especies de nematodos. Podría considerarse natural que existan tantas especies que sólo fueron identificadas a género (35), en una región en donde no había estudios previos sobre los nematodos. Sin embargo, este hecho debe considerar que cada organismo identificado como sp. fue comparado con el resto de las especies de distribución mundial y nuestros organismos difirieron en una o varias características morfológicas, por lo que preferimos considerarlas especies nuevas para la ciencia.

### **Literatura Citada**

Castillo, D. / P. J. Lamshead. 1990. Revision of the genus *Elzalia* Gerlach, 1957 (Nematoda: Xyalidae) including three new species from oil producing zones in the Gulf of Mexico, with a discussion of sibling species problem. Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. (Zool.) 56:63-71

Chitwood, B. G. & R. W. Timm. 1954. Free-living nematodes of the Gulf of Mexico, p 313-322. In Galtsoff. P.S. (ed.) Gulf of Mexico: Its origin, waters and marine life. Fishery Bull. 55 Fish and Wildlife Service. Washington

- Chitwood, B. G. 1938. Some nematodes from the caves of Yucatan. p 51-66. *In* Pearse, A. S.(ed.) Fauna of the caves of Yucatan. Carnegie Institute of Washington.
- de Jesús-Navarrete, A. 1993. Distribución, abundancia y diversidad de Nematodos (Phylum Nematoda) bénticos en la Sonda de Campeche, México, Enero de 1987. *Rev. Biol. Trop.*, 41(1):57-63.
- de Jesús-Navarrete, A. 1993a. Nematodos (Nematoda) de la laguna de Buena Vista, Quintana Roo, México. *Rev. Biol. Trop.*, 41(3):649-652.
- de Jesús-Navarrete, A. & J. Herrera-Gómez. 2002. Vertical Distribution and feeding type of nematodes from Chetumal Bay, Quintana Roo, Mexico. *ESTUARIES* 25(6):1131-1137.
- Eyualem, A., I. Andrassy and W. Traunspurger (eds). 2006. Freshwater nematodes: ecology and taxonomy. Cabi publishing. USA. 752 p.
- Gerlach, S. A. 1971. On the importance of marine meiofauna for benthos communities. *Oecologia* 6:176-190.
- Giere, O. 1993. Meiobenthology: The Microscopic Fauna in Aquatic Sediments. Springer-Verlag, Hamburg, 328 pp.
- Gourbault, N. & W. Decramer. 1986. Marine nematodes from Guadeloupe and other Caribbean Islands. II. Draconematidae.-*Zool. Scr.*, 15:107-118.
- Hopper, B. E. 1961. Marine nematodes from the coast line of the Gulf of Mexico. *Can. J. Zool.*, 39:183-199.
- Hopper, B. E., & R. C. Cefalu. 1973. Free-living marine nematodes from Biscayne Bay, Florida.V. Stilbonematinae. Contributions to the taxonomy and morphology of the genus *Eubostrichus* Greef and related genera. *Trans. Amer. Microsc. Soc.* 92(4):578.591.

- Jensen, P. 1985. The nematode fauna in the sulphide-rich brine seep and adjacent bottoms of the East Flower Garden, NW Gulf of Mexico. I. Chromadorida. *Zool. Scr.*, 14:247-263.
- Keppner, E. J. 1986. New species of free-living marine nematodes (Nematoda: Enoplida) from Bay County, Florida, USA. *Trans. Am. Microsc. Soc.*, 105:319-337.
- Platt, H.M. & R.M. Warwick. 1980. The significance of free living nematodes on the littoral ecosystem. *In: The shore environment 2. Ecosystems*, Price J.H., Irvine, D.E.G. & W.F. Farnham (eds.) London-New York. Academic Press, pp 729-759.
- Platt, H. M. & R. M. Warwick. 1983. A synopsis of free-living marine nematodes, Part I. British Enoplids. Cambridge University Press, 307 pp.
- Zullini, A. 1973. Some soil and freshwater nematodes from Chiapas (México). *Accad.*

Anexos

Tabla 1. Distribución en Órdenes, Familias, Géneros y especies de nematodos de la Laguna de Términos.

<b>ENOPLIDA</b>	<b>CHROMADORIDAE</b>	<b>MONHYSTERIDA</b>
<b>Anoplostomidae</b>	<b>Ceramonematidae</b>	<b>Axonolaimidae</b>
<i>Anoplostoma viviparum</i>	<i>Ceramonema attenuatum</i>	<i>Odontophora bermudensis</i>
<i>Anoplostoma sp.</i>	<b>Chromadoridae</b>	<i>Odontophora ornata</i>
<b>Enchelidiidae</b>	<i>Chromadorella circumflexa</i>	<i>Parodontophora paragranulifera</i>
<i>Eurystomina minusticulae</i>	<i>Chromadorita tenuis</i>	<i>Parodontophora breviamphidia</i>
<i>Pareurystomina sp</i>	<b>Cyatholaimidae</b>	<b>Comesomatidae</b>
<b>Enoplolaiminae</b>	<i>Marylynnia annae</i>	<i>Hopperia muscatensis</i>
<i>Mesacanthion rigerns</i>	<i>Kraspedonema sp</i>	<i>Dorylaimopsis pellucida</i>
<i>Paramesacanthion sp</i>	<b>Ethmolaimidae</b>	<i>Paracomesoma sp.</i>
<i>Oxyouchus sp</i>	<i>Ethmolaimus sp</i>	<i>Sabatieria hilarula</i>
<b>Oncholaimidae</b>	<b>Desmodoridae</b>	<i>Sabatieria paradoxa</i>
<i>Oncholaimus striatus</i>	<i>Desmodora sp.</i>	<i>Sabatieria praedatrix</i>
<i>Viscosia papillata</i>	<b>Draconematidae</b>	<b>Diplopeltidae</b>
<i>Viscosia sp.</i>	<i>Dracograllus gerlachii</i>	<i>Diplopeltoides sp.</i>
<i>Meyersia minor</i>	<b>Desmoscolecidae</b>	<b>Linhomoeidae</b>
<b>Oxystominidae</b>	<i>Desmoscolex cosmopolita</i>	<i>Metalinhomoeus breviseta</i>
<i>Oxystomina asetosa</i>	<i>Desmoscolex labiosa</i>	<i>Metalinhomoeus cylindricaudata</i>
<i>Oxystomina sp</i>	<i>Demanema cobbi</i>	<i>Desmolaimus longicaudata</i>
<i>Nemanema sp</i>	<b>Hypodontolaimidae</b>	<i>Desmolaimus sp</i>
<i>Thalassoalaimus septentrionalis</i>	<i>Neochromadora sp.</i>	<i>Terschellingia longicaudata</i>
<i>Halalaimus caroliniensis</i>	<i>Ptycholaimellus monodon</i>	<i>Terschellingia papillata</i>
<i>Halalaimus sp</i>	<i>Ptycholaimellus pandispiculatus</i>	<b>Sphaerolaimidae</b>
<b>Tripyloidae</b>	<i>Spilophorella campbelli</i>	<i>Parsphaerolaimus papillatus</i>
<i>Bathylaimus sp</i>	<i>Spilophorella paradoxa</i>	<i>Sphaerolaimus papillatus</i>
<i>Tripyloides undulatus</i>	<b>Leptolaiminae</b>	<i>Sphaerolaimus hirsutus</i>
	<i>Alaimella truncata.</i>	<b>Siphonolaimidae</b>
	<i>Antomicron, sp.</i>	<i>Siphonolaimus sp.</i>
	<i>Leptolaimus sp</i>	<b>Xyalidae</b>
	<i>Leptolaimus papilliger</i>	<i>Elzalia sp.</i>
	<b>Microlaimidae</b>	<i>Rhynchonema cinctum</i>
	<i>Bolbolaimus sp</i>	<i>Scaptrella cincta</i>
	<i>Microlaimus macrocirculus</i>	<i>Steineria simplex</i>
	<i>Ixonema sp.</i>	<i>Stylotheristus mutila</i>
	<b>Neotonchinae</b>	<i>Theristus dentatus</i>
	<i>Gomphonema typicum</i>	<i>Theristus erectus</i>
	<i>Neotonchoides interruptus</i>	<i>Theristus proceros</i>

**Selachinematidae**

*Cheironchus paravorax*

*Halichoanolaimus duodecimpapillatus*

**Stilbonematidae**

*Eubostrichus parasetiferus*

*Catanema exile*

**Tricominae**

*Tricoma steineri*

*Trricoma megamphidia*

*Quadricoma scania*