

# Monogeneos, parásitos de peces en México: estudio recapitulativo

## Monogenean parasites in Mexican fish: a recapitulation

Jaime Flores Crespo<sup>a</sup>, Raúl Flores Crespo<sup>a</sup>

### RESUMEN

No obstante la importancia económica de la acuicultura, existen serias limitantes que frenan su crecimiento; destacando entre ellas las parasitosis, que en afecciones severas además de demeritar la calidad del producto, son capaces de anular la rentabilidad del cultivo. Dentro de los helmintos, los monogeneos ocasionan considerables daños, con altas mortalidades en los diferentes sistemas de producción empleados en acuicultura. En México, los monogeneos están representados por varias especies importantes económicamente, con una marcada especificidad hospedatoria y prevalencias elevadas, por lo que representan un peligro potencial para el cultivo intensivo de tilapia y carpa en aguas tropicales y semitropicales. La tilapia es el recurso pesquero más importante en las aguas dulces del país, su producción anual contribuye con el 50 % de la producción total que se obtiene por acuicultura; mientras que la carpa, juega un papel relevante por el impacto social y económico en el medio rural mexicano. Los monogeneos ocasionan cuantiosos daños y diversas pérdidas económicas en las pesquerías. En el presente estudio se proporciona información relativa a su epidemiología, impacto económico, abundancia y distribución en los diferentes estados de la República Mexicana. Por otra parte, se describen los signos que ocasionan en sus huéspedes, los factores que favorecen su desarrollo y dispersión, así como la forma de prevenirlos y la metodología que se debe emplear en su tratamiento y control.

**PALABRAS CLAVE:** Acuicultura, Parasitosis, Monogeneos, Helmintos, Tilapia, Carpa, Diagnóstico, Tratamiento, Control.

### ABSTRACT

Aquaculture has always been considered a very important activity although serious problems have restricted its development in Mexico. Parasitic conditions can affect product quality and result in severe cases in a complete loss of profitability. Among helminths, monogeneans is the group most commonly found in Mexican fish farms and cause considerable damage and high mortality rates in different production systems. Monogeneans in Mexico are represented by several species of economic importance showing both high host specificity and prevalence, thus constituting a potential risk for intensive fish culture in the tropics and subtropics. For instance, tilapia that can be considered one of the most important economic fresh water fishery resources in the country, accounts for 50 % of all Mexican aquaculture output, while carp production plays an important social and economic role in rural communities. Although monogeneans cause great economic losses, there is scant information on them in Mexico. The present review seeks to provide the most relevant information regarding epidemiological aspects, economic impact, species abundance and distribution across Mexico; as well as host signals and symptoms for a practical diagnosis of these parasitic diseases, factors which promote their increase and expansion, and lastly, alternative methods for prevention and control.

**KEY WORDS:** Aquaculture, Parasitic diseases, Helminths, Monogeneans, Tilapia, Carp, Diagnosis, Treatment, Control.

### INTRODUCCIÓN

En la práctica piscícola, la explotación intensiva permite el manejo de altas densidades de organismos por unidad de superficie; sin embargo, este manejo

### INTRODUCTION

In intensive pisciculture, many individuals are usually handled per area unit, however, this type of management results frequently in a loss of

---

Recibido el 19 de enero de 2001 y aceptado para su publicación el 4 de febrero de 2003.

<sup>a</sup> Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Parasitología Veterinaria, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, SAGARPA, Carr. Fed. Cuernavaca-Cuautla Km. 11.5, Col. Progreso, 62500. AP 206, CIVAC, Jiutepec, Morelos. Fax 01 (777) 320-55-44. floresj@pavet.inifap.conacyt.mx. Correspondencia y solicitud de separatas al primer autor.

favorece el que con frecuencia se rompa el equilibrio establecido entre patógenos y huéspedes, trayendo como consecuencia la aparición de enfermedades infecciosas y parasitarias que ocasionan diversos problemas, que van desde un lento crecimiento, con reducción de la tasa de fertilidad, aunque sin presentar manifestaciones patológicas, hasta la aparición de severas epizootias, caracterizadas por mortalidades elevadas<sup>(1,2)</sup>. Un ejemplo de lo anterior son las helmintiasis, que provocan mermas de gran consideración y que son causa de abatimiento en la producción acuícola mundial.

En México, varias especies de monogeneos representan un peligro potencial para los cultivos de cíclidos y ciprinidos en explotaciones de tipo intensivo, especialmente para las realizadas en aguas tropicales y semitropicales donde los parásitos se multiplican activamente<sup>(3,4)</sup>. Los monogeneos, son principalmente ectoparásitos del tegumento y branquias de los peces, causando daños de diversa magnitud, sobre todo a los peces pequeños<sup>(5,6)</sup>.

### **IMPORTANCIA ECONÓMICA**

Los monogeneos, representados por gran cantidad de especies, parasitan tanto peces marinos como de agua continental, ocasionando cuantiosas pérdidas económicas en los sistemas de producción piscícola de diferentes partes del mundo<sup>(5,6)</sup>. Representan un serio riesgo pues afectan a gran variedad de cíclidos, particularmente especies de tilapia de países tropicales y semitropicales, donde los parásitos se ven favorecidos por las condiciones ecológicas<sup>(7,8)</sup>; sin embargo, también suelen presentarse y desarrollarse en países de Europa, Asia y Norteamérica, causando graves pérdidas económicas, con elevadas tasas de mortalidad, cuando las infecciones son masivas, especialmente en crías de carpa, brema, hervibora, plateada, cabezona, dorada, así como en bagre, salmón y trucha e incluso también en sapos, ranas y tortugas<sup>(9,10,11,12)</sup>. Los peces afectados presentan retardo en el crecimiento, disminución de peso y una marcada reducción de la tasa de fertilidad<sup>(2,13)</sup>, lo que provoca un descenso general en los volúmenes de producción, poniendo en riesgo la rentabilidad económica del cultivo.

equilibrium between pathogens and hosts, thus triggering parasitic and infectious diseases with their sequels, which go from slow growth and development, fertility rate reduction with no pathogenic expression, up to severe epidemics with high mortality rates<sup>(1,2)</sup>. For example, all helminthiasis cause considerable losses and a decrease in global aquaculture production.

In Mexico several monogenea species have the quality of being potential hazards for cyprinid and cichlid intensive cultures, especially for those carried out in tropical and subtropical waters where parasites can reproduce actively<sup>(3,4)</sup>. Monogeneans are mainly ectoparasites, found in fishes' gills and teguments, and cause injuries of diverse importance, especially in minnows and young fishes<sup>(5,6)</sup>.

### **ECONOMIC IMPORTANCE**

Monogeneans, of which there are many species, are salt and fresh water fish parasites, causing great economic losses to fish production systems in different regions of the world<sup>(5,6)</sup>. They are a hazard for many cichlids, particularly tilapia species in several tropical and subtropical countries, where parasites find favorable ecologic conditions<sup>(7,8)</sup>. However, they can also be found in Europe, Asia and North America, causing great economic losses, inflicting high mortality when infections are massive, especially in carp, bream, gilt-head, gilt-poll, catfish, salmon and trout progenies and even in toads, frogs and turtles<sup>(9,10,11,12)</sup>. Diseased fishes show slow growth, less than normal weight and noticeable reduced fertility<sup>(2,13)</sup>, thus being the cause for reduced production, with negative effects on profits.

A very important aspect to be taken into account is that fish suffering from monogeneans parasitosis, show necrosis and bleeding wounds in tegument and gills, which are entry points for diverse pathogen bacteria and protozoa, very difficult to control<sup>(4,14)</sup>. On the other hand, parasitized fish are more susceptible to fall victim to predators<sup>(4,13)</sup>.

Un aspecto de singular importancia es que los peces parasitados por monogeneos, presentan necrosis y heridas sangrantes en tegumento y branquias, sirviendo como puerta de entrada a diferentes protozoarios y bacterias patógenas de muy difícil control<sup>(4,14)</sup>. Por otra parte, los peces parasitados son más susceptibles a la depredación<sup>(4,13)</sup>.

### DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ESPECIES AFECTADAS

Debido al movimiento internacional a que han estado sujetos los peces, los monogeneos han sido ampliamente dispersados; actualmente se encuentran distribuidos en todo el mundo<sup>(6,11,15)</sup>. Un gran número de especies se encuentran distribuidas en aguas tropicales y semitropicales de países africanos como Egipto, Ghana y Madagascar<sup>(16,17)</sup> y en latinoamericanos como Colombia, Venezuela, Cuba, Perú, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Ecuador, Uruguay, Paraguay y México<sup>(18,19,20)</sup>. Otros monogeneos se encuentran en aguas templadas de países europeos que cultivan carpas como Alemania, Hungría y Rusia, así como en países de oriente medio como Israel y del lejano oriente como China y Japón<sup>(12,13,21)</sup>. Otros más se encuentran distribuidos en aguas frías de estos mismos países y del norte del continente americano como Estados Unidos y México, que cultivan salmonidos y otras importantes familias de peces<sup>(22,23,24)</sup>.

En México los monogeneos están representados por varias especies, que se describen en el Cuadro 1. Las especies de peces parasitadas por monogeneos en México, corresponden a las familias: Mugilidae, Ictaluridae, Tetraodontidae, Salmonidae, Serranidae, Cyprinidae, Macrouridae, Pimelodidae, Characidae, Poeciliidae, Ephippidae, y Cichlidae, siendo en esta última donde los monogeneos están mejor representados. También han sido localizados en México en la familia Rhinobatidae de la Subclase Elasmobranchii<sup>(25)</sup>.

En algunos monogeneos, la relación huésped-parásito tiene una marcada especificidad<sup>(12,26)</sup>, como ejemplos tenemos: *Dactylogyrus aristichthys*, *Dactylogyrus nobilis*, *Dactylogyrus ctenopharingodinis*, *Dactylogyrus lamellatus*, *Gyrodactylus hipophthalmichthysi* y

### DISTRIBUTION AND AFFECTED SPECIES

Due to international exchange of fish, monogeneans have dispersed extensively, and right now can be found everywhere<sup>(6,11,15)</sup>. Many species can be found in tropical and subtropical waters in Africa (Egypt, Ghana and Madagascar) and in Latin America (Colombia, Venezuela, Cuba, Peru, Argentina, Bolivia, Brazil, Chile, Ecuador, Uruguay, Paraguay and Mexico<sup>(18,19,20)</sup>. Other monogeneans can be found in temperate waters in countries that raise carp in Europe (Germany, Hungary and Russia), in the Middle East (Israel) and in the Far East (China and Japan)<sup>(12,13,21)</sup>. Other monogeneans can be found in cold waters of those countries and of North America (Mexico and USA), which raise Salmonidae and other important fish families<sup>(22,23,24)</sup>.

In Mexico several species of monogeneans can be found, which are described in Table 1. Fish species parasitized by monogeneans in this country belong to the following families: Mugilidae, Ictaluridae, Tetraodontidae, Salmonidae, Serranidae, Cyprinidae, Macrouridae, Pimelodidae, Characidae, Poeciliidae, Ephippidae and Cichlidae. In the later, one monogeneans are best represented. In Mexico, these parasites have also been found in the Rhinobatidae family of the Elasmobranchii subclass<sup>(25)</sup>.

In some monogeneans, the host-parasite relationship shows a very high specificity<sup>(12,26)</sup>, as can be seen in the following examples: *Dactylogyrus aristichthys*, *Dactylogyrus nobilis*, *Dactylogyrus ctenopharingodinis*, *Dactylogyrus lamellatus*, *Gyrodactylus hipophthalmichthysi* and *Gyrodactylus ctenopharingodon*, as established members of the carp's helminth fauna in China. However, even though carps have been imported into Mexico from China in several occasions, which have led to serious parasitosis owing to the cestode *Botriocephalus acheilognathi*<sup>(27,28)</sup> and to the trematode *Centrocestus formosanus*<sup>(29)</sup>, the aforementioned monogeneans have not been identified in Mexico up to now. However, in the case of cichlids, transfer of parasites from exotic to native breams can not be denied, in the genera *Cichlidogyrus sclerosus*, *C. tilapiae*, *C. longicornis*

Cuadro 1. Registro y localización de los principales monogeneos y sus huéspedes descritos en México

Table 1. Registration and localization of the main monogeneans and its hosts in Mexico

Name	Host			Localization	Reference	State*
	Cientific	Common	Family			
<i>Metasicrocotyla macracantha</i>	<i>Mugil cephalus</i> (pez agua salobre)	lisa	Mugilidae	branquias	Salgado y Juárez 1986 <sup>(48)</sup>	17
<i>Cleidodiscus floridanus</i>	<i>Ictalurus punctatus</i>	bagre de canal	Ictaluridae	branquias	Galaviz <i>et al.</i> , 1988 <sup>(54)</sup> ; Jiménez <i>et al.</i> , 1988 <sup>(55)</sup>	5,13,19
	<i>Cyprinus carpio</i>	carpa espejo	Cyprinidae	branquias	Galaviz <i>et al.</i> , 1988 <sup>(54)</sup> ; Jiménez <i>et al.</i> , 1988 <sup>(55)</sup>	5,13
<i>Dactylogyrus extensus</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	carpa espejo	Cyprinidae	branquias	Galaviz <i>et al.</i> , 1988 <sup>(54)</sup> ; Jiménez <i>et al.</i> , 1988 <sup>(55)</sup>	5
<i>Dactylogyrus</i> sp.	<i>Cyprinus carpio</i>	carpa espejo	Cyprinidae	branquias	Armijo 1980 <sup>(56)</sup> ; Flores-Crespo 1991 <sup>(28)</sup> ; Hernández y Sabanero 1992 <sup>(42)</sup>	9, 11,12
	<i>Ictalurus punctatus</i>	bagre de canal	Ictaluridae	branquias	Hernández y Sabanero <sup>(42)</sup>	11
	<i>Ctenopharingodon idella</i>	carpa herbívora	Cyprinidae	branquias	Armijo 1980 <sup>(56)</sup> ; Flores-Crespo 1991 <sup>(28)</sup>	9,12
	<i>Tilapia nilotica</i>	mojarra verde	Cichlidae	branquias	Flores-Crespo <i>et al.</i> , 1992 <sup>(3)</sup>	12
	<i>Algansea lacustris</i>	akúmara	Cyprinidae	branquias	Hernández y Sabanero 1992 <sup>(42)</sup>	11
	<i>Oreochromis</i> sp.	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Flores-Crespo <i>et al.</i> , 1992 <sup>(3)</sup>	12
<i>Octamacrum mexicanum</i>	<i>Algansea lacustris</i>	akúmara	Cyprinidae	**	Aparicio <i>et al.</i> , 1988 <sup>(41)</sup>	11
<i>Heterobothrium ecuadori</i>	<i>Spherooides annulatus</i>	botete diana	Tetraodontidae	tegumento y branquias	Fajer-Avila <i>et al.</i> , 2001 <sup>(49)</sup> ; Contreras y Fajer-Avila 2001 <sup>(50)</sup>	17
<i>Neobenedenia melleni</i>	<i>Spherooides annulatus</i>	botete diana	Tetraodontidae	tegumento	Contreras y Fajer-Avila 2001 <sup>(50)</sup>	17
<i>Syncoelicotylodes zaniophori</i>	<i>Coryphaenoides zaniophorus</i> (pez marino)		Macruridae	branquias	Rubec <i>et al.</i> , 1995 <sup>(53)</sup>	Golfo de México
<i>Syncoelicotylodes macruri</i>	<i>Coryphaenoides zaniophorus</i> (pez marino)		Macruridae	branquias	Rubec <i>et al.</i> , 1995 <sup>(53)</sup>	Golfo de México
<i>Sciadecleithrum mekkii</i>	<i>Cichlasoma meekii</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 1999 <sup>(44)</sup> ; Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup>	3,4,15,18,21
	<i>Cichlasoma calleolepis</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup> ; Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 2000 <sup>(45)</sup>	4,15,18
	<i>Cichlasoma helleri</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup> ; Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 2000 <sup>(46)</sup>	4,15,18
	<i>Cichlasoma managuense</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup> ; Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 2000 <sup>(46)</sup>	4,15,18
<i>Sciadecleithrum mexicanum</i>	<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	mojarra castarrica	Cichlidae	branquias	Kritsky <i>et al.</i> , 1994 <sup>(36)</sup> ; Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 1999 <sup>(44)</sup> ; Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup> ; Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 2000 <sup>(46)</sup> ; Vargas 1993 <sup>(47)</sup>	3,4,15,18,20,21
	<i>Cichlasoma friedrichsthalii</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Kritsky <i>et al.</i> , 1994 <sup>(36)</sup> ; Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 1999 <sup>(44)</sup> ; Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup>	3,4,15,18,21
	<i>Cichlasoma octofasciatum</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Kritsky <i>et al.</i> , 1994 <sup>(36)</sup> ; Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 1999 <sup>(44)</sup> ; Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup>	3,4,15,18,21
	<i>Cichlasoma synspilum</i>	"paleta" mojarra	Cichlidae	branquias	Kritsky <i>et al.</i> , 1994 <sup>(36)</sup> ; Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 1999 <sup>(44)</sup> ; Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup>	3,4,15,18,21
	<i>Cichlasoma aureum</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup> ; Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2000 <sup>(46)</sup>	4,15,18,21
<i>Sciadecleithrum mexicanum</i>	<i>Petenia splendida</i>	tenhuayaca	Cichlidae	branquias	Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup> ; Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 2000 <sup>(46)</sup>	4,15,18, 21
<i>Sciadecleithrum splendidae</i>	<i>Petenia splendida</i>	tenhuayaca	Cichlidae	branquias	Kritsky <i>et al.</i> , 1994 <sup>(36)</sup> ; Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup>	3,4,15, 21
	<i>Cichlasoma friedrichsthalii</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup> ; Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 2000 <sup>(46)</sup>	3,4,21
	<i>Cichlasoma managuense</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup> ; Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 2000 <sup>(46)</sup>	3,4,21
	<i>Cichlasoma synspilum</i>	"paleta"	Cichlidae	branquias	Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup>	3,4,21
<i>Sciadecleithrum bravohollisae</i>	<i>Cichlasoma pearsei</i>	"zacatera"	Cichlidae	branquias	Kritsky <i>et al.</i> , 1994 <sup>(36)</sup> ; Vargas 1993 <sup>(47)</sup> ; Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup>	3,4,15,21
	<i>Cichlasoma synspilum</i>	"paleta"	Cichlidae	branquias	Kritsky <i>et al.</i> , 1994 <sup>(36)</sup> ; Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup>	3,4,15,18,21
	<i>Cichlasoma Lentiginosum</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup> ; Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 2000 <sup>(46)</sup>	3,4,15
	<i>Cichlasoma managuense</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup> ; Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 2000 <sup>(46)</sup>	3,4,15
	<i>Cichlasoma salvini</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup> ; Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 2000 <sup>(46)</sup>	3,4,15
	<i>Cichlasoma</i> sp.	mojarra	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> , 2001 <sup>(30)</sup> ; Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 2000 <sup>(46)</sup>	21
	<i>Oreochromis aureus</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> , 2001 <sup>(30)</sup>	20
	<i>Petenia splendida</i>	tenhuayaca	Cichlidae	branquias	Kritsky <i>et al.</i> , 1994 <sup>(36)</sup> ; Vargas 1993 <sup>(47)</sup> ; Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup>	3,4,15,21
	<i>Cichlasoma citrinellus</i> = <i>Amphilophus citrinellus</i>		Cichlidae	branquias	Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup>	3,4,15,21
	<i>Cichlasoma geddesii</i> = <i>Herichthys geddesi</i>		Cichlidae	branquias	Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup> ; Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 2000 <sup>(46)</sup>	3,4,15,21
<i>Cichlidogyrus sclerosus</i>	<i>Oreochromis hornorum</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Contreras 1989 <sup>(57)</sup> ; Flores-Crespo <i>et al.</i> , 1995 <sup>(7)</sup> ; Lázaro 1985 <sup>(58)</sup>	6,8,13,14,16
	<i>Oreochromis aureus</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> , 2001 <sup>(30)</sup>	21
	<i>Oreochromis niloticus</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Contreras 1989 <sup>(57)</sup> ; Flores-Crespo <i>et al.</i> , 1995 <sup>(7)</sup> ; Kritsky <i>et al.</i> , 1994 <sup>(36)</sup> ; Jiménez-García <i>et al.</i> , 2001 <sup>(30)</sup> ; Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup> ; Malpica 1998 <sup>(59)</sup>	3,21
	<i>Cichlasoma calleolepis</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> , 2001 <sup>(30)</sup>	21
	<i>Cichlasoma fenestratum</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> , 2001 <sup>(30)</sup>	21
	<i>Oreochromis mossambicus</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Contreras 1989 <sup>(57)</sup> ; Flores-Crespo <i>et al.</i> , 1995 <sup>(7)</sup> ; Lázaro 1985 <sup>(58)</sup>	6,8,12,14,15,19,21
	<i>Sarotherodon hornorum</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Lázaro 1985 <sup>(58)</sup>	6
<i>Cichlidogyrus tilapiae</i>	<i>Oreochromis aureus</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> , 2001 <sup>(30)</sup>	21
	<i>Oreochromis noloticus</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> , 2001 <sup>(30)</sup>	21
	<i>Cichlasoma calleolepis</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> , 2001 <sup>(30)</sup>	21
	<i>Cichlasoma fenestratum</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> , 2001 <sup>(30)</sup>	21
<i>Cichlidogyrus haplochromii</i>	<i>Oreochromis aureus</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> , 2001 <sup>(30)</sup>	21

MONOGENEOS, PARÁSITOS DE PECES EN MÉXICO: ESTUDIO RECAPITULATIVO

Name	Host			Localization	Reference	State*
	Cientific	Common	Family			
<i>Cichlidogyrus haplochromii</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> ,2001 <sup>(30)</sup>	21
<i>Cichlidogyrus longicormis</i>	<i>Cichlasoma calleolepis</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> ,2001 <sup>(30)</sup>	21
	<i>Cichlasoma fenestratum</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> ,2001 <sup>(30)</sup>	21
	<i>Oreochromis aureus</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> ,2001 <sup>(30)</sup>	21
<i>Cichlidogyrus dossoui</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> ,2001 <sup>(30)</sup>	21
	<i>Oreochromis aureus</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> ,2001 <sup>(30)</sup>	21
	<i>Oreochromis niloticus</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> ,2001 <sup>(30)</sup> ; Vidal-Martínez <i>et al.</i> , 2001 <sup>(45)</sup>	3,21
<i>Uroleioides chavarriai</i>	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	bagre, barbudo	Pimelodidae	branquias	Mendoza-Franco <i>et al.</i> ,1999 <sup>(44)</sup>	21
<i>Uroleioides travassosi</i>	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	bagre, barbudo	Pimelodidae	branquias	Mendoza-Franco <i>et al.</i> ,1999 <sup>(44)</sup>	21
<i>Uroleioides costaricensis</i>	<i>Astyanax fasciatus</i>	sardina, platilla	Characidae	branquias	Mendoza-Franco <i>et al.</i> ,1999 <sup>(44)</sup>	21
<i>Uroleioides heteroancistrum</i>	<i>Astyanax fasciatus</i>	sardina, platilla	Characidae	branquias	Mendoza-Franco <i>et al.</i> ,1999 <sup>(44)</sup>	21
<i>Uroleioides anops</i>	<i>Astyanax fasciatus</i>	sardina, platilla	Characidae	branquias	Mendoza-Franco <i>et al.</i> ,1999 <sup>(44)</sup>	21
<i>Anacanthocotyle anacanthocotyle</i>	<i>Astyanax fasciatus</i>	sardina, platilla	Characidae	branquias	Mendoza-Franco <i>et al.</i> ,1999 <sup>(44)</sup>	21
<i>Spinuris lophosoma</i>	<i>Rhinobates productus</i>	(Elasmobranchii)	Rhinobatidae	branquias	Gómez del Prado y Euzet 1999 <sup>(25)</sup>	2
	<i>Zapterix exasperata</i>	(Elasmobranchii)	Rhinobatidae	branquias	Gómez del Prado y Euzet 1999 <sup>(25)</sup>	2
<i>Spinuris zapterigyis</i>	<i>Zapterix exasperata</i>	(Elasmobranchii)	Rhinobatidae	branquias	Gómez del Prado y Euzet 1999 <sup>(25)</sup>	2
<i>Mamaevicotyle</i> sp	<i>Paralabrax nebulifer</i> (pez marino)	cabrilla	Serranidae	**	Gómez del Prado1992 <sup>(37)</sup>	1,2,10,17
	<i>Paralabrax auroguttatus</i> (pez marino)	cabrilla	Serranidae	**	Gómez del Prado1992 <sup>(37)</sup>	1,2,10,17
<i>Pseudorhabdosynochus yucatanensis</i>	<i>Epinephelus morio</i> (pez marino)	"mero"	Serranidae	branquias	Moravec <i>et al.</i> ,1997 <sup>(18)</sup> ; Vidal-Martínez 1997 <sup>(51)</sup>	21
<i>Pseudorhabdosynochus capurroi</i>	<i>Mycteroperca bonaci</i> (pez marino)	"negrillo"	Serranidae	branquias	Vidal-Martínez y Mendoza-Franco 1998 <sup>(52)</sup>	21
<i>Enterogyrus</i> sp	<i>Oreochromis mossambicus</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Contreras 1989 <sup>(57)</sup>	16
<i>Enterogyrus malmbergi</i>	<i>Oreochromis aureus</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> ,2001 <sup>(30)</sup>	21
	<i>Oreochromis niloticus</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> ,2001 <sup>(30)</sup>	21
	<i>Cichlasoma calleolepis</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> ,2001 <sup>(30)</sup>	21
	<i>Cichlasoma fenestratum</i>	mojarra	Cichlidae	branquias	Jiménez-García <i>et al.</i> ,2001 <sup>(30)</sup>	21
<i>Tetraonchus</i> sp ***	<i>Sarotherodon mossambicus</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Zeiss <i>et al.</i> ,1982 <sup>(60)</sup>	12
	<i>Sarotherodon hornorum</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Zeiss <i>et al.</i> ,1982 <sup>(60)</sup>	12
	<i>Oreochromis mosambicus</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Sotelo1987 <sup>(61)</sup>	12
	<i>Oreochromis hornorum</i>	mojarra, tilapia	Cichlidae	branquias	Sotelo1987 <sup>(61)</sup>	12
<i>Gyrodactylus</i> sp	<i>Cyprinus carpio</i>	carpa espejo	Cyprinidae	tegumento	Armijo 1980 <sup>(56)</sup> ; Flores-Crespo y Flores 1993 <sup>(4)</sup>	12
	<i>Carassius auratus</i>	carpa dorada	Cyprinidae	tegumento	Flores-Crespo y Flores 1993 <sup>(4)</sup>	6,7
	<i>Hybopsis boucardi</i>	"peso"	Cyprinidae	tegumento	Flores-Sotelo 1998 <sup>(43)</sup>	12
	<i>Ictalurus punctatus</i>	bagre de canal	Ictaluridae	tegumento	Armijo 1980 <sup>(56)</sup> ; Flores-Crespo y Flores 1993 <sup>(4)</sup>	19
	<i>Salmo gairdneri</i> = <i>Onchorhynchus mykiss</i>	trucha arcoiris	Salmonidae	tegumento	Armijo 1980 <sup>(56)</sup> ; Flores-Crespo y Flores 1993 <sup>(4)</sup>	6,7
<i>Gyrodactylus</i> sp	<i>Gambusia yucatanana</i>	"bobo"	Poeciliidae	tegumento	Mendoza-Franco <i>et al.</i> ,1999 <sup>(44)</sup>	21
	<i>Cichlasoma helleri</i>	mojarra	Cichlidae	tegumento	Vidal-Martínez <i>et al.</i> ,2001 <sup>(45)</sup>	3,18
	<i>Cichlasoma meeki</i>	mojarra	Cichlidae	tegumento	Vidal-Martínez <i>et al.</i> ,2001 <sup>(45)</sup>	3,18
	<i>Cichlasoma managuense</i>	mojarra	Cichlidae	tegumento	Vidal-Martínez <i>et al.</i> ,2001 <sup>(45)</sup>	3,21
	<i>Cichlasoma aureum</i>	mojarra	Cichlidae	tegumento	Vidal-Martínez <i>et al.</i> ,2001 <sup>(45)</sup>	3,21
	<i>Cichlasoma geddesi</i> = <i>Herichthys geddesi</i>		Cichlidae	tegumento	Vidal-Martínez <i>et al.</i> ,2001 <sup>(45)</sup>	3,18
<i>Gyrodactylus neotropicalis</i>	<i>Astyanax fasciatus</i>	sardina, platilla	Characidae	tegumento	Mendoza-Franco <i>et al.</i> ,1999 <sup>(44)</sup>	21
<i>Sprostoniella</i> sp	<i>Chaetodipterus zonatus</i> (pez marino)		Ephippidae	branquias	Pérez Ponce de León, Mendoza-Garfias 2000 <sup>(62)</sup>	Costas de Jalisco
<i>Sprostoniella multitestis</i>	<i>Chaetodipterus zonatus</i> (pez marino)		Ephippidae	branquias	Pérez Ponce de León, Mendoza-Garfias 2000 <sup>(62)</sup>	Costas de Jalisco
<i>Sprostoniella micrancarya</i>	<i>Chaetodipterus zonatus</i> (Pez marino)		Ephippidae	branquias	Pérez Ponce de León, Mendoza-Garfias 2000 <sup>(62)</sup>	Costas de Jalisco
<i>Salsuginus neotropicalis</i>	<i>Belonesox belizanus</i> (pez agua salobre)	lucio	Poeciliidae	branquias	Mendoza-Franco y Vidal-Martínez 2001 <sup>(63)</sup>	21

\* 1 Baja California 8 Guerrero 15 Quintana Roo  
 2 Baja California Sur 9 Hidalgo 16 San Luis Potosí  
 3 Campeche 10 Jalisco 17 Sinaloa  
 4 Chiapas 11 Michoacán 18 Tabasco  
 5 Coahuila 12 Morelos 19 Tamaulipas  
 6 Distrito Federal 13 Nuevo León 20 Veracruz  
 7 Estado de México 14 Oaxaca 21 Yucatán.

\*\* No se señala localización del parásito, pero en el caso de la akumara se le ubica junto con *Bothriocephalus acheilognathi* como el helminto de mayor importancia en el Lago de Pátzcuaro, Mich.

\*\*\* En estudios realizados en el Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Parasitología Veterinaria se observó que el parásito descrito corresponde a *Cichlidogyrus sclerosus*.

*Gyrodactylus ctenopharingodon*, como miembros bien establecidos de la helmintofauna en carpas de la República Popular China; sin embargo, resulta interesante hacer notar que a pesar de que se han realizado múltiples importaciones de carpas de ese país a México, que han dado lugar a serias parasitosis ocasionadas por el céstodo *Botriocephalus acheilognathi*<sup>(27,28)</sup> y el tremátodo *Centrocestus formosanus*<sup>(29)</sup>, los monogeneos señalados anteriormente aún no han sido registrados en México; sin embargo, en el caso de los ciclidos la transfaunación de monogeneos de mojarra exóticas a mojarra nativas, es muy marcada, así los géneros *Cichlidoxyrus sclerosus* *C. tilapiae*, *C. longicornis* y *Enterogyrus malmbergi* miembros de la helmintofauna de los peces conocidos genéricamente como tilapias y originarias del continente africano, se encuentran presentes en las mojarra nativas del sureste de México<sup>(30)</sup>, como consecuencia de las múltiples importaciones a este país.

## DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

El cuerpo de los monogeneos es aplanado, miden entre 0.25 y 2 mm de longitud; sin embargo, algunas especies que parasitan peces marinos, llegan a alcanzar hasta 10 mm<sup>(20,22)</sup>. En el extremo anterior, pueden o no estar presentes los ojos; en este extremo, también se observa la boca, generalmente en forma de ventosa. En el extremo posterior, poseen un órgano adhesivo discoidal, por medio del cual se adhieren al huésped; en el centro de este órgano, pueden o no estar presentes grandes ganchos, y en su borde gran cantidad de ganchos marginales más pequeños<sup>(4,22)</sup>.

Los huevos suelen ser operculados, con prolongaciones o filamentos en uno o ambos polos, que sirven para fijarse a las laminillas branquiales u otros objetos; sin embargo, la mayoría de estos filamentos son muy rudimentarios, por lo que los huevos pueden desprenderse y ser arrastrados fuera del aparato branquial, para caer al fondo del estanque, lugar en el que completan su desarrollo<sup>(4,22)</sup>.

## CICLO BIOLÓGICO

Los parásitos adultos se localizan principalmente en branquias, piel, aletas y cavidad bucal de los

and *Enterogyrus malmbergi*, members of the helminth fauna associated to the fish species generically known as tilapias, native to Africa, can be found in the native breams of southeastern Mexico<sup>(30)</sup>, due to successive imports.

## MORPHOLOGY

Monogeneans usually have flat bodies, between 0.2 mm and 2 mm long. However, some species which are sea fish parasites can measure up to 10 mm<sup>(20,22)</sup>. In the front end, the mouth, generally a suction cap, is found, and eyes that can or cannot be present. In the rear end, a suction disc is found, by which they hold on fast to the host, this disk can eventually include large hooks in the middle and many marginal smaller hooks in its border<sup>(4,22)</sup>.

Eggs can have opercula, with filaments in either end, which can be useful for fixing themselves to gills or other objects. However, many of these filaments are very rudimentary, and break easily, thus freeing the eggs from the objects to which they are set (especially gills) and falling to the pond floor where they complete their development<sup>(4,22)</sup>.

## BIOLOGY

Adult parasites can be found in gills, skin, fins and in the mouth cavity of fishes<sup>(31,32)</sup>, where they lay eggs and die soon afterwards. Eggs develop directly on the host, and after hatching, give rise to larvae that swim until finding new hosts where they mature sexually. This explains why parasites find greater opportunities for development and reproduction in overpopulated fish farm ponds<sup>(4,7,28)</sup>.

At high temperatures, the whole cycle can last only one day although it usually takes between one and five days to complete<sup>(4,7)</sup>. Parasite distribution and infection percentage vary in accordance with each specie and time of the year, some species show great fluctuations in this respect, closely related to water temperature<sup>(31,33)</sup>. Some species' eggs can stand temperatures of 6 °C, these eggs usually lie dormant at the bottom of ponds and hatch the following spring<sup>(4,34)</sup>.

peces<sup>(31,32)</sup>, lugares donde ovipositan; tras la puesta, los adultos mueren y el desarrollo de los huevos se realiza directamente en el huésped; estos huevos dan origen a formas larvianas que nadan libremente para buscar su huésped y alcanzar en éste la madurez sexual. Lo anterior explica el porqué los parásitos encuentran mayores facilidades y oportunidades de desarrollo en estanques sobrepoblados<sup>(4,7,28)</sup>.

En temperaturas elevadas el ciclo biológico puede realizarse en menos de un día, aunque generalmente dura de uno a cinco<sup>(4,7)</sup>. La distribución y porcentaje de infección de parásitos, varía de acuerdo a la especie y época del año; hay especies que presentan una marcada fluctuación, estrechamente relacionada con la temperatura del agua<sup>(31,33)</sup>. Hay especies que producen huevos que soportan temperaturas cercanas a los 6 °C; estos huevos permanecen en el fondo de los estanques para eclosionar en la primavera siguiente y así continuar el ciclo<sup>(4,34)</sup>.

Otros monogeneos como los Girodactilidos son vivíparos con embriogénesis muy especial, pues tienen un mecanismo de secuencia poliembriónica, con más de cuatro individuos, producto de un solo cigoto<sup>(1,7)</sup>. El parásito recién salido de la madre puede producir inmediatamente su propio descendiente, requiriendo de un solo día para que la larva madure, incluso antes del nacimiento y origine otra larva, razón por la cual las infecciones con este tipo de monogeneos, llegan a proliferar en forma explosiva especialmente cuando las condiciones ecológicas son favorables<sup>(1,7)</sup>.

#### **SIGNOS QUE OCASIONAN LOS MONOGENEOS EN SUS HUÉSPEDES**

El curso de las enfermedades ocasionadas por monogeneos es variable, dependiendo de la intensidad de la infección. Las cargas parasitarias reducidas no producen signos clínicos aparentes en los peces afectados; sin embargo, el efecto de los parásitos se traduce en una disminución de la tasa de fertilidad, así como retardo en el crecimiento; por el contrario, las cargas parasitarias elevadas,

Other monogeneans, as the gyrodactylids are viviparous, showing a very special type of embryogenesis, with a poliembryonic sequence mechanism, with more than four individuals forming from one zygote<sup>(1,7)</sup>. A parasite issuing from its mother can almost immediately produce its own offspring, a larva requiring only one day to mature, even before birth and to give origin to another larva, this is why infections due to this type of monogeneans can proliferate explosively under favorable conditions<sup>(1,7)</sup>.

#### **SIGNS PRODUCED IN HOSTS BY MONOGENEANS**

The course followed by diseases caused by Monogeneans varies in accordance with the infection's intensity. Low parasite levels usually do not develop visual clinical signs, however, the effects of parasites on the fertility rate, and on a slow physical development are evident. On the other hand high parasite levels develop loss of weight and high mortality rates<sup>(9,35)</sup>.

Parasites' hooks, added to their feeding on mucus, epitheliums, and on occasions, blood, cause lacerations in gills that cause breathing difficulties, besides the fish show extreme pallor and weakness<sup>(4,7)</sup>. In severe attacks, gill borders become thicker and opercula remain open, with necrotic areas, lacerations and epithelium destruction<sup>(4,27)</sup>. Mechanical and chemical actions due to parasite activity cause gill epithelium proliferation, generating first and second class anastomosis, which obstruct gas exchange in capillaries, thus diminishing the respiratory function that in severe cases produces death by asphyxia<sup>(28,36)</sup>.

Monogeneans that parasitize tegument and fins, generally cause weakness, inactivity and general malaise in their hosts<sup>(14,19)</sup>. Fishes with inflamed skins rub themselves against tank walls or other objects, which could be the origin of lacerations that become entry points for bacterial or other kind of diseases. Due to this, fact turbidity, obscure tones, and mucous tegument appear frequently in affected fishes, and eventually ulcers, inflamed or reddish areas and black spots<sup>(4,32)</sup>. In severely

se caracterizan por una marcada pérdida de peso y mortalidades elevadas<sup>(9,35)</sup>.

Los ganchos de los parásitos y su alimentación a base de mucus, epitelio y en ocasiones sangre, provocan desgarramiento de las branquias y respiración acelerada, observándose los peces pálidos y débiles<sup>(4,7)</sup>. En casos severos, se engrosan los bordes branquiales y los opérculos se ven entreabiertos, presentándose zonas necrosadas, desgarre de tejidos y destrucción mecánica del epitelio<sup>(4,27)</sup>. La acción mecánica y química que ejercen los parásitos ocasiona una proliferación del epitelio branquial, produciendo anastomosis de primero y segundo orden, que obstruye el intercambio de gas en los capilares, ocasionando una hipofunción respiratoria que en casos severos provoca muerte por asfixia<sup>(28,36)</sup>.

Los monogeneos que parasitan piel y aletas, causan en los peces malestar, decaimiento e inactividad<sup>(14,19)</sup>. Al estar la piel irritada, los peces se frotan contra la pared u otros objetos, provocándose heridas que pueden dar lugar a infecciones bacterianas, por lo que es frecuente observarlos con turbidez tegumentaria, tonalidades oscuras y aspecto mucoso, pudiendo aparecer también úlceras, zonas inflamadas, enrojecidas o manchas negras<sup>(4,32)</sup>. En peces intensamente infectados, se puede presentar turbidez de cornea e incluso ceguera<sup>(22,32)</sup>.

### **DIAGNÓSTICO DE LAS ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR MONOGENEOS**

El diagnóstico clínico se fundamenta en los signos que muestran los peces afectados. El diagnóstico de laboratorio se efectúa mediante raspado de piel o cortando varios filamentos branquiales según el caso; las muestras se colocan bajo un cubreobjetos, con una gota de agua y se observan al microscopio a 45-125 aumentos<sup>(4,28)</sup>. Los peces muertos en algunos casos no funcionan para esta prueba, pues hay especies de monogeneos que suelen abandonar rápidamente los cadáveres; por otra parte, el material conservado no es adecuado en todos los casos para establecer el diagnóstico; por lo que es conveniente hacerlo con peces vivos<sup>(4,28)</sup>. Cuando

infected animals, cloudy corneas and blindness can be observed<sup>(22,32)</sup>.

### **DIAGNOSIS OF DISEASES DUE TO MONOGENEANS**

Clinical diagnoses are based on signs shown by affected fish. Laboratory diagnoses can be reached through skin scraping or by cutting several gill filaments. Samples can be observed in a glass-cover with a drop of water under a microscope at 45-125  $\times$ <sup>(4,28)</sup>. Dead fish are not always apt for this test, because some species of monogeneans quickly abandon dead bodies, and, on the other hand, stored material is not always adequate for diagnosis, for which it should be established in living fishes<sup>(4,28)</sup>. In case of severe infections, parasites can be observed visually.

### **FACTORS WHICH HELP MONOGENEAN DISPERSION AND DEVELOPMENT**

1. Biologic cycle rates. Under favorable conditions it can take less than a day, and up to five days in normal conditions. In the first case, proliferation can be explosive<sup>(31,34)</sup>.
2. Egg resistance and viability. As eggs can survive at 6 °C, they can lie dormant in winter and hatch the next spring, thus continuing the cycle<sup>(4,23)</sup>.
3. Egg quantity and young parasites produced by each parasite. Oviparous species can oviposit in winter between 5 and 20 eggs per day, increasing this rate when temperature rises<sup>(2,17)</sup>. In viviparous species, parasites can start reproducing themselves as soon as they leave their mother, and larvae require only one day before birth to mature<sup>(31,33)</sup>.
4. Distribution. Being cosmopolitan, monogeneans in general are able to parasitize different fish species in any type of water.
5. A wide variety of animals which can be infected by monogeneans. Besides infecting several marine and practically all freshwater fish species exploited in fish cultures, including ornamentals<sup>(8,37,38)</sup>, some monogeneans parasite elasmobranchians,



las infecciones son intensas, los vermes se distinguen a simple vista, por los movimientos que efectúan sobre la piel.

### FACTORES QUE FAVORECEN EL DESARROLLO Y DISPERSIÓN DE LOS MONOGENEOS

1. Rapidez del ciclo biológico. Como éste se realiza en menos de un día en condiciones ecológicas favorables, o en cinco en condiciones normales, proliferan en forma explosiva<sup>(31,34)</sup>.
2. Resistencia y viabilidad de los huevos. El sobrevivir los huevos al invierno, soportando temperaturas cercanas a los 6 °C, facilita la continuación del ciclo en la primavera siguiente<sup>(4,23)</sup>.
3. Cantidad de huevos y de individuos jóvenes que cada parásito es capaz de producir. Los ovíparos, son capaces de ovipositar durante la época crítica del invierno, de 5 a 20 huevos por día, incrementándose esta tasa al elevarse la temperatura<sup>(2,17)</sup>. En los vivíparos, los parásitos recién salidos de la madre pueden producir inmediatamente su propio descendiente, requiriendo de solo un día para que las larvas maduren antes del nacimiento y originen otras nuevas<sup>(31,33)</sup>.
4. Distribución cosmopolita. Esto les permite parasitar a diferentes especies de peces en todo tipo de aguas<sup>(17,19)</sup>.
5. Variedad de especies animales que pueden parasitar. Además de infectar especies de peces marinos y prácticamente a todas las especies de peces de agua continental que se emplean en acuacultivos, incluidos los ornamentales<sup>(8,37,38)</sup>, algunos parasitan también a diferentes especies de elasmobranquios, anfibios, reptiles, cefalópodos y crustáceos<sup>(11,12,39)</sup>.
6. Deficiencia en el suministro de agua en las unidades de producción y centros de engorda. El escaso suministro de agua en los estanques, aunado al manejo a que se ven sometidos los peces, permite que se favorezca la intensidad de la infección<sup>(9,28)</sup>.
6. A deficient water supply in production units. A deficient water supply in production ponds, in addition to certain management practices, can help increase parasite infection intensity<sup>(9,28)</sup>.
7. Water temperature. As Mexico enjoys a vast Tropical and Subtropical area, parasites find adequate conditions for development and dispersion<sup>(4,28)</sup>.
8. Non hygienic conditions in production ponds. Feed and faeces lixiviation, plant decay and excessive amounts of fertilizers can foster conditions adequate for parasite development and dispersion<sup>(9,33)</sup>.
9. Parasitized fish dissemination. If fishes sent from hatcheries to fattening centers are not treated adequately, parasite dissemination can be fostered<sup>(4,28)</sup>.
10. Parasitized fish imports. Parasite dissemination in edible and ornamental fish species can be increased when imports by private enterprises are not controlled adequately and their corresponding quarantines are not enforced<sup>(26,28)</sup>.
11. Inadequate feeding and adverse environment. This diminishes fish resistance to parasites and makes easier monogenean attacks<sup>(4,26)</sup>.
12. Overpopulation in production ponds. This factor facilitates parasite transfer<sup>(31,32)</sup>. Overpopulation should be avoided, especially in low depth ponds with scant water circulation. Low fish population densities contribute to diminish parasitosis.
13. Entrance of wild fish species to production units. These fish could act as parasite and infectious disease reservoirs or carriers<sup>(4,28)</sup>. Adequate filters should be installed in the ponds' water intakes to avoid this problem.
14. Inadequate drainage. Puddles can develop when pond drainage is inadequate, fostering proliferation

7. Temperatura del agua. Teniendo México una vasta región tropical y semitropical, los parásitos encuentran mayores oportunidades de desarrollo y dispersión<sup>(4,28)</sup>.

8. Cultivo de peces en estanques con falta de higiene. La lixiviación del alimento y excretas, la putrefacción de plantas, así como los abonos excesivos, propician condiciones para el desarrollo y dispersión de los monogeneos<sup>(9,33)</sup>.

9. Distribución de crías de peces parasitados. El efectuar movimientos de peces de los centros de producción de crías, hacia los centros de engorda sin tratamiento previo, contribuye notablemente a la diseminación de los parásitos<sup>(4,28)</sup>.

10. Importación de peces parasitados. Realizar esto por los particulares, sin ningún control y sin cubrir los requisitos mínimos de observación y cuarentenas, tanto de peces de consumo como ornamentales, contribuye a la dispersión de los parásitos<sup>(26,28)</sup>.

11. Alimentación inadecuada y factores ambientales adversos a los peces. Esto disminuye la capacidad de resistencia de los peces y facilita el ataque de monogeneos<sup>(4,26)</sup>.

12. Elevada densidad de peces por unidad de superficie. Como esto facilita que se realice la transferencia parasitaria<sup>(31,32)</sup>, se debe evitar la sobrepoblación, especialmente cuando se trata de estanques de poca profundidad con falta de movimiento de agua; densidades bajas de población contribuyen notablemente a disminuir la aparición de monogeneos.

13. Entrada a la unidad de producción de peces silvestres. Estos peces actúan como reservorios o portadores de monogeneos y de otros agentes infecciosos<sup>(4,28)</sup>, por lo que se deben colocar filtros en la estanquería que impidan la entrada de peces silvestres.

14. Drenado inadecuado de la estanquería. Esto propicia encharcamientos de agua, permitiendo la existencia de peces pequeños o huevos de parásitos que favorecen la continuidad del ciclo de vida<sup>(4,28)</sup>,

thus giving continuity to parasites' biological cycle. Ponds' bottoms should be perfectly leveled to be able to drain them efficiently and opportunely.

Besides those recommended in points 12 to 14, other measures should be taken to prevent monogenean development, especially factors described in points 1 to 11, such as: prophylaxis, hygiene and drainage, especially cleaning and disinfecting ponds to eliminate eggs and resistant adults. Fish should be bred in abundant and clean water, frequently changed, and without the presence of dead animals, faeces and decaying organic matter, and adequately fed with feed in accordance with the requirements of the species raised and the system in use. On the other hand it is of the utmost priority to enforce quarantines and isolation periods when new animals are introduced to production units, and also, these fishes should be examined to assure they are parasite free.

## MONOGENEANS TREATMENT AND CONTROL

To control monogeneans, diagnosis should be opportune, due to the short life span of the parasites. To prevent transportation of monogeneans from one pond to another, infected ponds should be isolated, and neither provide water nor carry fish from one pond to another. Besides, fishing tackle, transportation equipment and other paraphernalia should be of exclusive use in each pond, to avoid carrying infection from one pond to another, unless previously disinfected with formalin, calcium hypochlorite or any other disinfectant<sup>(4,14)</sup>.

For any treatment, water physical and chemical characteristics (temperature, dissolved O<sub>2</sub>, hardness, pH, ammonia content) should be taken into account: because the effectiveness of these medications is conditioned by water quality<sup>(4,39)</sup>. When ponds are drained, it should be left to the action of the sun, or treated with quicklime at 100 g/sq. meter<sup>(4,27)</sup>.

To control parasites, several products can be used, in short or permanent treatments<sup>(4,40)</sup>, and repeated every three or four days, at least two or three

por lo que resulta conveniente mantener nivelado el fondo de la estanquería, para drenarla oportuna y eficientemente.

Además de las medidas indicadas en los incisos 12 al 14, otras que se recomiendan para prevenir los factores que favorecen el desarrollo de los monogeneos en los incisos 1 al 11 son: la profilaxis, el aplicar las medidas preventivas de higiene y saneamiento, como son el lavar y desinfectar la estanquería con objeto de eliminar huevos y adultos resistentes, así como cultivar a los peces con un buen suministro de agua, que permita efectuar los recambios necesarios, manteniéndola limpia, sin exceso de restos de alimentos, excretas, materia orgánica en descomposición o peces muertos, proporcionándoles una alimentación adecuada, tomando en cuenta el sistema en que la especie se cultiva. Por otra parte, es importante observar cuarentenas y el aislamiento cuando se introducen peces a una unidad de producción, así como el realizar exámenes que garanticen estén libres de parásitos.

## TRATAMIENTO Y CONTROL DE MONOGENEOS

Para el control adecuado de los monogeneos, es importante que el diagnóstico se realice oportunamente, debido al ciclo de vida tan rápido que tienen los parásitos.

Para prevenir el transporte de monogeneos de un estanque a otro, se deben aislar los estanques infectados, no usar el agua de estos para reabastecer otros, ni adicionarle otros peces. Así mismo, se debe evitar utilizar la misma red, transportador y otros enseres de pesca utilizados en estanques infectados, si no han sido previamente desinfectados con formalina, hipoclorito de calcio o algún otro desinfectante<sup>(4,14)</sup>.

Al realizar cualquier tratamiento, se debe tener presente las características fisicoquímicas del agua (temperatura, cantidad de oxígeno disuelto, dureza, amoníaco y pH), puesto que la efectividad de los fármacos está condicionada por la calidad de ésta<sup>(4,39)</sup>. Cuando la estanquería es vaciada, es

times, to eliminate all the parasites that hatch gradually. Fish should be treated in special inert vessels or containers, which should not react with the medicines, so as not to generate toxic compounds<sup>(4,28)</sup>. Plastic tubs and glass or glass fiber vessels are especially recommended.

Short 30 min baths, in formalin 33 %, at 20-25 ml/100 liters water, have shown good results for control of dactylogyrids and gyrodactylids<sup>(4,7)</sup>, however, this product should be used with great care because formalin could be contaminated with paraformaldehyde which is extremely toxic to fish<sup>(7)</sup>. Molnar<sup>(40)</sup>, verified in 1995 that a 0.5 to 10 mg/liter malachite green solution in water, controls dactylogyrids most effectively.

Sodium chloride (40 g/l water), potassium permanganate (30 ppm) and triclorfon (0.5 ppm) are very effective in controlling *Cichlidogyrus sclerosus* which parasitizes cichlids' gills<sup>(7)</sup>. Malachite green at the concentrations suggested by Molnar, besides providing excellent results, is in itself a moderate antiseptic tolerated by fish, not showing any side effects<sup>(7)</sup>.

## AQUACULTURE RESEARCH IN MEXICO

The Government of Mexico has promoted development of aquaculture through the creation of aquaculture centers in several States to breed diverse species and by sowing fish in several permanent and temporary water bodies. The Dirección General de Acuacultura (Directorate General for Aquaculture) is the government organization in charge of planning and development of aquaculture in coordination with other private and public bodies.

Research is carried out through two institutional models, one by the Instituto Nacional de la Pesca (National Institute for Fisheries), the main research organism, which identifies priorities and carries out in its regional centers research lines related to fisheries, which includes aquaculture; and the other performed by other research Institutes and Universities.

conveniente exponerla a los rayos solares o bien desinfectarla con cal viva espolvoreada, utilizando 100 g/m<sup>2</sup> (4,27).

Para el control de los parásitos, se emplean varios productos, mediante baños de inmersión cortos o permanentes(4,40), debiendo en ambos casos tener cuidado de repetir el tratamiento dos o tres veces, con un intervalo entre uno y otro, de tres a cuatro días, para eliminar la totalidad de parásitos que eclosionan gradualmente. Los peces deben ser tratados en recipientes especiales, que no reaccionen con los fármacos, evitando así que se desencadenen compuestos tóxicos(4,28). Las tinas de plástico, recipientes de cristal o fibra de vidrio son las más recomendables.

Los baños cortos de 30 min, en solución de formalina al 33 % y concentraciones de 20-25 ml en 100 l de agua, ofrecen buenos resultados en el control de Dactilogiridos y Girodactilidos(4,7); sin embargo, se debe tener precaución al utilizar este producto, el cual debe estar exento de paraformaldehído, ya que éste es sumamente tóxico para los peces(7). Molnar(40) en 1995 comprobó que una solución de verde de malaquita a una concentración de 0.5 a 10 mg/l de agua, proporciona excelentes resultados en el control de Dactilogiridos.

El cloruro de sodio, el permanganato de potasio y el triclorfon a concentraciones de 40 g/l de agua, 30 ppm y 0.5 ppm respectivamente, son quimioterapéuticos muy eficaces en el control de *Cichlidogyrus sclerosus* que parasita branquias de cíclidos(7). El verde de malaquita, a las concentraciones utilizadas por Molnar, además de proporcionar buenos resultados, es un antiséptico moderado que es tolerado por los peces, sin causarles manifestaciones patológicas(7).

## LA INVESTIGACIÓN ACUÍCOLA EN MÉXICO

El gobierno de México promovió desde hace varias décadas el desarrollo de la acuicultura, partiendo de la formación de centros acuícolas en diversos estados de la República para el cultivo de diferentes especies y la siembra de crías en cuerpos de agua

## DISCUSSION

Parasitological fauna represented by monogeneans in Mexico is diverse in genera and species, as well as the fish species infected by these parasites. Identified monogeneans comprise 32 species and 5 genera distributed in 21 States of Mexico, which parasite 43 species of fish grouped in 12 Families and 2 Elasmobranchii belonging to the Rhinobatidae family. Some 53.4 % of parasitized fish belong to the Cichlidæ family, 11.6 % to the Cyprinidæ and 9.3 % to the Serranidæ families. Some parasites affect important endemic species fisheries with high commercial value, such as the “akúmara”, *Algansea lacustris*, found in the Michoacan lake district, which is parasitized by the native *Octamacrum mexicanum*(41) and the introduced *Dactylogyrus spp.*(42) monogeneans; the “peso” a cyprinid endemic to the Balsas basin, the “mojarras” *Cichlasoma meeki*, *C. aureum* and the Pœcilid *Gambusia yucatanana* native to Southeast Mexico which are parasitized by *Gyrodactylus spp.*(43,44,45); the “tenhuayaca”, “paleta”, “castarrica”, “zacatera” and other native “mojarras” of the Cichlidæ family which constitute an important part of the very rich freshwater zoological fauna of Mexico’s Southeast, which are parasitized by the native monogeneans *Sciadeclethrum mexicanum*, *S. splendidæ*, *S. meeki* and *S. bravohollisæ*(30,36,44,46), while *Cichlasoma calleolepis* and *C. fenestratum* are parasitized by the monogeneans *Cichlidogyrus sclerosus*, *C. tilapia*, *C. longicornis*, *C. dossoui* and *Enterogyrus malmbergi* which were imported into Mexico together with exotic “mojarras”(30,36). However, it should be noted that parasite transfer from native to alien cichlids is possible, as has been shown by the monogenean *Sciadeclethrum bravohollisæ*, which besides being a parasite of the native cichlids *Cichlasoma pearsei*, *C. synspilum* and *Petenia splendida*(36), also parasitizes the exotic Cichlid *Oreochromis aureus*(30,47). The monogeneans *Urocleidoides chavarriai* and *U. travossi* affect the Pimelodid *Rhamdia guatemalensis*, while others like *Gyrodactylus neotropicalis*, *Urocleidoides heteroancistrum*, *U. anops*, *U. costaricensis* and *Anacanthocotyle anacanthocotyle* which affect the Characid *Astyanax fasciatus* are parasites characteristic of fishes of Central and South America

permanentes y temporales. La Dirección General de Acuicultura es la institución rectora y responsable de planificar el desarrollo del sector, en concertación con otras instancias.

En México, la investigación en acuicultura se lleva a cabo a través de dos modelos institucionales: la ejecutada directamente por la institución rectora, el Instituto Nacional de la Pesca, quien identifica y realiza a través de sus centros regionales, líneas de investigación en el sector pesquero, incluyendo la acuicultura, y la generada por otros Institutos y Universidades.

## DISCUSIÓN

La fauna parasitológica representada por monogeneos en México es muy diversa en géneros y especies, así como abundantes los peces parasitados, su registro comprende 32 especies y cinco géneros distribuidos en 21 estados de la República Mexicana, parasitando 43 diferentes especies de peces, agrupados en 12 familias y dos Elasmobranchii de la familia Rhinobatidae. El 53.4 % de los peces parasitados corresponden a la familia Cichlidae, 11.6 % a la familia Cyprinidae y 9.3 % a la familia Serranidae; algunos afectan importantes pesquerías de especies endémicas con alto valor comercial como la “akúmara” en la zona lacustre de Pátzcuaro Michoacán, que es parasitada por el monogeno nativo *Octamacrum mexicanum*<sup>(41)</sup> y el introducido *Dactylogyrus* sp<sup>(42)</sup>, el “peso”, ciprinido endémico de la Cuenca del Balsas, las mojarra *Cichlasoma meeki*, *C. aureum*, y el poecilido *Gambusia yucatanana* nativos del sureste del país son parasitados por *Gyrodactylus* sp<sup>(43,44,45)</sup>; la “tenhuayaca”, “paleta”, “castarrica”, “zacatera” y otras mojarra nativas de la familia Cichlidae constituyen parte importante de la enorme riqueza zoológica de las aguas dulces del sureste del país, además de estar afectadas por monogeneos nativos de los géneros *Sciadecleithrum mexicanum*, *S. splendidae*, *S. mekki* y *S. bravohollisae*<sup>(30,36,44,46)</sup>, algunas de ellas como *Cichlasoma calleolepis*, y *C. fenestratum* se encuentran parasitadas por los monogeneos *Cichlidogyrus sclerosus*, *C. tilapiae*, *C. longicornis*, *C. dossoui* y *Enterogyrus malmbergi*

and have been recorded in Southeast Mexico for the first time<sup>(44)</sup>. Other important fishing activities being carried out as those of “lisa”, *Mugil cephalus*, in salt water, as well as of other species of high commercial value and potential as “botete diana”, *Sphaeroides annulatus*, carried out as a craft industry in Northeast Mexico are also affected by monogeneans, “lisa” by *Metasicrocotyla macracantha* which lodges in gills and thus demerits its commercial quality<sup>(48)</sup>, and “botete diana” by *Neobenedenia melleni* and *Heterobothrium ecuadori*, this last one fixing itself to gills destroying its lamellæ and producing local hemorrhages<sup>(49,50)</sup>.

Considering salt water fishes, important fisheries are those of “cabrillas” *Paralabrax spp.*, “mero” *Ephinephelus morio*, “negrillo” *Mycteroperca bonaci* and *Coryphænoides zaniophorus* (Macruridæ), which are affected by monogeneans, “cabrillas” by *Mamaevicotyle spp*<sup>(37)</sup>, “negrillo” by *Mycteroperca bonaci* and “mero”, the most important commercial fish in the Yucatan peninsula, by *Ephinephelus morio*. These species are affected by new monogenean native species, “mero” by *Pseudorhabdosynochus yucatanensis*<sup>(18,51)</sup>, and “negrillo” by *P. capurroi*<sup>(52)</sup>. On the other hand, the macrurid *Coryphænoides zaniophorus* is affected by *Syncaelicotyloides macruri* and *S. zaniophori*<sup>(53)</sup>, being also this last one registered as a new species. In the case of Elasmobranchii, the monogeneans *Spinuris lophosoma* and *S. zapterigys* lodge in the gills of *Rhinobatus productus* and *Zapterix exasperata*<sup>(25)</sup>.

Mexican pisciculture is strongly influenced by the culture of exotic species, a fact that besides being a source of strong technological dependence, especially in those cases in which fish breeding has reached a high technological level, has also been a source of many fish parasites. The latter, which is a big problem, is a risk factor for productivity of the different production systems being carried out in this country, as is the case of the introduced monogeneans *Dactylogyrus spp* and *D. extensus* which affect gills of the mirror carp<sup>(28,54,55,56)</sup>, herbivorous carp<sup>(28,56)</sup>, “tilapia”<sup>(3)</sup>, green bream<sup>(3)</sup>, gold carp<sup>(4)</sup>, catfish and “akumara”<sup>(4,56)</sup>; *Cleidodiscus floridanus* which

que fueron introducidos al país con las mojarra exóticas<sup>(30,36)</sup>; Sin embargo, es importante señalar que la transfaunación parasitaria de cíclidos nativos hacia cíclidos exóticos, también está presente con el monogeneo *Sciadecleithrum bravohollisae* quien además de parasitar a los cíclidos nativos *Cichlasoma pearsei*, *C. Synspilum* y *Petenia splendida*<sup>(36)</sup>, parasita al cíclido exótico *Oreochromis aureus*<sup>(30,47)</sup>. Los monogeneos *Urocleidoides chavarriai* y *U. travossi* afectan al pimelodido *Rhamdia guatemalensis*, otros como *Gyrodactylus neotropicalis*, *Urocleidoides heteroancistrum*, *U. anops*, *U. costaricensis* y *Anacanthocotyle anacanthocotyle* afectan al characido *Astyanax fasciatus* son parásitos característicos de peces de centro y sur América siendo por primera vez registrados en el sureste Mexicano<sup>(44)</sup>. Otras pesquerías de consideración como las realizadas en agua salobre con peces como la “lisa”, así como otras especies con elevado potencial acuícola y alto valor comercial e importantes en la pesca artesanal del noreste de México como el “botete diana”, también se encuentran afectados por monogeneos, la “lisa” por *Metasicrocotyla macracantha* que al alojarse en branquias demerita la calidad de este recurso pesquero<sup>(48)</sup> y el “botete diana” por *Neobenedenia melleni* y *Heterobothrium ecuadori*, causando este último en las branquias destrucción de las lamelas y hemorragias en el sitio de adhesión<sup>(49,50)</sup>.

De los peces marinos, importantes pesquerías son las “cabrillas” del género *Paralabrax*, las del “mero” *Ephinephelus morio*, las del “negrillo” *Mycteroperca bonaci* y las del macrurido *Coryphaenoides zaniophorus*; que son afectados por monogeneos, las “cabrillas” por *Mamaevicotyle* sp<sup>(37)</sup>, las del “negrillo” *Mycteroperca bonaci* y “mero” *Ephinephelus morio* el pez más importante desde el punto de vista comercial en las costas de la Península de Yucatán son afectados por nuevas especies de monogeneos nativos, el “mero” por *Pseudorhbdosynchus yucatanensis*<sup>(18,51)</sup> y el “negrillo” por *P. Capurroi*<sup>(52)</sup>; por su parte el macrurido *Coryphaenoides zaniophorus* es afectado por *Syncoelicotyloides macruri* y *S. zaniophori*<sup>(53)</sup>, registrado este último también como nueva especie. En el caso de los Elasmobranchii, se tienen

afecta the gills of the mirror carp and catfish<sup>(53,54)</sup>; *Gyrodactylus spp* which lodges in the gills of the mirror carp<sup>(4,56)</sup>, gold carp<sup>(4)</sup>, catfish and trout<sup>(4,56)</sup>. However, in the case of the “mojarra” commonly known as “tilapias” whose production is considerably higher than that of the most important salt water species, is where we can find the most significant example: *Oreochromis aureus* and *O. niloticus* are affected by the monogeneans *Cichlidogyrus tilapiae*, *C. sclerosus*, *C. haplochromii* and *C. longicornis*<sup>(30)</sup>. *Cichlidogyrus sclerosus* also parasitizes the gills of *Oreochromis hornorum*<sup>(57)</sup> and *O. mossambicus*<sup>(30,58)</sup>. *Enterogyrus malmbergi* parasitizes gills of *Oreochromis aureus*, *O. mossambicus*, *O. hornorum* and *O. niloticus*<sup>(30,43,57)</sup>. *Oreochromis aureus* is affected also by the native monogenean *Sciadecleithrum bravohollisae*<sup>(30)</sup>.

An important fact which should be emphasized is that even though carps have been imported from China in several instances, no monogeneans characteristic of these species has been registered in Mexico, which could be attributable to a scarcity of studies on cyprinids relative to those carried out in cichlids.

In accordance with the results of this review, a rising technological demand can be established, in which aquatic pathology is high on the priority list, due to a lack of research on this subject, which limits production systems’ productivity and because of this, more studies related to this subject should be carried out to be able to control parasites in hatcheries and reservoirs or ponds in which fish culture is performed owing to its economic and social importance. This aim could be fulfilled by setting up a national program of aquaculture health which should include both the public and the private sectors, to increase production systems’ productivity, because even though a lack of communication between the administration, research and production is evident, lack of coordination between those institutions which carry out research on this subject is practically non existent. Research is scattered and efforts are frequently duplicated. The private sector practically does not participate in research. Producers in general do not receive

registrados a los monogéneos *Spinuris lophosoma* y *S. zapterigys*, que se alojan en branquias de *Rhinobatos productus* y *Zapterix exasperata*<sup>(25)</sup>.

La acuicultura mexicana se encuentra fuertemente influenciada por el cultivo de especies aloctonas, este hecho además de significar una fuerte dependencia tecnológica donde el cultivo ha alcanzado un alto grado de desarrollo, también ha traído como consecuencia la introducción de una gran variedad de parásitos, lo cual representa un problema, puesto que se pone en riesgo la productividad de los diferentes sistemas de producción practicados en México; en el caso de los monogéneos se puede citar a *Dactylogyrus* sp y *D. extensus* que afectan branquias de la carpa espejo<sup>(28,54,55,56)</sup>, carpa herbívora<sup>(28,56)</sup>, tilapia<sup>(3)</sup>, mojarra verde<sup>(3)</sup>, bagre de canal y akúmara<sup>(41)</sup>, *Cleidodiscus floridanus* que afecta branquias de carpa espejo y bagre de canal<sup>(53,54)</sup>, *Gyrodactylus* sp que se aloja en el tegumento de carpa espejo<sup>(4,56)</sup>, carpa dorada<sup>(4)</sup>, bagre de canal y trucha<sup>(4,56)</sup>; sin embargo, el caso de las mojarras conocidas comúnmente como tilapias cuyo volumen de producción sobrepasa incluso a los de significativas pesquerías marinas, es donde ocurre el caso más significativo, *Oreochromis aureus*, y *O. niloticus* son afectadas por los monogéneos *Cichlidogyrus tilapie*, *C. sclerosus*, *C. haplochromii* y *C. longicormis*<sup>(30)</sup>. *Cichlidogyrus sclerosus* además de parasitar a estas especies también se aloja en branquias de *Oreochromis hornorum*<sup>(57)</sup> y *O. mossambicus*<sup>(30,58)</sup>. *Enterogyrus malmbergi* parasita branquias de *Oreochromis mossambicus*, *O. aureus*, *O. niloticus* y *O. hornorum*<sup>(30,43,57)</sup>. *Oreochromis aureus* también es afectada por el monogéneo nativo *Sciadecleithrum bravohollisae*<sup>(30)</sup>.

Un hecho de particular importancia es que a pesar de las múltiples importaciones de carpas que se han realizado de la República Popular China a México, aún no han sido registrados los monogéneos distintivos de estas especies en aquel país, lo cual pudiera atribuirse a la falta de estudios más profundos; pues es evidente que los estudios realizados con los cíclidos no se han llevado a cabo en los ciprinidos.

apropiada información sobre lo que se está haciendo en la investigación científica ni de productos científicos obtenidos, porque, en la mayoría de los casos cuando esta información es publicada en revistas especializadas, no es comprensible para la mayoría de ellos. Por otro lado, una baja integración del sector científico en programas de piscicultura es evidente, lo que podría atribuirse a una falta de dirección de la principal institución de investigación, que debería ser capaz de identificar problemas técnicos y orientar la investigación en consecuencia.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Our special recognition to Dr. Victor M. Vidal-Martínez of CINVESTAV-Mérida-IPN for providing us his findings.

*End of english version*

---

De acuerdo a los resultados de la presente revisión bibliográfica, es indudable que existe una creciente demanda tecnológica, donde la patología acuícola ocupa una alta prioridad, pues es una línea de investigación pobremente desarrollada, limitando en gran medida la productividad de los sistemas; por lo que se deben llevar a cabo los estudios necesarios que permitan el control de los parásitos en los centros acuícolas, así como en los reservorios donde se desarrollan pesquerías de importancia económica y social, estableciendo un programa nacional de sanidad acuícola que sume los esfuerzos del sector oficial y de investigación con los productores públicos y privados a fin de mejorar la productividad de los sistemas, pues además de ser evidente que la comunicación entre la administración, la investigación y la producción es limitada, es patente la falta de coordinación entre las propias instituciones y dependencias encargadas de la investigación acuícola, lo que determina que ésta se encuentre dispersa, y frecuentemente con duplicidad de funciones y esfuerzos, siendo además la participación del sector productivo casi nula. El productor no es informado adecuadamente sobre la contribución científica generada, pues cuando es

editada en forma de publicación especializada, no es accesible para el mismo. Por otra parte, es evidente que el bajo nivel de integración del sector científico en los programas acuaculturales es imputable a una falta de orientación por parte de la institución rectora, la cual debería estar en condición de percibir los problemas técnicos y orientar la investigación hacia su solución.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. Víctor M. Vidal Martínez del CINVESTAV Mérida, del Instituto Politécnico Nacional por el envío de sus trabajos.

## LITERATURA CITADA

- Cable J, Tinsley RC, Harris PD. Survival and embryo development of *Gyrodactylus gastereostei* (Monogenea: Gyrodactylidae) Parasitology 2002;124(1):53-68.
- Scholz T. Parasites in cultured and feral fish. *Vet Parasitol* 1999;84(3-4):317-335.
- Flores-Crespo J, Ibarra VF, Flores CR, Vásquez PC. Variación estacional de *Dactylogyrus* sp. en dos unidades productoras de tilapia del estado de Morelos. *Téc Pecu Méx* 1992;30(2):109-118.
- Flores-Crespo J, Flores CR. Principales Trematodos y Cestodos de importancia económica en acuicultura. En: Tópicos de parasitología animal cestodos y trematodos. Universidad Nacional Autónoma del Estado de Morelos 1993;II:13-36.
- Jones SR. The occurrence and mechanisms of innate immunity against parasites in fish. *Dev Comp Immunol* 2001;(8-9):841-852.
- Marcogliese DJ, Ball M, Lankester MW. Potential impacts of clearcutting on parasites of minnows in small boreal lakes. *Folia Parasitol (Praha)* 2001;48(4):269-274.
- Flores-Crespo J, Flores CR, Ibarra VF, Vera MY, Vásquez PC. Evaluación de Quimioterapéuticos contra la Ciclidogiriasis de la Tilapia (*Oreochromis hornorum*) en México. *Rev Lat de Microbiol* 1995;37(2):179-187.
- Martins ML, Moraes FR, Miyasaki DM, Brum CD, Onaka EM, Feneric J Jr, Bozzo FR. Alternative treatment for *Anacanthorus penilabiatius* (Monogenea: Dactylogyridae) infection in cultivated pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes: Characidae) in Brazil and its haematological effects. *Parasite* 2002;(2):175-180.
- Buchmann K. Binding and lethal effect of complement from *Oncorhynchus mykiss* on *Gyrodactylus derjavini* (Platyhelminthes: Monogenea). *Dis Aquat Organ* 1998;32(3):195-200.
- Lim LH, Du Prezz LH. *Sundapolystoma chalconotae* n.g., n.sp. (Monogenea: Polystomatidae) from *Rana chalconota* (Schlegel) of Peninsular Malaysia. *Syst Parasitol* 2001;49(3):223-231.
- Platt TR. *Neopolystoma fentoni* n. sp. (Monogenea: Polystomatidae) a parasite of the conjunctival sac of freshwater turtles in Costa Rica. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2000;95(6):833-837.
- Xia XQ, Wang WJ, Lu CP. The distribution of monogenean parasites on aquatic vertebrate inhabiting Chinese inland waters. *Syst Parasitol* 2000;46(2):151-155.
- Stoltze K, Buchman K. Effect of *Gyrodactylus derjavini* infections on cortisol production in rainbow trout fry. *J Helminthol* 2001;75(3):291-294.
- Harris PD, Soleng A, Bakke TA. Killing of *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea) mediated by host complement. *Parasitology* 1998;(Pt 2):137-143.
- Soleng A, Poleo AB, Alstad NE, Bakke TA. Aqueous aluminium eliminates *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea) infections in Atlantic Salmon. *Parasitology* 1999;119(Pt 1):19-25.
- Khidr AA, Abu Samak OA. Spermiogenesis in the monogenean gill parasite, *Cichlidogyrus halli* typicus (Monopithecotylea, ancyrocephalidae). *J Egyptian-German Soc Zool.* 2001;35(D):17-24.
- ElNaggar MM, Hagraas AE, Ogawa K, Hussein AB, ElNaggar AA. Attachment of *Cichlidogyrus* monogenean species to the gills of the Nile fish *Oreochromis niloticus* and their local pathological impact on them. *J Egyptian-German Soc Zool* 2001;35(D):143-156.
- Moravec F, Vidal-Martínez VM, Vargas-Vázquez J, Vivas-Rodríguez C, González-Solis D, Mendoza-Franco E, Sima-Alvarez R, Guemez-Ricalde J. Helminth parasites of *Epinephelus morio* (Pisces: Serranidae) on the Yucatan Peninsula, southeastern México. *Folia Parasitol (Praha)* 1997;44(4):255-266.
- Kohn A, Cohen SC. South American Monogenea—list of species, hosts and geographical distribution. *Int J Parasitol* 1998;28(10):1517-1554.
- Kohn A, Baptista-Farias MD, Cohen SC. *Paranaella luquei* gen. et sp. n. (Monogenea: Myrococtylidae), a new parasite of Brazilian catfishes. *Folia Parasitol (Praha)* 2000;47(4):279-283.
- Ergens R. *Gyrodactylus bohemicus* sp. n. (Monogenea: Gyrodactylidae) from *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) and *Salvelinus fontinalis* (Mitchill) (Clupeiformes: Salmonidae) in Czechoslovakia. *Folia Parasitol (Praha)* 1992;39(4):391-394.
- Cable J, Harris PD, Bakke TA. Population growth *Gyrodactylus salaris* (Monogenea) on Norwegian and Baltic Atlantic salmon (*Salmo salar*) stocks. *Parasitology* 2000;(6):621-629.
- Simkova A, Desdise Y, Gelnar M, Morand S. Morphometric correlates of host specificity in *Dactylogyrus* species (Monogenea) parasites of European Cyprinid fish. *Parasitology* 2001;123(Pt2):169-177.
- Bruno DW, Collins CM, Cunningham CO, MacKenzie K. *Gyrodactylus bychowskii* (Monogenea: Gyrodactylidae) from sea-caged Atlantic salmon *Salmo salar* in Scotland: occurrence and ribosomal RNA sequence analysis. *Dis Aquat Organ* 2001;(3):191-196.
- Gómez del Prado RMC, Euzet L. New species of *Spinuris* (Monogenea: monocotylidae) from *Zaperyx exasperata* (elasmobranchii: rhinobatidae) from Baja California Sur, Mexico. *J Parasitol* 1999;85(4):705-708.
- Simkova A, Gelnar M, Morand S. Order and disorder in ectoparasite communities: the case of congeneric gill monogeneans (*Dactylogyrus* spp.). *Int J Parasitol* 2001;31(11):1205-1210.



27. Flores-Crespo J, Flores CR, Ibarra VF, Vera MY. Evaluación de cuatro vermícidas contra *Bothriocephalus acheilognathi* en carpas. *Rev Lat Microbiol* 1994;36(3):197-203.
28. Flores-Crespo J. Diagnóstico y control de las enfermedades parasitarias más frecuentes que afectan a los peces. En: Quiroz-Romero, H. editor. Diagnóstico y control de parásitos y el hombre. UNAM. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México, D. F. 1991:935-973.
29. Scholz T, Salgado-Maldonado G. Helmintos parásitos de peces como colonizadores: el caso de *Centrocestus formosanus* (Digenea: Heterophylidae) en México [resumen] XIV Congreso latinoamericano de parasitología 1999:29.
30. Jiménez-García MI, Vidal-Martínez VM, López-Jiménez. Monogeneans in introduced and native cichlids in México: evidence for transfer. *J Parasitol* 2001;87(4):907-909.
31. Cable J, Scott EC, Tinsley RC, Harris PD. Behavior favoring transmission in the viviparous monogenean *Gyrodactylus turbulli*. *J Parasitol* 2002(1):183-184.
32. Whittington ID, Cribb BW, Hamwood TE, Halliday JA. Host-specificity of monogenean (Platyhelminth) parasites: a role for anterior adhesive areas?. *Int J Parasitol* 2000;33(3):305-320.
33. Bakke TA, Harris PD, Cable J. Host specificity dynamics: observations on gyrodactylid monogeneans. *Int J Parasitol* 2002;32(3):281-308.
34. Chisholm LA, Whittington ID. Egg hatching in 3 species of monogenean parasites from the shovelnose ray *Rhinobatos typus* at Heron Island, Australia. *Parasitology* 2000;(Pt 3):303-313.
35. Lindenstrom T, Buchmann K. Acquired resistance in rainbow trout against *Gyrodactylus derjavini*. *J Helminthol* 2000;74(2):155-160.
36. Kritsky DC, Vidal-Martínez VM, Rodríguez-Canul R. Neotropical Monogenoidea. 19 Dactylogyridae of Cichlidae (Perciformes) from the Yucatán Peninsula, with descriptions of three new species of *Sciadecleithrum* Kritsky, Thatcher, and Boeger, 1989. *J Helminthol* 1994;61:26-33.
37. Gómez del Prado RMC. Helmintofauna del género *Paralabrax* (Familia Serranidae) en las costas del noreste de México [resumen]. X Congreso nacional de parasitología. Cuernavaca, Morelos. 1992:45.
38. Gutiérrez PA, Martorelli SR. The structure of the monogenean community on the gills of *Pimelodus maculatus* in Rio de la Plata (Argentina). *Parasitology* 1999;(Pt 2):177-182.
39. Kearn GC. Evolutionary expansion of the Monogenea. *Int J Parasitol* 1994;24(8):1227-1271.
40. Molnar K. Effect of exposure to malachite green solution on common carp fry with *Dactylogyrus vastator* (Monogenea) infection. *Acta Vet Hung* 1995;43(2-3):277-286.
41. Aparicio MA, Pulido FG, Melgoza PB, Rodríguez RC, López MI, Mendoza GB, García PL. Taxonomía y ecología de la helmintofauna de la akúmara (*Algansea lacustris*) del Lago de Pátzcuaro, Mich. Méx. [resumen]. VIII Congreso nacional de parasitología. 1988:67.
42. Hernández LJ, Sabanero MS. Análisis parasitológico de peces cultivados en el estado de Michoacán [resumen]. X Congreso nacional de parasitología 1992:140.
43. Flores-Sotelo MT. Comparación de dos helmintos parásitos de *Hybopsis boucardi* (Gunther, 1968) (Pisces: Cyprinidae) en dos localidades del municipio de Coatlán del Río en el estado de Morelos [tesis licenciatura] Cuernavaca, Morelos: Universidad Autónoma del Estado de Morelos; 1998.
44. Mendoza-Franco EF, Scholz T, Vivas-Rodríguez C, Vargas-Vázquez J. Monogeneans of freshwater fishes from cenotes (sinkholes) of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Folia Parasitol (Praha)* 1999;46(4):267-273.
45. Vidal-Martínez VM, Aguirre-Macedo ML, Scholz T, González-Solis D, Mendoza-Franco EF. Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico. Praga República Checa: Ed Academia; 2001.
46. Mendoza-Franco E, Vidal-Martínez V, Aguirre-Macedo L, Rodríguez-Canul R, and Scholz T. Species of *Sciadecleithrum* (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae) of Cichlid fishes from Southeastern México and Guatemala: New morphological data and host and geographical records. *Comp Parasitol* 2000;67(1):85-91.
47. Vargas VJ. La parasitología de peces en la Península de Yucatán, Avances y perspectivas [resumen]. III Congreso Nacional de Parasitología Veterinaria; 1993:6.
48. Salgado MG, Juárez AJ. Helmintos de la Lisa *Mugil cephalus* L. en Topolobampo, Sinaloa [resumen]. Primer simposio nacional de acuicultura. 1986:20.
49. Fajer-Avila E, Abdo de la Parra I, Aguilar-Zárate G, Contreras-Arce E, Zaldivar-Ramírez J, Betancourt-Lozano M. Toxicidad del botete diana (*Sphaeroides annulatus* Jenyns, 1843) a la formalina y su efecto contra ectoparásitos [resumen]. V Congreso nacional de parasitología veterinaria, 2001:67.
50. Contreras-Arce R, Fajer-Avila E. Monogenas del botete diana (*Sphaeroides annulatus*) y lesiones asociadas [resumen]. V Congreso nacional de parasitología veterinaria. 2001:68.
51. Vidal-Martínez VM, Aguirre-Macedo L, Mendoza-Franco EF. *Pseudorhabdosynochus yucatanensis* sp. n. (Monogenea: Diplectanidae) from the gills of the red grouper *Epinephelus morio* (Pisces: Serranidae) of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Folia Parasitol (Praha)* 1997;44(4):274-278.
52. Vidal-Martínez VM, Mendoza-Franco EF. *Pseudorhabdosynochus capurroi* sp. n. (Monogenea: Diplectanidae) from the gills of *Mycteroperca bonaci* (Pisces: Serranidae) of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Folia Parasitológica* 1998;45:221-224.
53. Rubec LA, Blend CK, Dronen NO. 1995. *Syncoelicotyloides zaniophori* n. sp. (Monogenea: Microcotylidae) from the gills of *Coryphaenoides zaniophorus* (Macrouridae) from the Gulf of Mexico. *J Parasitol* 1995;81(6):957-960.
54. Galaviz SL, Guajardo PE, Ramírez LCE. Incidencia y asociación de las parasitosis ocasionadas por metazoarios con respecto a factores bióticos y abióticos en tres piscifactorias del noreste de la República Mexicana [resumen]. VIII Congreso nacional de parasitología. 1988:3-4.
55. Jiménez-Guzmán F, Galavis-Silva L, Segovia-Salinas F. Parásitos de peces de importancia comercial en el noreste de México [resumen]. VIII Congreso nacional de parasitología. 1988:161.
56. Armijo OA. Algunas enfermedades que se presentan en los centros acuícolas de México. [memorias en extenso] II Simposio latinoamericano de acuicultura. México, D. F. 1980;(IV):1607-1618.
57. Contreras FLE. Enfermedades diagnosticadas en la tilapia en México. Proyecto SEPESCA/FAO/PNUD/MEX/87/18. 1989; Reporte No.1:1-18.
58. Lázaro-Chávez ME. Análisis patológico de las alteraciones producidas por ectoparásitos en reproductores de *Sarotherodon hornorum* (Trewavas) y *Oreochromis hornorum* (Peters) *Rev Lat Acuicult* 1985;25:25-32.
59. Malpica-Romero E. Helmintos parásitos de *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae) en las Unidades Piscícolas El Jicarero y

- Tetlama, en el estado de Morelos [tesis licenciatura]. Cuernavaca, Morelos: Universidad Autónoma del Estado de Morelos; 1998.
60. Zeiss E, Vilchis A, Hernández M, Valdéz ME. Principales agentes patógenos en cultivos intensivos de tilapias (*Sarotherodon mossambicus* y *Sarotherodon hornorum*) en el estado de Morelos, Méx. su diagnóstico y tratamiento. Investigación Acuícola. Universidad Autónoma del Estado de Morelos-Sepesca-Centro Nacional de Parasitología Animal. 1982;(1):34-42.
  61. Sotelo FJ. Estudio ectoparasitológico de la tilapia (*Oreochromis* sp) en unidades piscícolas del estado de Morelos [resumen]. VIII Reunión anual de parasitología veterinaria. 1987:11.
  62. Perez-Ponce de León G, Mendoza-Garfias B. A new species of *Sprostioniella* Bychowsky and Nagibina, 1967 (Monogenea: Capsalidae) from *Chaetodipterus zonatus* (Osteichthyes: Ephippidae) in Chamela Bay, México. J Parasitol 2000;(4):811-814.
  63. Mendoza-Franco EF, Vidal-Martínez VM. 2001. *Salsuginus neotropicalis* n. sp. (Monogenea:Ancyrocephalinae) from the pike killfish *Belonesox belizanus* (Atheriniformes:Poeciliidae) from southeastern México. Syst Parasitol 2001;48(1):41-45.