

**UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS**



**ANALISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE
MACROPARASITOS DEL TRACTO DIGESTIVO DE
LA TRUCHA ARCOIRIS *Oncorhynchus mykiss nelsoni*,
DEL ARROYO SAN RAFAEL, NOROESTE DE LA SIERRA
SAN PEDRO MARTIR, B.C., MEXICO**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE**

BIOLOGO

PRESENTA

MARTHA ELENA VALLES RIOS

ENSENADA, B. C.

DICIEMBRE DE 1992

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS

ANALISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE MACROPARASITOS DEL
TRACTO DIGESTIVO DE LA TRUCHA ARCOIRIS *Oncorhynchus mykiss*
nelsoni, DEL ARROYO SAN RAFAEL, NOROESTE DE LA SIERRA SAN
PEDRO MARTIR, B.C., MEXICO.

TESIS

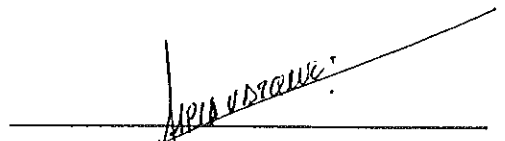
QUE PRESENTA:

MARTHA ELENA VALLES RIOS

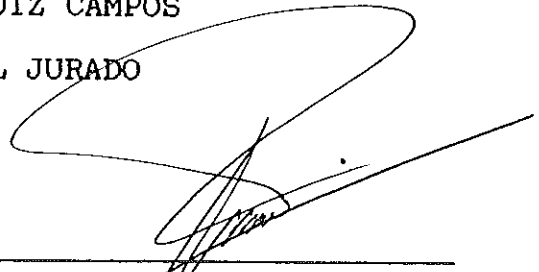
APROBADA POR:



M.C. GORGONIO RUIZ CAMPOS
PRESIDENTE DEL JURADO



BIOL. OLIVIA TAPIA VAZQUEZ
SECRETARIO



BIOL. MARCELO RODRIGUEZ MERAZ
PRIMER VOCAL

DEDICATORIA

A mis padres por todo su amor y apoyo brindado durante mi formación profesional.

Consuelo Ríos de Valles

y

José Valles Chávez

A mis hermanos por su apoyo y cariño.

Lourdes y Héctor

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento al M. en C. Gorgonio Ruiz Campos, director de esta tesis, por su gran apoyo y valiosos consejos durante el desarrollo del presente trabajo.

A mis sinodales Biól. Olivia Tapia Vazquez y Biól. Marcelo Rodríguez Meraz, por todos los consejos sugerencias durante las revisiones de esta tesis.

A la Q. B. P. Irene Prieto, por su gran ayuda en el procesamiento y tratamiento de los parásitos.

A la Biól. María de los Remedios Alvarado Villamar, por su valiosa ayuda en el laboratorio, sus consejos y gran amistad.

Al Biól. Guillermo Bojórquez Rangel, por sus consejos y ayuda en el uso de la computadora.

A los Pasantes de Biól. María Isabel Montes Pérez, Dora Luz León García y Angélica Bastidas, por proporcionar datos sobre el sexo de las truchas, y por su gran amistad.

Al Pasante de Biól. Héctor Valles Ríos, por su constante apoyo durante toda la carrera, por sus valiosos consejos y ayuda en la toma de fotografías.

Al Oc. Manuel Martín Villalobos Ramírez, por sus consejos y su gran amistad.

Al Biól. Jorge Alaníz García, por su apreciable ayuda durante el desarrollo de la tesis.

A todas aquellas personas que colaboraron de alguna

manera en la elaboración de esta tesis y que son omitidas indirectamente, el agradecimiento del autor.

RESUMEN

La parasitofauna del aparato digestivo de la trucha arcoiris de la Sierra San Pedro Mártir *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, fue analizada en 175 especímenes colectados durante un ciclo anual en el Arroyo San Rafael. El tremátodo digeneo *Crepidostomum* sp., fue el parásito más abundante con una intensidad promedio de 13.69 individuos por pez infestado. Los órganos más afectados por parásitos fueron los ciegos pilóricos e intestino, principalmente por *Crepidostomum* sp. con una frecuencia de ocurrencia de 99.11% y 83.33%, respectivamente. A nivel de clases de talla y de edad de la trucha, se registró un mayor porcentaje de infestación en los peces de clase talla-3 (≥ 131 mm LP; 93.22%) y edad-III (91.67%). La composición y número de parásitos fue similar para ambos sexos. El número de individuos del digeneo *Crepidostomum* sp. registró una correlación significativa ($P \leq 0.05$) con las clases de talla de la trucha (ambos sexos combinados).

ABSTRACT

The parasites of the digestive tract of San Pedro Mártir rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, was examined on 175 specimens collected along one year from Arroyo San Rafael. The digenea trematode of the genus *Crepidostomum* was the most abundant parasites for this trout, registering an average intensity of 13.69 worms per fish. The organs mostly infested by parasites were pyloric caeca and intestine, principally by *Crepidostomum* sp. with a prevalence of 99.11% and 83.33%, respectively. An increase of infestation were observed with the size and age of the trout, where the size class 3 (> 131 mm SL) registered 93.22% and age class III 91.67%. The parasite number and composition was similar between sex. The number of worms of *Crepidostomum* sp. showed a significant correlation ($P < 0.05$) with the size of trout (both sex combined).

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Antecedentes.....	5
1.2. Objetivos.....	12
1.3. Descripción del Area de Estudio.....	13
2. MATERIALES Y METODOS.....	16
2.1. Método de Colecta.....	16
2.2. Análisis de Laboratorio.....	16
2.3. Análisis Estadístico.....	18
3. RESULTADOS.....	21
3.1. Taxonomía y Descripción de los Macroparásitos Registrados en el Tracto Digestivo de la trucha Arcoiris.....	21
3.2. Análisis Cualitativo y Cuantitativo de Macroparásitos.....	28
3.3. Frecuencia de Ocurrencia (Prevalence) de Macroparásitos por Organos.....	30
3.4. Frecuencia de Ocurrencia (Prevalence) de Macroparásitos por Clases de Edad de la Trucha....	30
3.5. Frecuencia de Ocurrencia (Prevalence) por Clases talla de la trucha.....	34
3.6. Frecuencia de Ocurrencia (Prevalence) por Sexo....	38
3.7. Análisis Estadístico.....	42
4. DISCUSION.....	46

5. CONCLUSIONES.....	53
6. LITERATURA CITADA.....	54

LISTA DE FIGURAS

	página
Figura 1. Localización geográfica del area de estudio..	14
Figura 2. <i>Crepidostomum</i> sp, del intestino de la trucha arcoiris <i>Oncorhynchus mykiss nelsoni</i>	22
Figura 3a. Extremo anterior del nemátodo <i>Rhabdochona</i> sp., localizado en ciegos pilóricos.....	24
Figura 3b. Extremo posterior de un nemátodo macho del género <i>Rhabdochona</i> sp., localizado en intestino.....	25
Figura 4. <i>Dorylaimis</i> sp., localizado en el estómago de la trucha.....	27
Figura 5. Frecuencia de ocurrencia (prevalence) global a nivel de órganos del tracto digestivo de la trucha arcoiris <i>Oncorhynchus mykiss nelsoni</i> , del Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C. México.....	32
Figura 6. Frecuencia de ocurrencia (prevalence) de cada especie de parásito a nivel de órganos del tracto digestivo de la trucha arcoiris <i>Oncorhynchus mykiss nelsoni</i>	33
Figura 7. Frecuencia de ocurrencia (prevalence) global por clases de edad en la trucha arcoiris <i>Oncorhynchus mykiss nelsoni</i>	35
Figura 8. Frecuencia de ocurrencia (prevalence) de cada especie de parásito a nivel de clases	

	de edad en la trucha arcoiris <i>Oncorhynchus</i> <i>mykiss nelsoni</i>	36
Figura 9.	Frecuencia de ocurrencia (prevalence) global por clases de talla en la trucha arcoiris <i>Oncorhynchus mykiss nelsoni</i>	37
Figura 10.	Frecuencia de ocurrencia (prevalence) de cada especie de parásito a nivel de clases de talla de la trucha arcoiris <i>Oncorhynchus</i> <i>mykiss nelsoni</i>	39
Figura 11.	Frecuencia de ocurrencia (prevalence) global por sexos en la trucha arcoiris <i>Oncorhynchus</i> <i>mykiss nelsoni</i>	40
Figura 12.	Frecuencia de ocurrencia (prevalence) de cada especie de parásito a nivel de sexos de de la trucha arcoiris <i>Oncorhynchus mykiss</i> <i>nelsoni</i>	41

INDICE DE TABLAS

	página
Tabla I. Composición taxonómica de parásitos del tracto digestivo de la trucha arcoiris <i>Oncorhynchus mykiss nelsoni</i> , del Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B. C., México.....	29
Tabla II. Organos infestados del tracto digestivo de la trucha arcoiris <i>Oncorhynchus mykiss nelsoni</i> , del Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C., México.....	31
Tabla III. Análisis de correlación entre el número de parásitos (todas las taxa combinadas) del del tracto digestivo de la trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus mykiss nelsoni</i>) con la talla y sexo del huésped.....	43
Tabla IV. Análisis estadístico de la composición de parásitos en el tracto digestivo de la trucha arcoiris <i>Oncorhynchus mykiss nelsoni</i> , Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C., México.....	44

1. INTRODUCCION

Los peces en condiciones de cautiverio son susceptibles de sufrir enfermedades, sin embargo en condiciones silvestres son generalmente inadvertidas (Jiménez et al., 1985). Diversos factores están interrelacionados en el establecimiento de una enfermedad, entre los cuales destacan los concernientes con el medio ambiente (e.g., temperatura, pH, salinidad, gases disueltos), la contaminación del agua, la calidad del alimento, y las infecciones por agentes patógenos como bacterias, hongos, y metazoarios parásitos (Norman, 1958).

La mayoría de los peces son infestados en mayor menor grado por diversos tipos de animales parásitos, algunos de varios tipos, algunos de los cuales son aparentemente inofensivos (Norman, 1958), pero en la mayoría de los casos ocasionan desequilibrios en la asociación huésped-parásito dando lugar a epizootias (Jiménez et al., 1985).

El estudio de la parasitología en peces, es un campo muy diverso y de amplias aplicaciones en el diagnóstico de epidemias catastróficas naturales, detección y control de la contaminación, y en la sanidad piscícola (Lagler, 1978). Asimismo mediante el análisis parasitológico es posible realizar otros tipos de estudios, aparte del patológico, como son: comportamiento ecológico del huésped, la determinación de rutas de migración de peces juveniles,

y patrones de migración estacional de peces adultos (Mackenzie, 1987). Otra modalidad del estudio de los parásitos, es el uso de éstos como etiqueta o marca biológica para distinguir y separar stocks de peces (Sinderman, 1961; Pippy, 1969; Bouillon y Dempson, 1989).

Uno de los taxa de peces holárticos más importantes desde el punto de vista biogeográfico y evolutivo, es la familia Salmonidae, en donde se incluyen a las subfamilias Salmoninae (salmones y truchas), Coregoninae (ciscos), y Thymallinae (timalos); de las cuales la subfamilia Salmoninae es la más representativa en especies y subespecies en Norteamérica (Willers, 1991), y la de mayor importancia en la pesca deportiva y en la piscicultura (MacCrimmon, 1971). La especie de salmónido de mayor impacto en la pesca deportiva y en el ámbito acuicultural a nivel mundial, es la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) (Maitland, 1980; Huet, 1983), la cual es nativa en la vertiente costera de Norteamérica desde Alaska hasta el norte de México (Willers, 1991); sin embargo recientemente ha sido introducida ampliamente en muchos lugares del mundo principalmente para propósitos acuiculturales y de pesca deportiva (MacCrimmon, 1971).

La trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss nelsoni* (Evermann), es una subespecie endémica de la pendiente occidental de la Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México, y la población autóctona más sureña de

trucha arcoiris en Norteamérica (Miller, 1950; Smith, 1984; Berg et al., ms); en altitudes de 500 a 2000 m (Ruiz-Campos, 1991). Actualmente es considerada como una forma de preocupación especial (Williams et al., 1989) debido a su discreta distribución y abundancia.

Considerando el carácter endémico de esta subespecie de trucha arcoiris, y a la importancia de tener un conocimiento más detallado sobre su status bionómico y poblacional, resulta indispensable determinar los tipos e intensidad de parásitos sobre esta trucha, como también la relación huésped-parásito; todo ello como una medida para diagnosticar el estado actual de salud que guarda dicha población.

Debido a que no existen estudios referentes sobre la parasitofauna de esta subespecie de trucha arcoiris, el presente trabajo analiza cualitativa y cuantitativamente los macroparásitos del tracto digestivo de esta trucha, y su relación con la edad, talla y sexo del huésped.

Este trabajo forma parte de un proyecto integral de investigación denominado "Distribución y bionomía de la trucha de la Sierra San Pedro Mártir (*Oncorhynchus mykiss nelsoni*), como especie potencialmente cultivable en Baja California" que actualmente se realiza en la Facultad de Ciencias, U.A.B.C., con el apoyo económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

(PCECCNA-050389, P22OCCOR-892393), la Secretaría de Educación Pública (88-01-081, 89-01-185), y la Dirección General de Investigación y Posgrado, U.A.B.C. (UABC-0148).

1.1 ANTECEDENTES

Una gran cantidad de estudios sobre parásitos de salmónidos han sido realizados en diferentes localidades de Norteamérica. Choquette (1948) realizó un estudio sobre los helmintos parásitos de la trucha moteada *Salvelinus fontinalis* (Mitchill) en ríos y lagos de Laurentidae Park, Quebec, Canadá; donde registra las siguientes especies: los digeneos *Crepidostomum cooperi*, *C. farionis*, y *Phylloditomum lachancei*; los céstodos *Eubothrium salvelini*, *Diphyllobothriid* (larva), *Ligula intestinalis*, *Proteocephalus parallacticus*, y *Proteocephalid* sp. (larva); los nemátodos *Agamospirura* sp., *Metabronema canadense*, y *Rhabdochona laurentiana*; y el acantocéfalo *Echinorhynchus lateralis*; menciona además, que las especies más comunes, son: *M. canadense*, *C. cooperi*, *E. salvelini*, y *E. lateralis*. Harderlie (1953) registró un total de 59 especies de helmintos, copépodos e hirudineos en 2010 especímenes examinados pertenecientes a 36 especies de peces (once familias), durante un período de tres años en el Norte de California, E.U.A.. Por su parte, Thomas (1964) encontró en la trucha café (*Salmo trutta*) al monogeneo *Discocotyle sagittata* en las agallas, a los digeneos *Crepidostomum metoecus* en intestino y ciegos pilóricos, *Crepidostomum farionis* en la región posterior de los ciegos pilóricos, *Phyllodistomum smile*

en la vejiga urinaria: el nemátodo *Dacnitis truttae* principalmente en la región de los ciegos pilóricos, y el acantocéfalo *Neoechirorhynchus rutili* en la región posterior de los ciegos pilóricos.

Sanderman y Pippy (1967), examinaron un total de 304 peces de cinco especies (*Salvelinus fontinalis*, *Salmo salar*, *S. gairdneri* (= *Oncorhynchus mykiss*), *S. trutta*, y *Coregonus clupeaformis*) de 43 localidades en Insular Newfoundland. Se registraron 26 especies de parásitos, describiendo dos nuevas especies, el digeneo *Phyllodistomum limnosa* y el copépodo *Salminicola exsanguinata*. Asimismo, encontraron al protozoario *Trichophrya piscium*, los digeneos *Crepidostomum farionis* y *Apophallus brevis* (metacercaria), el céstodo *Dibothriocephalus* sp, el acantocéfalo *Echinorhynchus lateralis*, los nemátodos *Metabronema salvelini* y *Philonema agubernaculum*, y el copépodo *Argulus canadensis*. Edwards y Nahhas (1968) encontraron en el intestino de la trucha arcoiris al céstodo *Pelichnibothrium* sp, y al acantocéfalo *Rhadinorhynchus* sp.

Threlfall y Hanek (1970), observaron en 67 individuos de salmónidos y coregónidos, ocho géneros de helmintos en varias localidades de la península Avalon, Newfoundland. Aportan un nuevo registro geográfico del digeneo *Crepidostomum cooperi* sobre *Salvelinus fontinalis* y al

copépodo *Ergasilus* sp en *Salmo trutta*. También encontraron por vez primera al acantocéfalo *Gyrodactylus avalonia* en *S. fontinalis*.

Hiscox y Brocksen (1973), desarrollaron una técnica para infectar a la trucha arcoiris juvenil, mediante la introducción de un nemátodo *Bulbodacnitis ampullastoma*. Este nemátodo afectó el crecimiento y consumo de alimento de la trucha en condiciones de laboratorio.

Mudry y Anderson (1977), encontraron al nemátodo *Bulbodacnitis truttae* (Fabricius, 1974) en trucha arcoiris y pez blanco de montaña (*Prosopium williamsoni*) del Lago Pyramid, y del Lago Lower Waterton, Canadá. Asimismo, registran el céstodo *Proteocephalus parallacticus* Mac Lulich, 1943) en la trucha delago *S. namaycush* en el Lago Upper Waterton, Canadá. Anteriormente, Hoffman (1967) y Freeman (1964), mencionaron que este parásito se encuentra en forma extensiva en la truchas silvestres de los Lagos del Este de Canadá.

Mpoame y Rinne (1984) realizaron un estudio sobre los helmintos de la trucha apache (*Salmo apache* = *Oncorhynchus apache*), trucha café (*S. trutta*) y trucha gila (*S. gilae* = *O. gilae*) en el Condado Apache, Arizona y Condado Grant, Nuevo Mexico. Localizan a los digeneos *Crepidostomum farionis* y *C. cooperi* en intestino y al nemátodo *Metabronema salvelini* en estómago e intestino. Además señalan que *C. farionis* y *M. salvelini* constituyen nuevos registros para

la trucha apache y gila. También mencionan que el nemátodo *M. salvelini*, presentó una intensidad promedio mayor en *O. gilae* que en *O. apache*, con 21.1 y 3.81 vermes por pez infestado, respectivamente.

Bouillon y Dempson (1989) encontraron 18 géneros de parásitos metazoarios en 172 especímenes de trucha ártica (*Salvelinus alpinus* L.) de agua dulce y agua salada en el Norte de Labrador, Canadá. Los parásitos dominantes en la trucha ártica de agua dulce fueron los digeneos *Diplostomum* sp. *Crepidostomum farionis* y el cestodo *Diphilobothrium ditremum*; en cambio en la trucha ártica de agua salada fueron dominantes el cestodo *Bothrimonus sturionis* y el digeneo *Brachypallus crenetus*; asimismo mencionan como nuevos registros para este pez a los cestodos *Diphilobothrium dentriticum* y *D. ditremum*; el copépodo *Salminicola carpionis*; el digeneo *Lecithaster gibbosus*; y el monogeneo *Tetraonchus* sp.

Kuhar y Huber (1989) encontraron cinco especies de parásitos en 40 ejemplares de las truchas (*Salmo trutta fario*, *Salmo trutta lacustris* y *Salmo gairdneri* [= *Oncorhynchus mykiss*]), colectadas en Plitvice Lakes National Park, Yugoslavia. Las cinco especies de parásitos fueron: los digeneos *Pseudochetosoma salminicola* (Dollfus, 1951) y *Crepidostomum farionis* (Muller, 1784); el nemátodo *Cystidicola tenuissima* (Zedder, 1800); los acantocéfalos *Acanthocephalus lucci* (Muller, 1776) y *Neoechinorhynchus*

rutili (Muller, 1780). Dichos autores indican que la trucha arcoiris fue la más infectada por las cuatro especies de parásitos con una intensidad promedio de 240 parásitos por pez; además mencionan a *C. farionis* como un nuevo registro geográfico y a *C. tenuissima* como un nuevo huésped para la trucha *S. trutta lacustris*.

Margolis y Boyce (1990) encontraron en el tracto digestivo del salmón chinook o salmón Rey *Oncorhynchus tshawytschadel* Río Rakai, Nueva Zelanda, los digeneos *Derogenes varicus*, *Licithocladium seriolellae*, *Parahemiurus* sp., y *Tubulovesicula angusticauda*; un metacéstodo probablemente del género *Phyllobothrium* y una larva de nemátodo tentativamente asignada al género *Contracaecum*.

En relación a la incidencia e intensidad de parásitos de acuerdo a la edad, talla y sexo del pez huésped; Hicks y Threlfall (1973) encontraron que en todas las especies de salmónidos examinadas (*Salmo salar*, *Salvelinus fontinalis*, *S. alpinus*, *S. namaycush*, *Coregonus clupeaformis*, *Prosopium cylindraceum*), los peces de mayor tamaño tienden a presentar un mayor número de especies de parásitos en contraste con los más pequeños. En los individuos de la trucha del Atlántico (*Salmo salar*) se encontró al digeneo *Bunodera luciopercae* el cual presentó un porcentaje mayor de infestación en las hembras (55%) que en los machos (21%); el digeneo

Diplostomum spathaceum fue observado más comunmente (38%) en el humor de los ojos de la hembra de *S. fontinalis*; además, el céstodo *Eubothrium crassum* infectó más individuos machos regularmente maduros de *S. salar* en comparación con hembras (58% y 9%, respectivamente).

Kennedy y Lie (1976), observaron que la distribución de la larva del nemátodo *Eustrangylides* dentro de la población de trucha café del reservorio de Fernworthy Devon, Gran Bretaña, presentó tres características particulares: (1) preferencia por individuos hembras, (2) preferencia por individuos más grandes y (3) el fracaso de los parásitos para permanecer acumulativamente en peces seniles. Además mencionan que la preferencia de *Eustrangylides* por la trucha hembra no había sido registrada, aunque a algunos otros parásitos de trucha tienen preferencia por algún sexo.

Chinniah y Threlfall (1978), examinaron 332 peces de ocho especies (*Salmo salar*, *Salvelinus fontinalis*, *S. namaycush*, *Coregonus clupeaformis*, *Prosopium cylindraceum*, *Esox lucius*, *Catostomus catostomus*, y *Covesius plumbeus*) del reservorio Smallwood, Labrador, Canadá. Señalan que el sexo del pez, no influye en el número de especies de parásito encontrados en los peces huésped de diferentes edades. Valtonen et al., (1990), estudiaron en el Lago Yli-Kitka al Noroeste de Finlandia, la aparición estacional de los monogeneos *Dactylogyrus amphibothrium*, y

Discocotyle sagittata en las agallas del pez ruffe (*Gymnocephalus cernuus*) y pez blanco (*Coregonus acronius*), respectivamente. Observaron que el porcentaje de infestación en el pez ruffe por *D. amphyobothrium* en relación con las clases de talla varió entre un 62 y 90%, presentando los individuos de mayor talla (>150 mm) los porcentajes de infestación más bajos y una intensidad promedio de tres parásitos por pez; los valores más altos se registraron en los peces con una longitud entre 110 y 149 mm. El porcentaje de infestación de *D. sagittata* en el pez blanco fue más alto en peces menores de 150 mm de longitud (44.4%), y éste decreció notablemente al aumentar la longitud (>210 mm).

1.2 OBJETIVOS

1. Analizar cualitativa y cuantitativamente la composición de macroparásitos en el tracto digestivo de la trucha arcoiris, *Oncorhynchus mykiss nelsoni* (Evermann), del Arroyo San Rafael, Noroeste de la Sierra San Pedro Mártir, B.C., México.

2. Determinar la incidencia e intensidad de infestación de macroparásitos del tracto digestivo de la trucha, con respecto a su edad, clases de talla, y sexo.

1.3 AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza en la porción noroeste de la Sierra San Pedro Mártir, B.C., entre las coordenadas $30^{\circ}50' - 30^{\circ}55' N$ y $115^{\circ}35' - 115^{\circ}50' W$ (Fig. 1).

El sistema montañoso de la Sierra San Pedro Mártir es de origen tectónico, formado por la intrusión del batolito peninsular sobre roca precretácica, formada principalmente por rocas de tipo granítica, tonalita y granodiorita (Frizzel, 1984).

La precipitación media anual de esta Sierra es de 411.7 mm en forma de lluvia o nieve (Alvarez, 1985). El promedio anual de temperatura ambiental registrada para la Sierra San Pedro Mártir es de $8.8^{\circ}C$ presentando en Febrero una temperatura promedio inferior de $0^{\circ}C$ y en Agosto una temperatura promedio de $16^{\circ}C$ (Alvarez, 1985).

La Sierra San Pedro Mártir presenta un bosque de coníferas, representado en las partes altas por *Pinus jeffrey*, *P. murrayana*, *P. lambertiana*, *Abies concolor* y *Libocedrus decurrens*, y en las partes bajas por *Pinus quadrifolia* (Wiggins, 1980). En los márgenes ribereños se distingue un tipo de vegetación arborecente y arbustiva, dominada por sauces (*Salix lasiolepis*), alisos (*Platanus racemosa*) y álamos (*Populus fremonti*) (Ruiz-Campos, 1991). En los arroyos se observa una gran diversidad de artrópodos acuáticos particularmente insectos de habitat bentónicos, pelágicos y

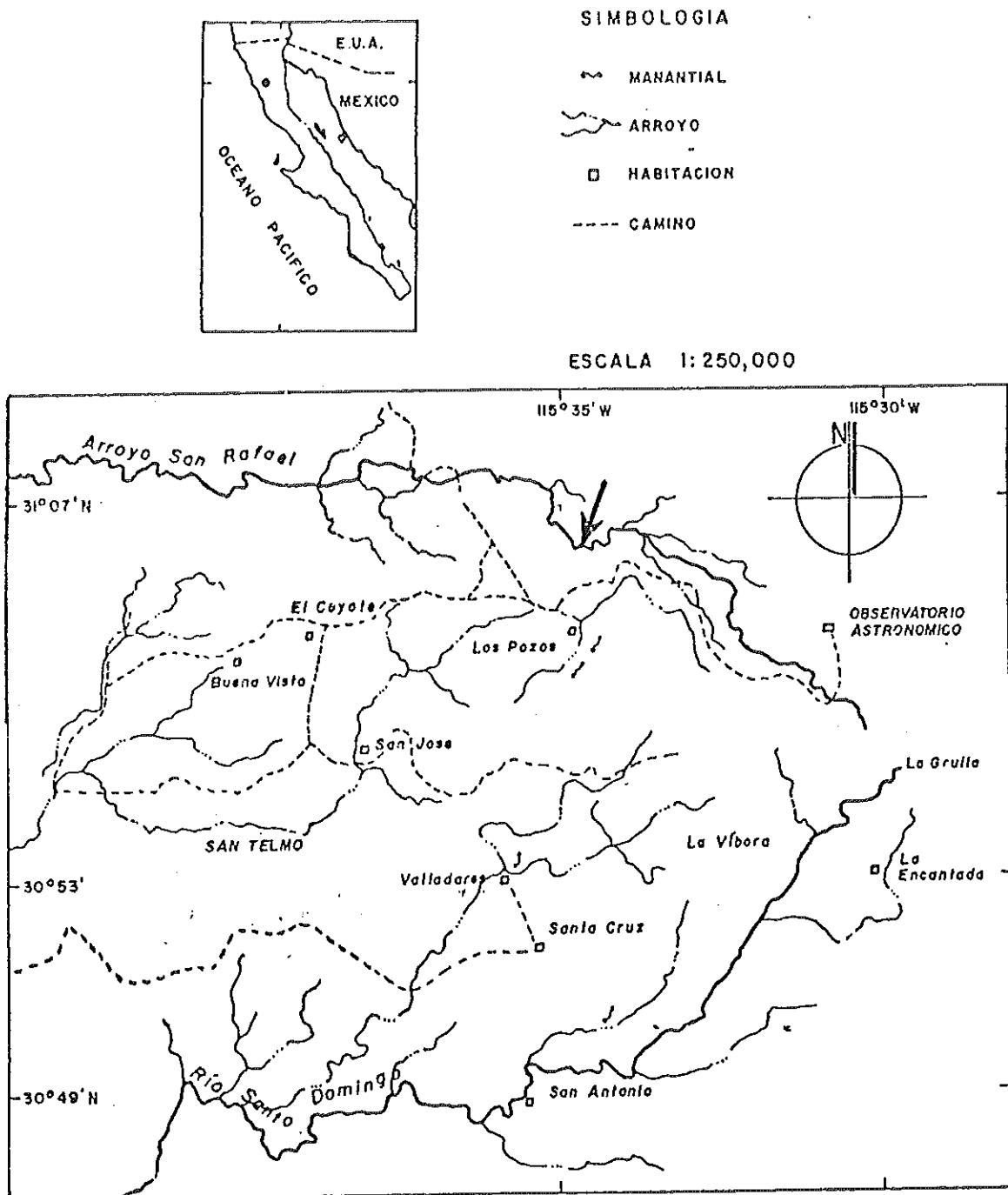


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio. La flecha indica la situación exacta del transecto de muestreo en el Arroyo San Rafael, Noroeste de la Sierra San Pedro Mártir, B.C.

epineustónicos (Ruiz-Campos, 1991).

La localidad de colecta en el Arroyo San Rafael (Rancho Mike's Sky) se encuentra a una altitud de 1219 msnm. Este Arroyo es somero y escasamente pasa de 40 cm de profundidad en áreas de remanso, posee una anchura promedio de 4m; y su fondo es de arena-grava de origen granítico (Ruiz-Campos, 1989); tiene como principales tributarios a los arroyos La Fresa, Vallecitos y Agua Zarca. El Arroyo San Rafael desemboca en Bahía Colonet en el Océano Pacífico (Ruiz-Campos, 1991).

La temperatura del agua del Arroyo San Rafael durante 1987, osciló de 7.2°C en Marzo a 16.8°C en Septiembre (Ruiz-Campos y Gomez-Ramírez, 1991).

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Método de Colecta.

Se efectuaron muestreos bimestrales de Enero de 1988 a Enero de 1989 en el Arroyo San Rafael, Noroeste de la Sierra San Pedro Mártir, Baja California (Fig. 1).

El material íctico fue capturado con el uso de un equipo de electropesca (110 V c.a.) en transectos de 100 metros a lo largo del arroyo, siguiendo las consideraciones metodológicas de Vincent (1971). Las truchas colectadas fueron inmediatamente preservadas en hielo y transportadas al laboratorio, donde se registró su longitud patrón (Lp, precisión 0.01 mm), peso (precisión 0.1 g), sexo y edad.

2.2. Análisis de laboratorio.

Se examinaron varios ejemplares en fresco y el resto del material íctico fue fijado en formaldehído al 10% neutralizado con borato de sodio, para su posterior análisis. Se tomaron truchas de diferentes tallas de la población, procurando tener representadas las diferentes clases de edad y sexo. La separación de las truchas por clases de talla se basó en los grupos descritos por Ruiz-Campos y Gomez-Ramírez (1991) de la siguiente manera: clase de talla 1 (≤ 100 mm LP), clase de talla 2 (101-130 mm LP) y clase de talla 3 (≥ 131 mm LP).

El análisis de edad (clases de edad en años), talla y sexo fue proporcionado por un estudio colateral al

presente, desarrollado por el M. en C. Gorgonio Ruiz-Campos y personal asociado al proyecto antes referido.

Las truchas fueron disecadas mediante un corte longitudinal desde la región anal hasta el istmo. El tracto digestivo fue dividido en sus diferentes componentes (esófago, estómago, ciegos pilóricos e intestino). Cada órgano se colocó en cajas de petri con una pequeña cantidad de agua. Posteriormente, se observó la pared externa de cada órgano bajo un microscopio estereoscópico. Los órganos se disecaron longitudinalmente y el contenido se colocó en cajas de petri con agua para detectar la presencia de cualquier metazoo parásito (tremátodos digeneos, céstodos, nemátodos, acantocéfalos). Asimismo, se revisó la pared interna de cada órgano.

Para los ejemplares de trucha examinados en fresco, se utilizó solución salina al 0.7%, con el objeto de simular el medio natural del parásito y así poder observarlos vivos (Gaviño, et al., 1982).

Los tremátodos obtenidos se fijaron en alcohol-formalina-ácido acético (AFA); el tiempo de fijación varió entre 2 y 24 horas, dependiendo del volumen del parásito. Posteriormente, se transfirieron a etanol 70% para preservarlos. Los tremátodos digeneos fueron teñidos con tricrómico de Gomori y montados en resina

sintética.

Los nemátodos se fijaron en solución Bouin por 24 horas y enseguida se transfirieron a etanol 70% para su conservación. Se aclararon en gelatina-alcohol y se montaron sobre un portaobjetos con gelatina glicerizada. Por último, se sellaron con resina sintética.

Los parásitos fueron identificados hasta el taxa más bajo posible, siguiendo los criterios de Choquette (1951), Yamaguti (1958, 1961), Schell (1971), y Moravec y Arai (1971).

2.3. Análisis Estadístico.

Para el análisis cualitativo y cuantitativo de macroparásitos en cada ejemplar examinado, se cuantificó lo siguiente:

- 1.- Número total de taxa de parásitos encontrados en el tracto digestivo.
- 2.- Número total de individuos encontrados de cada taxón de parásito en el tracto digestivo.
- 3.- Número de cada especie de parásito a nivel de órgano.

Se determinó la intensidad promedio de parásitos en el tracto digestivo de la trucha arcoiris. Esta se refiere al número promedio de individuos de un taxón particular de parásito por huésped infectado en una muestra (Margolis et al., 1982).

Asimismo, se determinó la frecuencia de ocurrencia (prevalence) de los parásitos a nivel de órganos, clases de edad, clases de talla, y sexo. Dicho término se define como el número de huéspedes infectados por un taxón particular de parásito, y dividido por el número de huéspedes examinados (Margolis et al., 1982). La fórmula es expresada como:

$$F.O. = \frac{n_i}{N} (100)$$

donde: F.O. = frecuencia de ocurrencia expresada en porciento del taxón parásito i.

n_i = número de peces que fueron registrados con el taxón parásito i.

N = número total de peces examinados.

Para comprobar si existe relación entre el número de parásitos (cantidad de parásitos removidos de todas las taxa combinadas) y la talla del huésped, se utilizó un análisis de correlación paramétrica de Pearson (r). Dicho análisis incluyó:

- Número de parásitos vs talla del huésped hembra.
- Número de parásitos vs talla del huésped macho.
- Número de parásitos vs talla de organismos huésped inmaduros.
- Número de parásitos vs talla del huésped (ambos sexos combinados).

- Número de *Crepidostomum* sp. vs talla del huésped (ambos sexos combinados).

Se efectuaron pruebas de análisis de varianza (Anova 1 vía) para determinar si existen diferencias significativas entre el número de parásitos a nivel de órganos, clases de edad, clases de talla y sexo de la trucha.

3. RESULTADOS

3.1. Taxonomía y Descripción de los Macroparásitos Registrados en el Tracto Digestivo de la Trucha Arcoiris.

Phyllum Plathelmintha

Clase Trematoda

Familia Allocreadiidae Stossich, 1903

Subfamilia Crepidostominae no revisado

para Crepidostomatinae

Dollfus, 1951

Género *Crepidostomum* Braun, 1900. (Figura 2)

Descripción:

Cuerpo oval, y elongado. Ventosas bien desarrolladas, la ventosa oral con un par de papilas ventrolaterales y dos pares de papilas dorsales. Abertura bucal ventroterminal o comunmente ventral. Prefaringe presente; faringe bien desarrollada. Esófago de longitud moderada. Terminación de los ciegos intestinales cerca de la extremidad posterior del cuerpo. Ventosa ventral o acetábulo en la región media anterior del cuerpo. Testículos alineados. Saco del cirro más o menos elongado y claviforme, rebasando el acetábulo. Contiene vesícula seminal, complejo prostático y, conductos eyaculatorios. Poro genital medio, pre-acetabular. Ovario pre-testicular. Receptáculo



Figura 2. *Crepidostomum* sp., del intestino de la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss nelsoni*.
Magnificación X 200.

seminal y canal Laurer presente. El Útero se extiende hasta la parte posterior del ovario. Folículos vitelinos abundantes, localizados en la región lateral del cuerpo. Vesícula excretora en forma de I (Figura 2).

Phyllum Aschelminthes

Clase Nematoda

Familia Rhabdochonidae Skrjabin, 1946

Subfamilia Rhabdochoninae Travassos,

Artigas et Pereira, 1928

Género *Rhabdochona* Railliet, 1916. (Figura 3 a,b).

Descripción:

Presencia de boca con dos labios. Cápsula bucal en forma de embudo, provista de varillas longitudinales que terminan en dientes agudos, cuyo número es variable. Mesostom largo y angosto. Esófago moderadamente largo, la parte anterior es corta y muscular, la parte posterior es más larga y glandular (Figura 3a). Macho con cola cónica, puntiaguda y curvada. Presenta numerosas y simples papilas pre-anales y de tres a seis pares de papilas post-anales. Espículas desiguales (Figura 3b). Hembra con vulva en la región media del cuerpo. Cola recta y elongada. Ovíparos. Huevecillos elípticos con o sin filamentos polares.

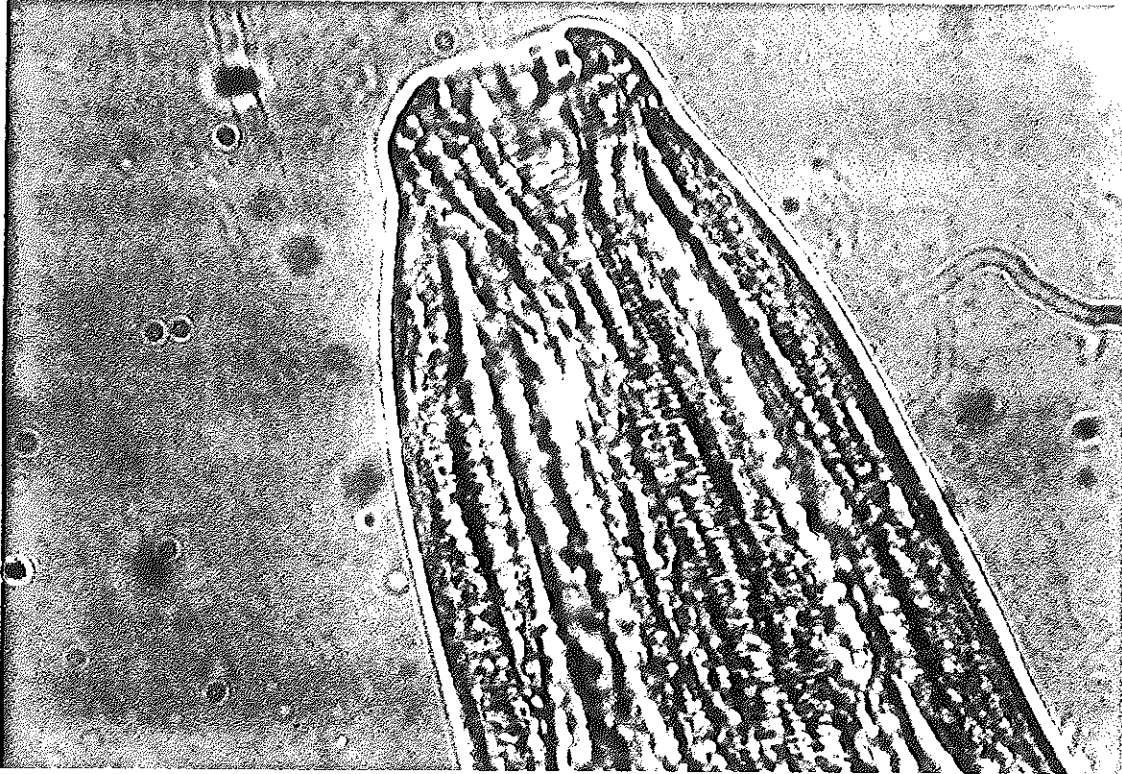


Figura 3a. Extremo anterior del nemátodo *Rhabdochona* sp., localizado en ciegos pilóricos. Magnificación X 280.

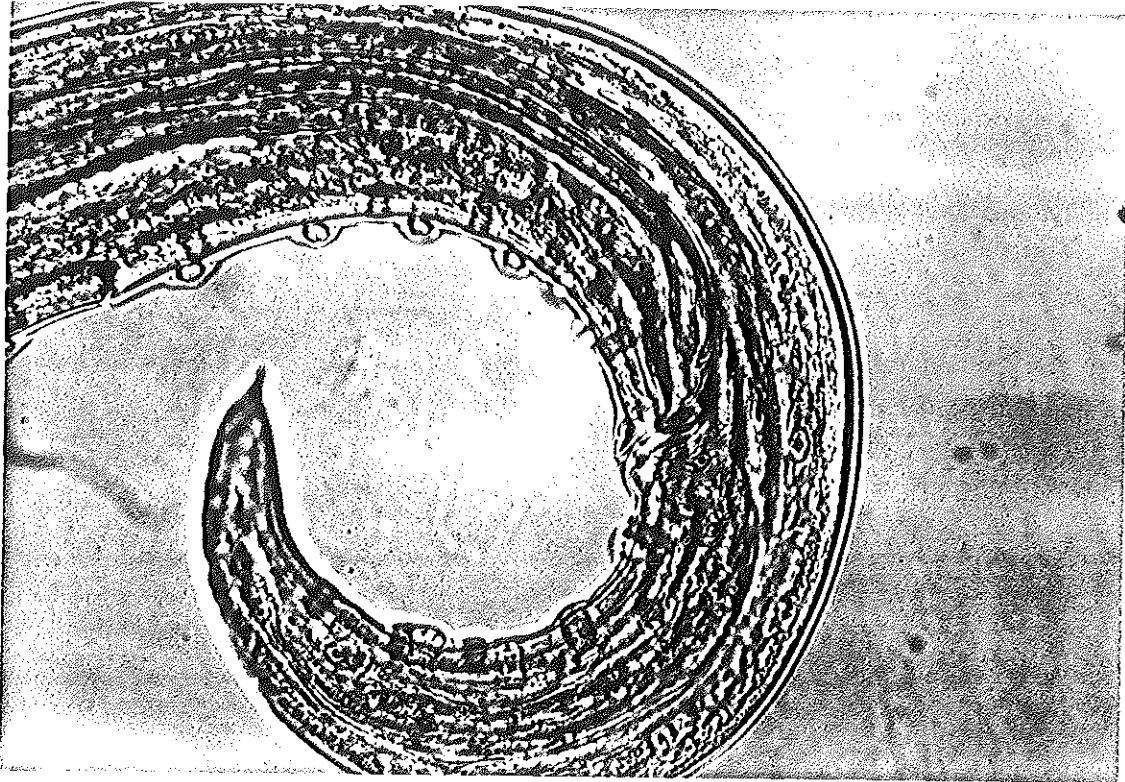


Figura 3b. Extremo posterior de un nemátodo macho del género *Rhabdochona* sp., localizado en intestino. Magnificación X 200.

Clase Nematoda

Familia Dorylaimidae de Man, 1876

Subfamilia Dorylaiminae (de Man, 1876)

Filipjev, 1918

Género *Dorylaimus* Dujardin, 1845. (Figura 4).

Descripción:

Nemátodos generalmente grandes (1 mm hasta 7 mm de longitud). Su cutícula es gruesa con poros laterales. Labios moderadamente desarrollados. Cabeza más angosta que el cuerpo, presenta papilas dispuestas en dos círculos, seis en el interior y diez en el exterior. Lanza o diente fuerte bien desarrollado. El anillo guía generalmente aparece doble. Amphids anchos en forma de escudo o estribo, con aberturas a manera de hendiduras localizadas cerca de la base lateral de los labios. Esófago cilíndrico, generalmente dividido en dos partes, la parte anterior es más delgada que la posterior. El macho presenta testículos apareados, opuestos, extendidos hacia la terminación proximal del vaso deferente. En la parte posterior presenta papilas submedias. Prerectum se extiende hasta la hilera de órganos suplementarios. Cola corta, ancha y redonda. La hembra con vulva longitudinal en algunas especies. Gonadas apareadas, opuestas. Cola larga-filiforme (Figura 4).

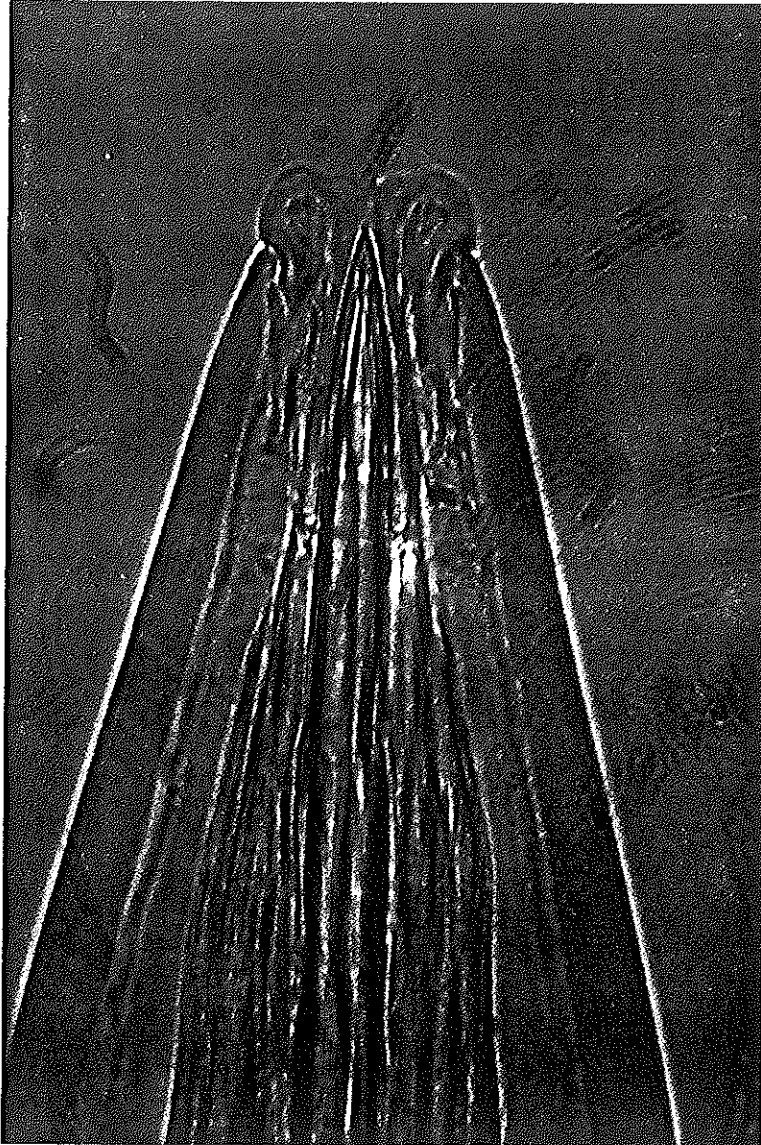


Figura 4. *Dorylaimus* sp., localizado en el estómago de la trucha. Magnificación X 280.

3.2. Análisis Cualitativo y Cuantitativo de Macroparásitos.

De los 175 tractos digestivos de trucha arcoiris examinados durante un ciclo anual en el Arroyo San Rafael, se registró un total de 2352 vermes parásitos; de los cuales el 87.93% pertenecen al género *Crepidostomum* (Digenea) y el 11.10% al género *Rhabdochona* (Nematoda); el resto (0.95%) fue representado por el nemátodo *Dorylaimus* sp., y otros nemátodos y monogeneos no identificados (Tabla I).

Se determinó una intensidad promedio de 15.58 parásitos (todas las taxa combinadas) por pez infestado.

El parásito más abundante en el tracto digestivo de la trucha arcoiris fue el digeneo *Crepidostomum* sp., con una intensidad promedio de 13.69 parásitos por pez infestado; en cambio el nemátodo *Rhabdochona* sp. presentó una intensidad promedio de 1.73 parásitos por pez infestado. Los parásitos no identificados debido al mal estado en que se encontraron, presentaron una intensidad promedio de 0.15 parásitos por pez infestado. Se detectó la presencia de un sólo nemátodo del género *Dorylaimus* sp. (Tabla I).

La mayor incidencia de parásitos se registró en el intestino (N=1539, 65.43%) principalmente por *Crepidostomum* sp. (83.89%) y *Rhabdochona* sp. (15.79%). Los ciegos pilóricos presentaron 778 parásitos (33.50%) contribuyendo *Crepidostomum* sp. con un 97.72%. En tanto el

Tabla I. Composición taxónomica de parásitos del tracto digestivo de la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, del Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C., México.

Gpo. taxónomico	Familia	Género	N	%	I.P.
Tremátodos Monogeneos	No ident.	No ident.	4	0.17	0.03
Tremátodos Digeneos	Allocreadiidae	Crepidostomum sp	2068	87.93	13.69
Hemátodos	Rhabdochonidae	Rhabdochona sp	261	11.10	1.73
	No ident.	No ident.	18	0.77	0.12
	Dorylaimidae	Dorylaimus sp	1	0.04	0.01

I.P.= Intensidad promedio

estómago presentó un número muy bajo de parásitos (N=25, 1.06%) siendo los de mayor frecuencia los nemátodos no identificados (56%), seguido por *Crepidostomum* sp. (28%) y *Rhabdochona* sp. (12%) (Tabla II).

3.3. Frecuencia de Ocurrencia (Prevalence) de Macroparásitos por Organos.

Se observó en los 151 tractos digestivos examinados, que el órgano más infestado por parásitos fue el intestino (80%), seguido por los ciegos pilóricos (74.17%) y el estómago (9.93%; Figura 5). El digeneo *Crepidostomum* sp. presentó los siguientes valores de frecuencia de ocurrencia: ciegos pilóricos (99.11%), intestino (83.33%) y estómago (26.67%). Por otro lado, el nemátodo *Rhabdochona* sp. registró una frecuencia de ocurrencia en el intestino de 53.33%, 20% en estómago y 9.8% en ciegos pilóricos (Figura 6). Un porcentaje alto de estómagos (53.33%) registraron parásitos no identificados, mientras que en ciegos los pilóricos e intestino los porcentajes fueron bajos (2.70% y 4%, respectivamente; Figura 6).

3.4. Frecuencia de Ocurrencia (Prevalence) de Macroparásitos por Clases de Edad de la Trucha.

Con respecto a la edad de la trucha se encontró una mayor infestación por parásitos (todas las taxa combinadas) en los peces de mayor edad (edad III, 91.67%), y

Tabla II. Organos infestados del tracto digestivo de la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, del Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C. México.

Especie	Organo					
	Estómago		Ciegos pilóricos		Intestino	
	N	%	N	%	N	%
<i>Crepidostomum</i> sp.	7	28	770	97.72	1292	83.89
Monogéneos no ident.	0	0	3	0.38	1	0.06
<i>Rhabdochona</i> sp.	3	12	15	1.90	243	15.79
<i>Dorylaimus</i> sp.	1	4	0	0	0	0
Hemátodos no ident.	14	56	0	0	4	0.26
Total	25	1.06	788	33.50	1539	65.43

N= número de parásitos

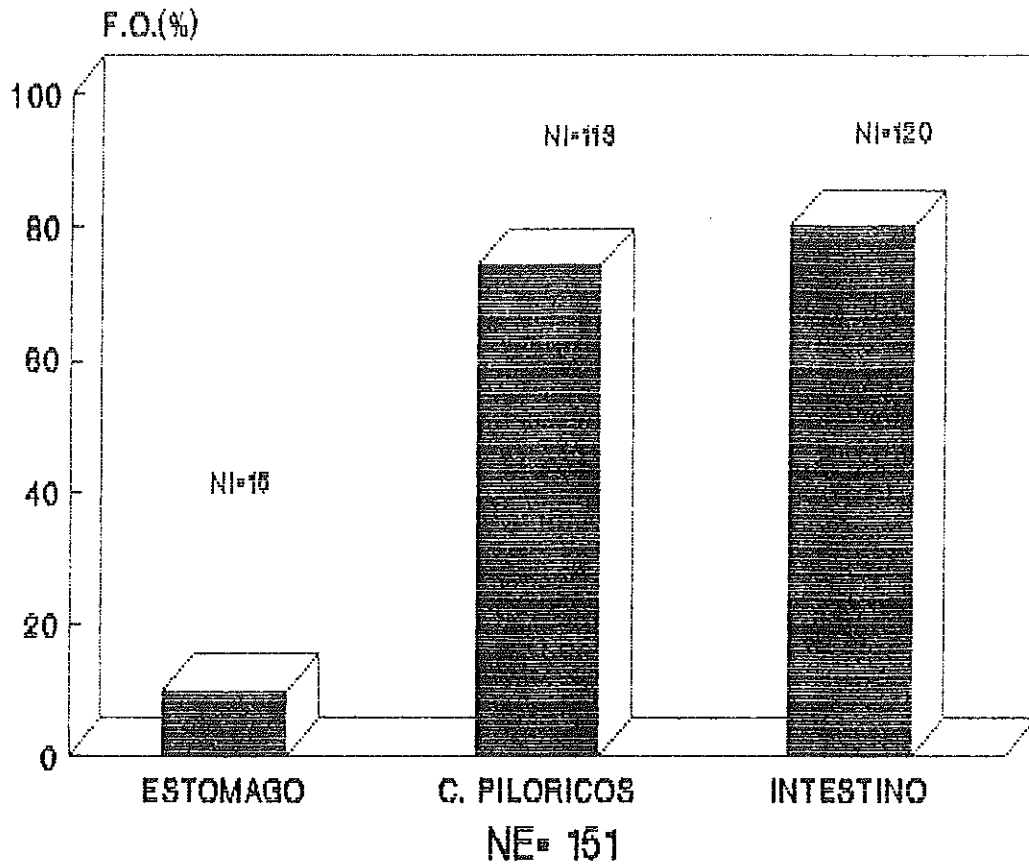


Figura 5. Frecuencia de ocurrencia (Prevalence) global a nivel de órganos del tracto digestivo de la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, del Arroyo San Rafael Sierra San Pedro Mártir, B.C., México. NE, indica el número de tractos examinados; NI, número de órganos infestados.

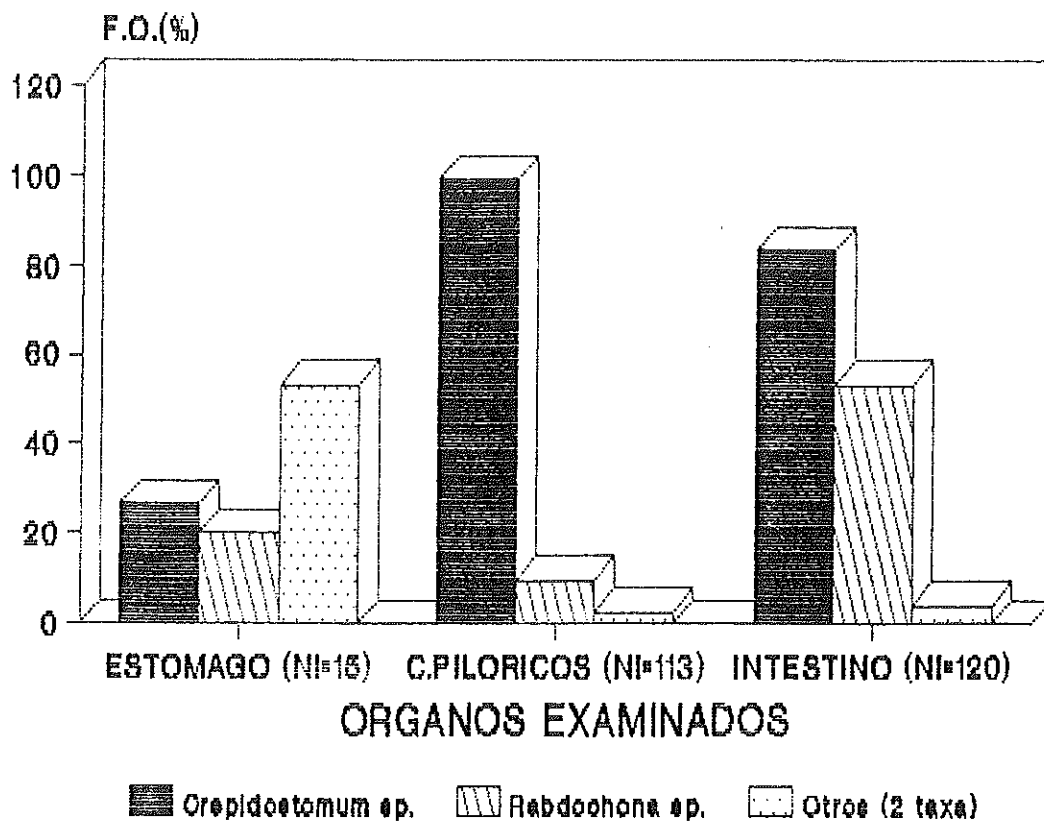


Figura 6. Frecuencia de ocurrencia (Prevalence) de cada especie de parásito a nivel de órganos del tracto digestivo de la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss nelsoni*. NI, indica el número de órganos infestados.

menor en los individuos juveniles o de edad cero (70.97%; Figura 7).

En todos los peces de edad cero examinados (N= 22), se registró a *Crepidostomum* sp. (100%); el nemátodo *Rhabdochona* sp. ocurrió en el 22.73% de los individuos juveniles, y otros parásitos no identificados contribuyeron con un 4.55%. Los peces de edad I registraron una mayor ocurrencia de *Crepidostomum* sp. (94.59%) y *Rhabdochona* sp. (54.05%). En los peces de edad II, *Crepidostomum* sp. fue también el parásito más frecuente (95.37%), seguido por *Rhabdochona* sp. (32.56%) y otros parásitos no identificados (11.63%). Los peces de edad III resultaron similarmente parasitados por *Crepidostomum* sp. (72.73%) y por *Rhabdochona* sp. (72.73%), mientras que los parásitos no identificados registraron un 9.09% (Figura 8).

3.5. Frecuencia de Ocurrencia (Prevalence) por Clases Talla de la Trucha.

En la trucha arcoiris se observó un incremento en el número de parásitos conforme aumenta su talla (ambos sexos). En los peces de clase talla 3 (≥ 131 mm LP) se presentó un mayor porcentaje de infestación (93.22%) disminuyendo a 88.24% en los peces de clase talla 2 (101-130 mm LP) y, a 75% en la clase talla 1 (≤ 100 mm LP) (Figura 9).

De los 36 peces infestados pertenecientes a la clase de

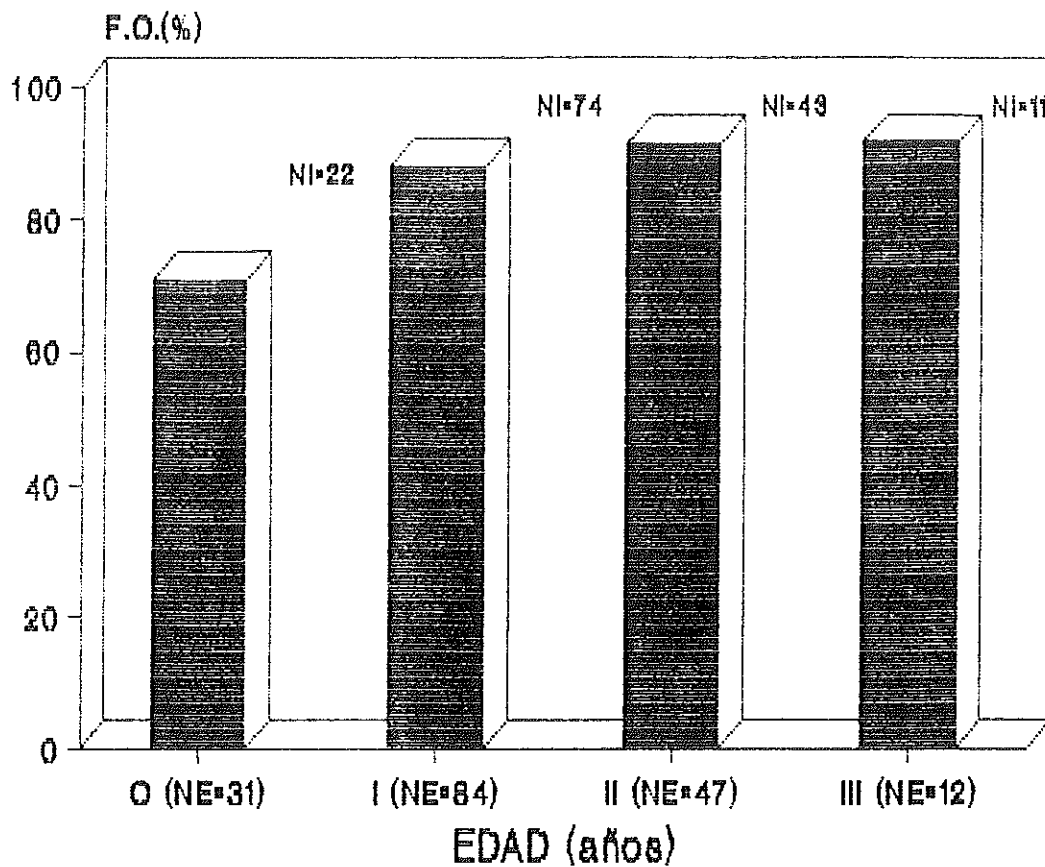


Figura 7. Frecuencia de ocurrencia (Prevalence) global por clases de edad en la trucha arcoiris Oncorhynchus mykiss nelsoni. NE, indica número de ejemplares examinados; NI, número de ejemplares infestados.

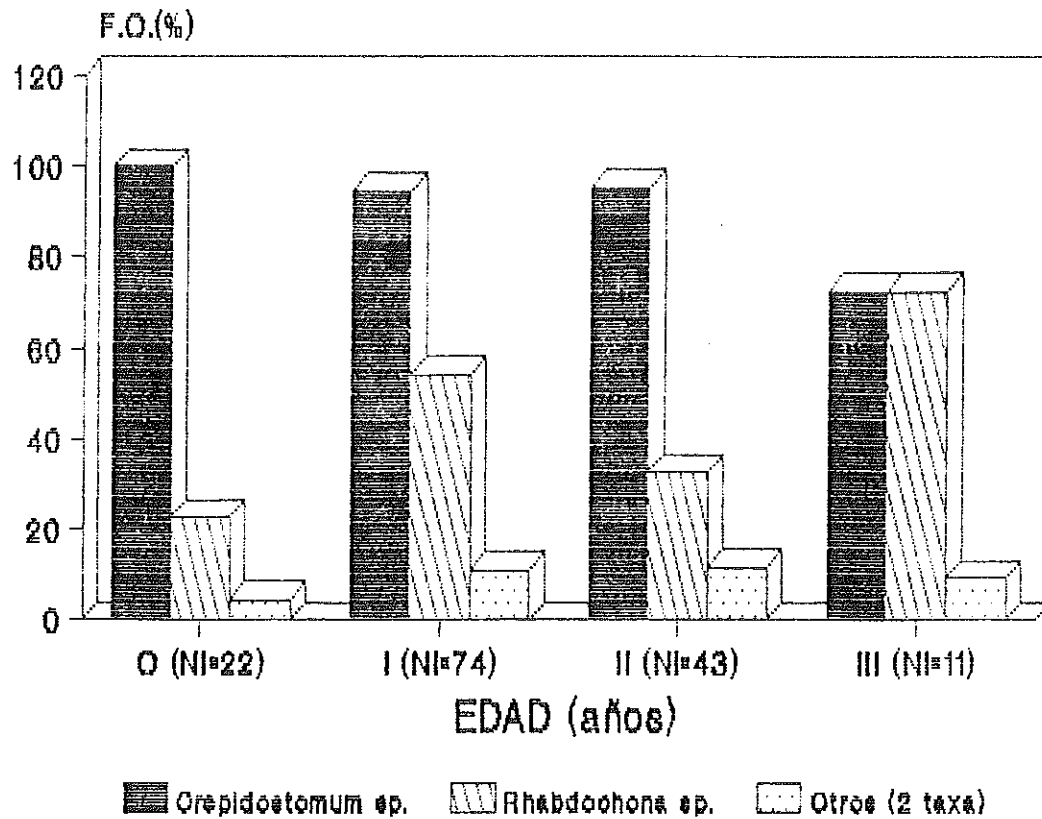


Figura 8. Frecuencia de ocurrencia (Prevalence) de cada especie de parásito a nivel de clases de edad de la trucha arcoiris Oncorhynchus mykiss nelsoni. NI, indica el número de ejemplares infestados.

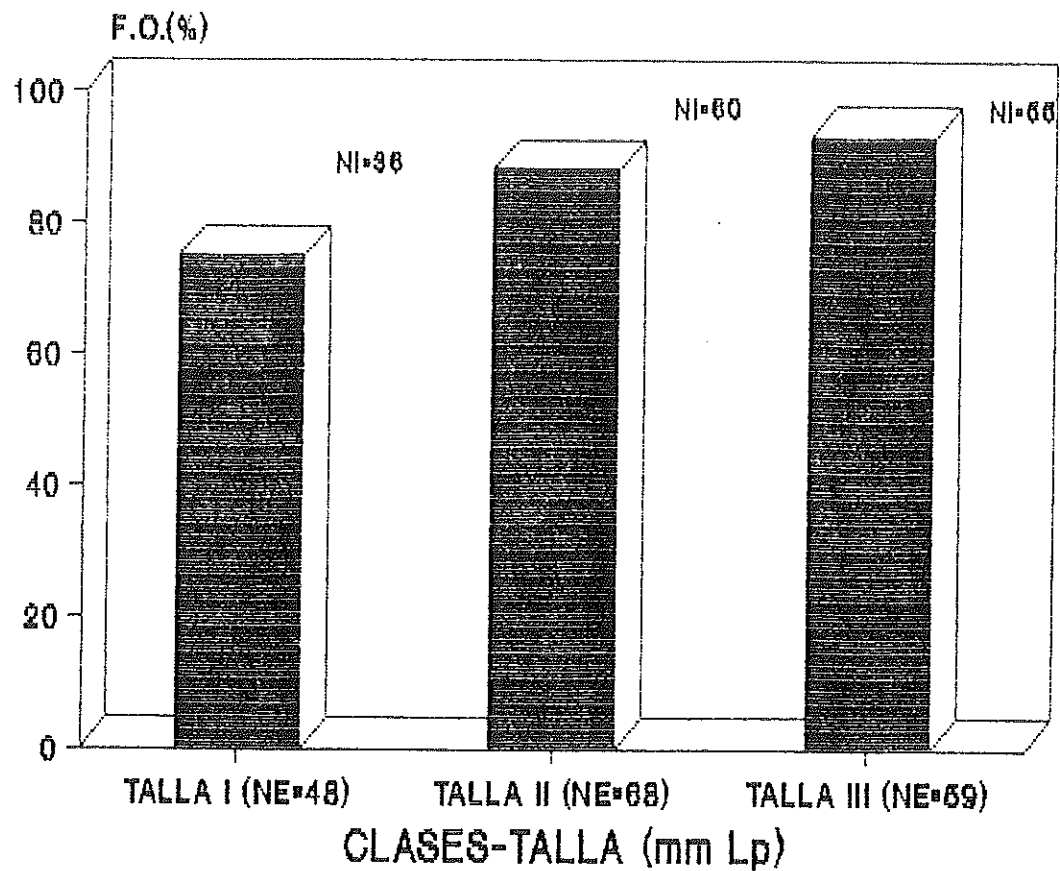


Figura 9. Frecuencia de ocurrencia (Prevalence) global por clases de talla en la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss nelsoni*. NE, indica número de ejemplares examinados; NI, número de ejemplares infestados.

talla 1, *Crepidostomum* sp. fue el parásito más frecuente (97.22%), seguido por *Rhabdochona* sp. (30.56%; Figura 10). Las truchas incluidas en la clase talla 2 (N= 60 peces infestados), *Crepidostomum* sp. fue de nuevo el parásito más frecuente (95.0%); el nemátodo *Rhabdochona* sp. y otros no identificados contribuyeron con un 63.33%. Las truchas que integran la clase talla 3 (N= 55 peces infestados), registraron una mayor ocurrencia de *Crepidostomum* sp. (89.09%), seguido por *Rhabdochona* sp. (43.64%) y otros parásitos no identificados (10.91%; Figura 10).

3.6. Frecuencia de Ocurrencia (Prevalence) por Sexo.

En la trucha arcoiris se observó claramente una alta infestación (todos los taxa combinados) en los peces machos (90.74%), en comparación con los peces hembra (88.10%) y los peces inmaduros (75.68%; Figura 11).

Los peces juveniles o inmaduros sobresalen por la alta dominancia de *Crepidostomum* sp. con un 96.43%. Los parásitos que se registraron en menor proporción en los juveniles fueron *Rhabdochona* sp. (21.43%) y parásitos no identificados (7.14%; Figura 12).

Por su parte, los peces machos registraron un mayor porcentaje de infestación por *Crepidostomum* sp. (93.88%) y un menor porcentaje por *Rhabdochona* sp. (46.94%) y parásitos no identificados (10.20%).

En los peces hembras la dominancia fue para

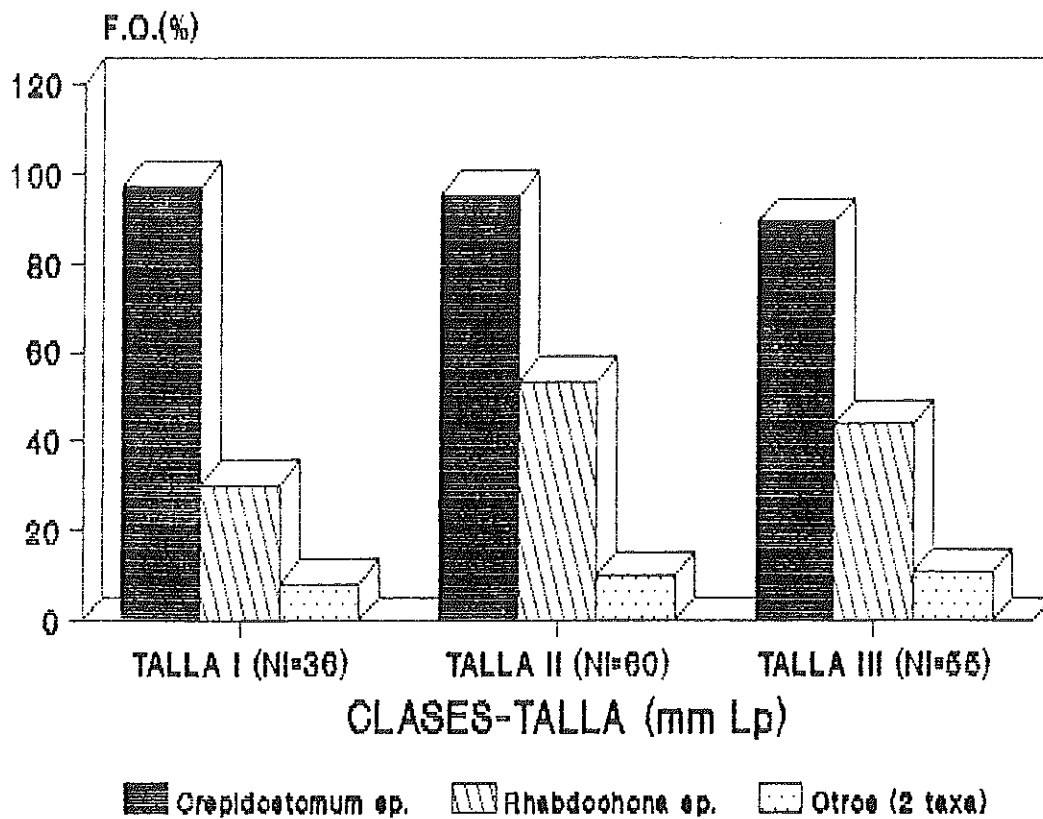


Figura 10. Frecuencia de ocurrencia (Prevalence) de cada especie de parásito a nivel de clases de talla de la trucha arcoiris Oncorhynchus mykiss nelsoni. NI, indica el número de ejemplares infestados.

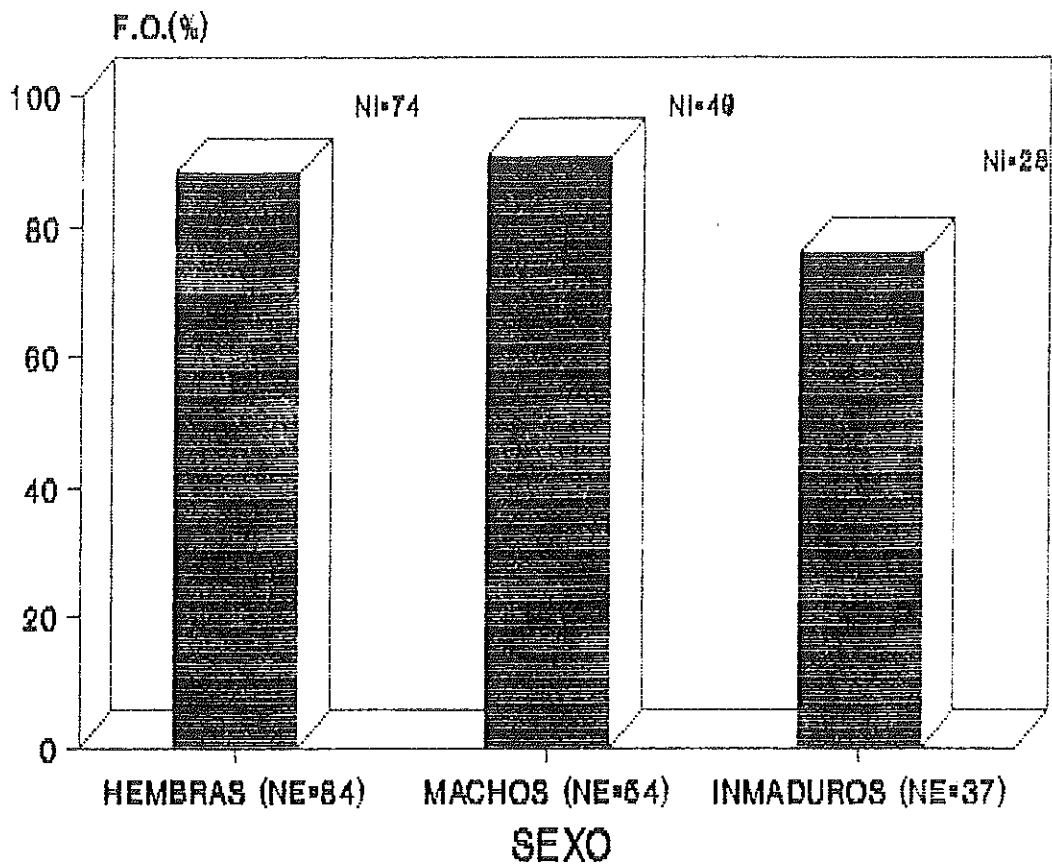


Figura 11. Frecuencia de ocurrencia (Prevalence) global por sexos en la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss nelsoni*. NE, indica el número de ejemplares examinados; NI, el número de ejemplares infestados.

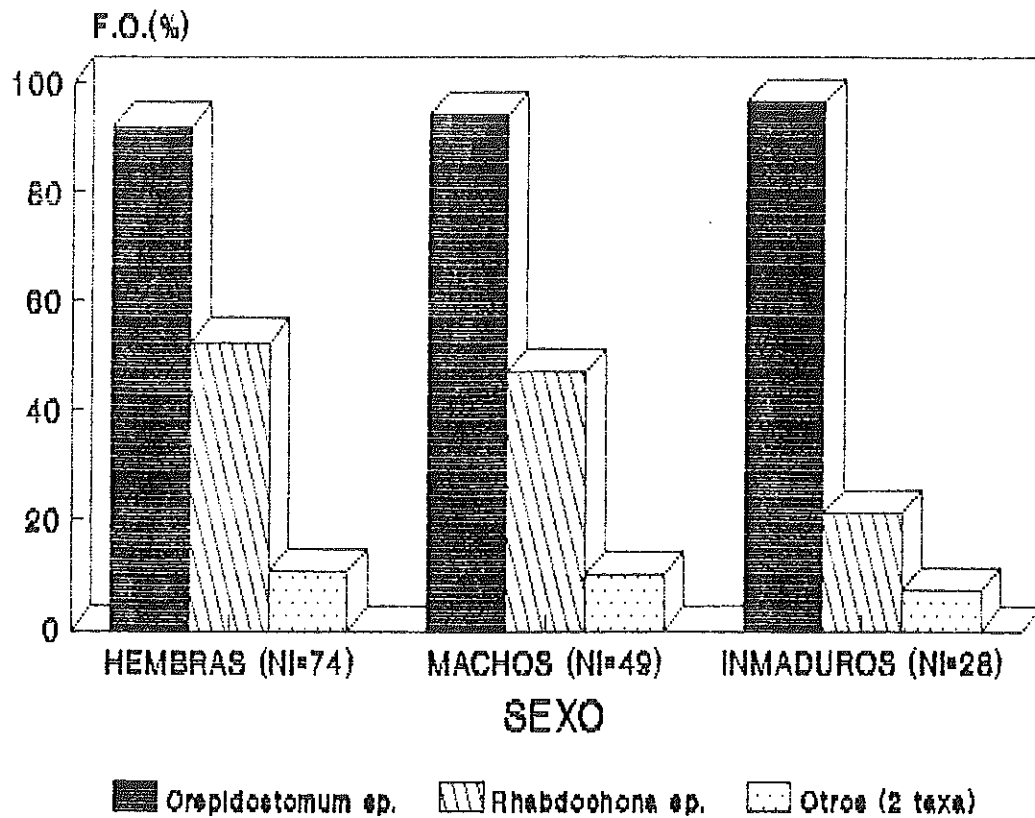


Figura 12. Frecuencia de ocurrencia (Prevalence) de cada especie de parásito a nivel de sexos de la trucha arcoiris Oncorhynchus mykiss nelsoni. NI, indica el número de ejemplares infestados.

Crepidostomum sp. (91.89%); el nemátodo *Rhabdochona* sp. y otros parásitos no identificados registraron porcentajes de infestación de 52.70% y 10.81%, respectivamente (Figura 12).

3.7. Análisis Estadístico.

Los valores de la correlación de Pearson (r) entre el número de parásitos (cantidad de parásitos removidos de todas las taxa combinadas) y la talla de la trucha se presentanen la tabla III.

Solamente la correlación entre el número de parásitos y la talla de la trucha (ambos sexos combinados) fue significativa ($r = 0.23$, $P < 0.05$) de igual manera, el número de vermes de *Crepidostomum* sp. y la talla de la trucha (ambos sexos combinados) registró una correlación significativa ($r = 0.28$, $P \leq 0.05$).

Por otra parte, el análisis comparativo entre el número de parásitos (todas las taxas combinadas) y algunas características del huésped (e.g., órgano, clase de edad, clases de talla, y sexo) se presenta en la tabla IV . Se registraron diferencias significativas en el número promedio de parásitos entre clases de talla de la trucha (ANOVA, $F = 4.97$, $P < 0.05$); entre órganos ($F = 5.24$, $P \leq 0.05$) y entre clases de edad ($F = 5.79$, $P \leq 0.05$).

También el número promedio de *Crepidostomum* sp. fue significativamente diferente entre clases de talla de la

Tabla III. Análisis de correlación entre el número de parásitos (todas las taxa combinadas) del tracto digestivo de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss nelsoni*) con la talla y sexo del huésped.

Correlación del Número de		
parásitos Vs:	r (Pearson)	(P)
Talla en hembras	0.1811	0.1224
Talla en machos	0.2079	0.1516
Talla en inmaduros	0.1594	0.5177
Talla (ambos sexos combinados)	0.2396	0.0030*
Correlación del número de:		
<i>Crepidostomum</i> sp. Vs Clases talla	0.2874	0.0005*

* Significancia $\alpha = 0.05$

Tabla IV. Análisis estadístico de la composición de parásitos en el tracto digestivo de la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B. C., México.

Comparación	ANOVA	
	Razon F	(P)
Núm. de parásitos entre de clases talla (c)	4.9704	0.0081*
Núm. de <i>Crepidostomum</i> sp. entre clases de talla	5.7909	0.0038*
Núm. de <i>Rhabdochona</i> sp. entre clases de talla	0.2262	0.7981
Núm. de parásitos entre órganos (c)	5.2497	0.0058*
Núm. de parásitos entre clases de edad (c)	2.9582	0.0344*
Núm. de <i>Crepidostomum</i> sp. entre clases de edad	3.3285	0.0215*
Núm. de <i>Rhabdochona</i> sp. entre clases de edad	0.3333	0.8012
Núm. de parásitos entre sexos (c)	2.1056	0.1254
Núm. de <i>Crepidostomum</i> sp. entre sexos	1.8108	0.1673
Núm. de <i>Rhabdochona</i> sp. entre sexos	0.7830	0.4612

* Significancia $\alpha = 0.05$

(c) Todas las taxa combinadas.

trucha (ambos sexos combinados; $F= 5.79$, $P\leq 0.05$); la misma tendencia fue registrada por este parásito entre las clases de edad de la trucha ($F=3.3$, $P\leq 0.05$).

A nivel de sexos de la trucha, no se registraron diferencias significativas ($P\geq 0.05$) en el número promedio de parásitos (todas los taxa combinados), así como en el número promedio de parásitos de *Crepidostomum* sp. y *Rhabdochona* sp., respectivamente. De igual manera, el número promedio de parásitos de *Rhabdochona* sp fue similar ($P\geq 0.05$) a nivel de clases de talla (ambos sexos combinados), como también a nivel de clases de edad.

4. DISCUSION

En el presente estudio sobre la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss nelsoni* del Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, se observaron diferencias cualitativas y cuantitativas en la composición de macroparásitos con respecto a otras especies de salmónidos en Norteamérica. Estas diferencias pueden ser debido a factores diversos, tales como el tiempo de captura, características fisicoquímicas del lugar de muestreo (Threlfall y Hanek, 1970), diferencias en hábitos alimenticios del huésped, la disponibilidad de huéspedes intermediarios, así como el comportamiento y movimiento del huésped migratorio (Chinniah y Threlfall, 1978).

En la trucha arcoiris, *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, se encontró que el parásito más abundante fue el digeneo *Crepidostomum* sp.; resultados similares han sido también registrados en otras subespecies de trucha arcoiris y otros salmónidos en Norteamérica (e.g., Choquette, 1948; Sanderman y Pippy, 1967; Chinniah y Threlfall, 1978). Asimismo, el nemátodo *Rhabdochona* sp. ha sido frecuentemente observado en la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss* spp.) y otras especies de peces en la mayor parte del mundo (e.g., Africa, Asia, Australia, Nueva Zelanda y América; c.f., Choquette, 1948; 1951; Moravec y Arai, 1971; Collins y Dechtiar, 1974; Mudry y Anderson, 1977).

El ciclo de vida del digeneo *Crepidostomum* sp., incluye como primer huésped intermediario a moluscos y, como segundo huésped intermediario, a ninfas de insectos efemerópteros (Collins y Dechtiar, 1974; Roberts, 1981; Jiménez et al., 1985; Willers, 1991). Sin embargo, en *Rhabdochona* sp., su huésped intermediario lo constituyen las ninfas del efemeróptero conocido como "mosca de mayo" (Gustafson, 1939; 1949; Jiménez et al., 1985). La presencia de estos parásitos en la trucha *O. mykiss nelsoni*, es explicado por la ocurrencia significativa de ninfas de efemerópteros en su dieta de primavera-verano (Ruiz-Campos y Cota-Serrano, 1992).

El hecho de haber encontrado un solo individuo del nemátodo *Dorylaimus* sp. en el estómago de la trucha, indica que su ocurrencia fue accidental, dado que este nemátodo es de hábitos saprófitos en el suelo (Chitwood y Allen, 1959; Goodey, 1963; Chitwood y Chitwood, 1974; Christie, 1982) y pudo haber sido ingerido por la trucha.

El parásito registrado con mayor dominancia en el tracto digestivo de esta subespecie de trucha arcoiris, fue el digeneo *Crepidostomum* sp., con una intensidad promedio de 13.69 parásitos por pez infestado. Dicho valor es superior al registrado por Sanderman y Pippy (1967), en la trucha arcoiris y trucha de arroyo en Insular Newfoundland, el cual fue de 7.5 y 10.8 parásitos por pez infestado, respectivamente. Este trabajo es concomitante

con los resultados obtenidos por Mudry y Anderson (1977) en los lagos de Mountain National Parks, Canadá quienes encontraron que el 98.9% de los parásitos recolectados en la trucha de arroyo *Salvelinus fontinalis* (longitud promedio de 141 mm) corresponden a los digeneos *Diplostomum* sp. y *Crepidostomum farionis*.

El órgano que presentó el mayor porcentaje de infestación por parásitos (todas las taxa combinadas) en la trucha arcoiris fue el intestino (80%). Sin embargo a nivel de taxón, se detectó un mayor porcentaje de infestación por *Crepidostomum* sp. en ciegos pilóricos y por *Rhabdochona* sp. en intestino. Esta tendencia es debida a que dichos órganos son el hábitat principal de los dos parásitos (Yamaguti, 1961; Moravec y Arai, 1971; Roberts, 1981; Salgado y Osorio, 1987; Willers, 1991).

Por otro lado, es notable la diferencia en el porcentaje de infestación entre las clases de edad de la trucha, presentándose un incremento con la edad del pez. El porcentaje de infestación fue similar en las truchas de dos y tres años (clase de edad II y III), pero significativamente diferente de aquellas truchas de un año o menos (edad cero). Esto concuerda con lo registrado por Hicks y Threlfall (1973), para varias especies de salmónidos y coregónidos en cuatro localidades de la costa de Labrador, Canadá. Asimismo, concuerda con lo encontrado

por Chinniah y Threlfall (1978) en *Salvelinus namaycush*, quienes notaron un incremento en el número de taxa de parásitos con la edad del pez. En este trabajo, se observó a *Crepidostomum* sp. con un alto porcentaje de infestación para todas las clases de edad. En cambio *Rhabdochona* sp. registró un menor porcentaje de infestación en la clase de edad cero; esto coincide con lo registrado por Evans (1978), quien encontró en el pez *Rutilus rutilus* (Cyprinidae) un incremento gradual en la intensidad de infestación por el digeneo *Asymphyloga kubanicum* con el incremento de la edad. En alusión a lo anterior, Bouillon y Dempson (1989) concluyen que varias especies de parásitos exhiben un incremento en la intensidad de infestación con la edad del huésped.

En términos generales, las truchas de las clases de talla 3 (≥ 131 mm LP) presentaron un mayor porcentaje de infestación (todas las taxa combinadas); sin embargo, las truchas ≤ 130 mm LP (clase de talla 1 y 2) presentaron un mayor porcentaje de infestación por *Crepidostomum* sp. y *Rhabdochona* sp. Lo anterior concuerda con lo observado por Valtonen et al. (1990) en el pez ruffe (*Gymnocephalus cernuus*) y el pez blanco (*Coregonus acronius*) del Lago Yli-Kitka, Finlandia; donde observaron mayor porcentaje de infestación en los peces de menor talla (≤ 150 mm LP) por los monogeneos *Dactylogyrus amphibothrium* y

Discocotyle sagittata, respectivamente. El haber encontrado un mayor porcentaje de infestación en las truchas de la clase de talla 1 (≤ 100 mm LP) y 2 (101-130 mm LP) puede ser debido a que la dieta de éstas truchas es dominada por las larvas de dípteros, tricópteros, y efemerópteros (mosca de mayo) (Ruiz-Campos y Cota-Serrano, 1992); siendo éstas últimas el segundo huésped intermediario del digeneo *Crepidostomum* sp. cuya larva "cercaria" se enquista en el músculo de la "mosca de mayo" hasta ser consumida por el huésped definitivo (Collins y Dechtiar, 1974; Roberts, 1981; Jiménez et al., 1985; Willers, 1991). También este insecto actúa como huésped intermediario para el nemátodo *Rhabdochona* sp. (Gustafson, 1939; Jiménez et al., 1985).

El más alto porcentaje de infestación lo presentaron las truchas macho, contrariamente a lo encontrado por Thomas (1964) en la trucha café (*Salmo trutta*); dicho autor observó en truchas de tres años que las hembras son más altamente infestadas por el acantocéfalo *Neoechinorhynchus rutili*, el monogeneo *Discocotyle sagittata* y el digeneo *Phyllodistomum simile*, en comparación con los machos. Esta diferencia en el grado de infestación lo atribuyó a diferencias en la resistencia fisiológica de ambos sexos. Sin embargo, Chinniah y Threlfal (1978), encontraron que el sexo del pez parece no influenciar sobre la parasitofauna, ya que no

encontraron diferencias significativas entre sexos.

Por otro lado, *Crepidostomum* sp. presento un alto porcentaje de infestación para ambos sexos, siendo mayor para los peces inmaduros; mientras que *Rhabdochona* sp. presentó un mayor porcentaje de infestación en peces hembra. Estos resultados difieren a lo encontrado por Mpoame y Rinne (1984) puesto que no observaron diferencias significativas entre sexos en la intensidad de infestación por *Crepidostomum farionis* en la trucha apache (*Oncorhynchus apache*) y *C. cooperi* en la trucha gila (*Oncorhynchus gilae*).

Se observó una correlación significativa en el número de parásitos (todas las taxa combinadas) y la talla de la trucha (ambos sexos combinados). Una situación similar se presentó entre el número de *Crepidostomum* sp. y la talla de la trucha (ambos sexos combinados). Lo anterior concuerda con lo registrado por Mpoame y Rinne (1984), ellos encontraron una correlación positiva con el número de *Crepidostomum cooperi* y el tamaño de la trucha gila.

En el análisis comparativo entre el número de taxa de parásitos y algunas características biológicas y poblacionales (e.g., órgano afectado, edad, talla y sexo); se registraron diferencias significativas, excepto entre sexos. Esto es concordante con el trabajo de Hicks y Threlfall (1973), quienes no encontraron diferencias

significativas entre sexos de los siguientes salmoniformes: *Salvelinus namaycush*, *Salvelinus alpinus*, *Coregonus clupeaformis*, y *Prosopium cylindraceum*. Por lo anterior se puede argumentar que no existe al parecer, una selectividad por parte del parásito por algún sexo.

5. CONCLUSIONES

1. En el tracto digestivo de la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, se encontró al tremátodo digeneo *Crepidostomum* sp., como el parásito más frecuente (87.93%) y numeroso (13.69 parásitos por pez infestado).
2. Las estructuras anatómicas con mayor grado de infestación por parásitos fueron ciegos pilóricos e intestino.
3. Las truchas de edad III y de clase-talla 3 (≥ 131 mm LP) presentaron el mayor porcentaje de infestación por parásitos.
4. Las truchas macho registraron un mayor nivel de infestación en comparación con las hembras.
5. Las clases de talla de la trucha (ambos sexos combinados) registraron una significativa correlación ($P \leq 0.05$) con el número de parásitos (todas las taxa combinadas) y con el número de *Crepidostomum* sp.
6. Las clases de talla (ambos sexos combinados), así como los órganos y las clases de edad de la trucha registraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) con el número de parásitos (todas las taxa combinadas).
7. Las clases de talla (ambos sexos combinados) y las clases de edad de la trucha registraron diferencias significativas ($P < 0.05$) con el número de vermes de *Crepidostomum* sp.

6. LITERATURA CITADA

- Alvarez, M. 1985. Climatología de la Sierra San Pedro Mártir. Proc. Desert Fishes Council, 13-15:331-342.
- Berg, W. J., C. Yruretagoyena, y E. P. Pister. Manuscrito. Genetic characterization and systematics of the San Pedro Mártir rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss nelsoni* (Evermann).
- Bouillon, D. R., y J. B. Dempson. 1989. Metazoan parasites infections in landlocked and anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus* Linnaeus), and their use as indicator of movement to sea in young anadromous charr. Can. J. Zool., 67:2478-2485.
- Chinniah, V. C., y W. Threlfall. 1978. Metazoan parasites of fish from the smallwood reservoir, Labrador, Canada. J. Fish Biol., 13:203-213.
- Chitwood, B. G., y M. B. Chitwood. 1974. Introduction to nematology. University Park Press. Maryland. 334 pp.
- Chitwood, B. G., y M. W. Allen. 1959. Nemata. En: Fresh water biology. Second edition. (W. T. Edmondson, ed.). New York. 368-401.
- Collins, J. J., y A. O. Dechtiar. 1974. Parasite fauna of kokanne salmon (*Oncorhynchus nerca*) introduced into Lake Huron. J. Fish. Res. Bd. Can., 31:1818-1821.
- Choquette, L. P. E. 1948. Parasites of freshwater fish. IV. Internal helminths parasitic in speckled trout

- (*Salvelinus fontinalis* Mitchill) in rivers and lakes of the Laurentide Park, Quebec, Canada. Can. J. Res. D., 26:204-211.
- Choquette, L. P. E. 1951. On the nematode genus *Rhabdochona* Railliet, 1916 (Nematoda: Spiruroidea). Can. J. Zool., 29:1-15.
- Christie, J. R. 1982. Nemátodos de los vegetales: Su Ecología y Control. Edit. Limusa. México, 275 pp.
- Edwards, S. R., y F. M. Nahhas. 1968. Some endoparasites of fishes from the Sacramento. San Joaquin Delta, California. Calif. Fish and Game. 54:247-256.
- Evans, N. A. 1978. The occurrence and life history of *Asymphylodora kubanicum* (Platyhelminthes: Digenea: Monorchidae) in the Worcester-Birmingham canal, with special reference to the feeding habits of the definitive host *Rutilus rutilus*. J. Zool., Lond. 184: 143-153.
- Freeman, R. S. 1964. On the biology of *Proteocephalus parallacticus* MacIllich (Cestoda) in Alconquin Park, Canada. Can. J. Zool., 42:387-408.
- Frizzell, V. A. 1984. The geology of the Baja California: an introduction En: Geology of the Baja California Peninsula, (V. A. Frizzell, ed). Pacific Section. S. E. P. M. 39:1-7.
- Gaviño, T. G., L. C. Juárez, y T. H. Figueroa. 1982. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de

- Campo. Edit. Limusa, México, 251 pp.
- Goodey, T. 1963. Soil and freshwater nematodes. Second edición, revisada y re-escrita por J. B. Goodey. London, Methuen. 544 pp.
- Gustafson, P. V. 1939. Life cycle studies on *Spinitectus gracilis* and *Rhabdochona* sp (Nematoda: Thelaziidae). J. Parasit., 25:12-13.
- Gustafson, P. V. 1949. Description of some species of *Rhabdochona* (Nematoda: Thelaziidae). J. Parasit., 35:534-540.
- Harderlie, E. C. 1953. Parasites of the freshwater fishes of northern California. Univ. Calif. Publ. Zool., 57:303-440.
- Hicks, F. J., y W. Threlfall. 1973. Metazoan parasites of salmonids and coregonids from Coastal Labrador. J. Fish. Biol., 5:399-415.
- Hiscox, J. I., y R. W. Brocksen. 1973. Effects of a parasitic gut nematode on consumption and growth in juvenile rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J. Fish. Res. Bd. Can., 30:443-450.
- Hoffman, G. L. 1967. Parasites of Northamerican freshwater fishes. Univ. Calif. Press, Berkeley. 486 pp.
- Huet, M. 1983. Tratado de piscicultura. Edit. Prensa. Madrid. 725 pp.
- Jiménez, G. F., L. S. Galaviz, y S. F. Segovia. 1985. Parásitos de la Lobina *Micropterus* spp. Publicación

- técnica Núm. 1. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 138 pp.
- Kennedy, C. R., y S. F. Lie. 1976. The distribution and pathogenicity of larvae of *Eustrangylides* (Nematoda) in brown trout *Salmo trutta* L. in Fernworthy Reservoir Devon. J. Fish Biol., 8:293-302.
- Kuhar, D., y D. Huber. 1989. Parasitic helminths of trout in the Plitvice Lakes National Park. Period Biol., 91 (1):115-116.
- Lagler, K. F. 1978. Freshwater fishery biology. WM. C. Brown Publishers, Dubuque (Iowa). 421 pp.
- MacCrimmon, H. R. 1971. World distribution of rainbow trout *Salmo gairdneri*. J. Fish. Res. Bd. Canada. 28 (5):663-704.
- Mackenzie, K. 1987. Parasites as indicator of host populations. Int. J. Parasit., 17:345-352.
- Maitland, P. S. 1980. Guía de los peces de agua dulce de Europa. Omega, Barcelona. 258 pp.
- Margolis, L., y N. P. Boyce. 1990. Helminth parasites from North Pacific anadromous chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*, established in New Zealand. J. Parasit., 76(1):133-135.
- Margolis, L., G. W. Esch, J. C. Holmes, A. M. Kuris, y G. A. Shad. 1982. The use of ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc committee of the American Society of parasitologists). J. Parasit., 68:131-133.

- Miller, R. R. 1950. Notes on the cutthroat and rainbow trouts with a description of a new species from the Gila River, New México. Univ. Mich., Mus. Zool., Occas. Pap. 529.
- Moravec, F., y H. P. Arai. 1971. The North and Central American species of *Rhabdochona* Railliet 1919 (Nematoda: *Rhabdochonidae*) of fishes, including *Rhabdochona canadensis* sp. nov. J. Fish Res. Bd. Can., 28:1645-1662.
- Mpoame, M., y J. N. Rinne. 1984. Helminths of apache (*Salmo apache*), gila (*S. gilae*) y brown (*S. trutta*) trouts. The Southwest. Nat., 29:505-506.
- Mudry, D. R., y R. S. Anderson. 1977. Helminth and arthropod parasites of fishes in the mountain national parks of Canada. J. Fish Biol., 11:21-33.
- Norman, J. R. 1958. A history of fishes. Hill and Wang. New York. 463 pp.
- Pippy, J. H. C. 1969. Preliminary report on parasites as biological tags in Atlantic salmon (*Salmo salar*). I. Investigations 1966 to 1968. Fish Res. Bd. Can. Tech. Rep. Núm. 134.
- Roberts, R. J. 1981. Patología de los peces. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 165-209.
- Ruiz-Campos, G. 1989. Repoblación natural por trucha arcoiris (*Salmo gairdneri nelsoni*) en un transecto del Arroyo San Rafael, Noroeste de la Sierra San Pedro

- Mártir, Baja California, México. The Southwest. Nat., 34:552-556.
- 1991. Caracterización limnológica de los arroyos de la Sierra San Pedro Mártir, como habitats de la trucha endémica *Oncorhynchus mykiss nelsoni* (Evermann). Memoria III Semana de la Exploración y la Historia, Sierra San Pedro Mártir. 39-41.
- , y P. Cota-Serrano. 1992. Ecología alimenticia de la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss nelsoni* del Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. The Southwest. Nat., 37:166-177
- , y J. Gómez-Ramírez. 1991. Age and growth of San Pedro Mártir rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss nelsoni* Evermann, from Arroyo San Rafael, Baja California, México. Proc. Desert Fishes Council, 21: 141-161.
- Salgado, G., y S. D. Osorio. 1987. Helminthos de algunos peces del Lago de Pátzcuaro. Ciencia y Desarrollo, Núm. 74: 41-57.
- Sanderman, I. M., y J. H. C. Pippy. 1967. Parasites of freshwater fishes (salmonidae and coregonidae) of Insular Newfoundland. J. Fish Res. Bd. Can., 24:1911-1943.
- Schell, S. C. 1971. How to know the trematodes. C. Brown Publishers, Dubuque (Iowa) 355 pp.

- Sinderman, C. J. 1961. Parasites tags for marine fish. J. Wild. Manage., 25:41-47.
- Smith, R. H. 1984. Native trout of North America. Frank Amato Publications, Portland, Oregon. 143 pp.
- Thomas, J. D. 1964. A comparision between the helminth burdens of male and female brown trout, *Salmo trutta* L., from a natural population in the River Taify, West Wales. Parasit., 54:263-272.
- Threlfall, W., y G. Hanek. 1970. Metazoan parasites of salmonides and coregonids from the Avalon Peninsula, Newfoundland. J. Fish. Res. Bd. Can., 27:1894-1897.
- Valtonen, E. T., M. Prost, y R. Rahkonen. 1990. Seasonality of two gill monogeneans from two freshwater fish from an oligotrophic lake in Northeast Finland. Int. J. Parasit., 20:101-107.
- Vincent, R. 1971. River electrofishing and fish population estimates. Prog. Fish Cult., 33:163-169.
- Wiggins, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford Univesity Press. 1025 pp.
- Willers, B. 1991. Trout biology. Lyons & Burford Publishers. New York. 273 pp.
- Yamaguti, S. 1958. Systema Helminthum. Vol. I. Parts. I, II. The digenetic trematodes of vertebrates. Interscience Publishers Inc., New York. 1575 pp.
- . 1961. Systema Helminthum. Vol. III. Parts. I, II. The nematodes of vertebrates. Interscience

Publishers Inc., New York. 1261 pp.