

# **EL IMPACTO DE LOS FONDOS MIXTOS EN EL DESARROLLO REGIONAL**

**VOLUMEN II**

# DIRECTORIO

**Dr. Juan Pedro Laclette**

Coordinador General

**Fís. Patricia Zúñiga-Bello**

Secretaria Técnica

# MESA DIRECTIVA

Academia Mexicana de Ciencias	<b>Dr. Arturo Menchaca Rocha</b>
Academia de Ingeniería	<b>Ing. José Antonio Ceballos Soberanis</b>
Academia Nacional de Medicina	<b>Dr. David Kershenobich Stalnikowitz</b>
Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico	<b>Dr. Sergio Ulloa Lugo</b>
Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior	<b>Dr. Rafael López Castañares</b>
Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos	<b>Ing. Salomón Presburger Slovik</b>
Consejo Nacional Agropecuario	<b>Lic. Juan Carlos Cortés García</b>
Confederación Patronal de la República Mexicana	<b>Lic. Gerardo Gutiérrez Candiani</b>
Cámara Nacional de la Industria de Transformación	<b>Ing. Sergio Cervantes Rodiles</b>
Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología	<b>Mtro. Miguel O. Chávez Lomelí</b>
Universidad Nacional Autónoma de México	<b>Dr. José Narro Robles</b>
Instituto Politécnico Nacional	<b>Dra. Yoloxóchitl Bustamante Diez</b>
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN	<b>Dr. J. P. René Asomoza Palacio</b>
Academia Mexicana de la Lengua	<b>Dr. José G. Moreno de Alba</b>
Academia Mexicana de Historia	<b>Dra. Gisela Von Wobeser Hoepfner</b>
Sistema de Centros Públicos de Investigación	
Consejo Mexicano de Ciencias Sociales	<b>Dra. Cristina Puga Espinosa</b>
Investigadora electa	<b>Dra. Leticia M. Torres Guerra</b>
Investigador electo	<b>Dr. Antonio E. Lazcano Araujo</b>
Investigador electo	<b>Dr. Juan José Saldaña González</b>

# EL IMPACTO DE LOS FONDOS MIXTOS EN EL DESARROLLO REGIONAL

VOLUMEN II



**Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC**

Insurgentes Sur No. 670, Piso 9  
Colonia Del Valle  
Delegación Benito Juárez  
Código Postal 03100  
México, Distrito Federal  
[www.foroconsultivo.org.mx](http://www.foroconsultivo.org.mx)  
[foro@foroconsultivo.org.mx](mailto:foro@foroconsultivo.org.mx)  
Tel. (52 55) 5611-8536

**Responsables de la edición:**

Juan Pedro Laclette  
Patricia Zúñiga  
Jorge Alberto Romero

**Compiladores:**

Brenda Figueroa Ramírez  
Byndi Olea Bañuelos

**Coordinador de edición:**

Marco A. Barragán García

**Corrección de estilo:**

Ma. Areli Montes Suárez

**Diseño de portada e interiores:**

Víctor Daniel Moreno Alanís

Cualquier mención o reproducción del material de esta publicación puede ser realizada siempre y cuando se cite la fuente.

**DR Febrero 2011, FCCyT**

**ISBN 978-607-95050-7-3 (O.C)**  
**978-607-95050-9-7 (V.II)**

**Impreso en México**

# ÍNDICE

## VOLUMEN II

▶ <b>Morelos</b> .....	11
<b>Ingeniería Metabólica para la Obtención de Etanol Carburante a Partir de Hidrolizados de Bagazo de Caña</b> .....	13
Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México	
<b>Sistemas para la Captación y Potabilización de Aguas Pluviales para Uso y Consumo Humano en Comunidades Rurales del Norte del Estado de Morelos</b> .....	25
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	
▶ <b>Nayarit</b> .....	41
<b>Evaluación de la Toxicidad de Cepas Bacterianas Entomopatógenas Nayaritas para el Desarrollo de un Bioinsecticida contra el Gusano Telarañero del Aguacate</b> .....	43
Centro de Biotecnología Genómica del Instituto Politécnico Nacional	
<b>Optimización del Proceso de Conservación de Frutas Regionales Tropicales por la Tecnología de Métodos Combinados, Autoestabilizados en el Envase</b> ...	51
Centro de Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma de Nayarit	
▶ <b>Nuevo León</b> .....	59
<b>Creación de la Unidad Monterrey del Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial en el Parque de Investigación e Innovación Tecnológica del Estado de Nuevo León</b> .....	61
Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial	
<b>Creación del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Estudios del Agua dentro del Parque de Investigación e Innovación Tecnológica</b> .....	65
ITESM Campus Monterrey	

<b>Puebla</b> .....	<b>75</b>
<b>Diversidad Genética, Conservación y Fitomejoramiento de Poblaciones Locales de Maíz (<i>Zea mays</i> L.) en las Principales Regiones Productoras de Puebla</b> .....	<b>77</b>
Colegio de Postgraduados-Unidad Puebla	
<b>Producción Orgánica Intensiva de <i>Shii-take</i> Japonés (<i>Lentinula edodes</i>) y <i>Shii-take</i> Mexicano (<i>L. boryana</i>) en Puebla: Desarrollo de un Proceso Biotecnológico Comercial y el Análisis de su Competitividad en el Mercado Nacional de los Hongos Comestibles</b> .....	<b>85</b>
Colegio de Postgraduados	
<b>Obtención de Productos de Valor Agregado del Bagazo del Café por el Método Catalítico</b> .....	<b>103</b>
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	
<b>Querétaro</b> .....	<b>113</b>
<b>Obtención y Caracterización de Películas para Bolsas Biodegradables Utilizando la Tecnología de Extrusión Termoplástica</b> .....	<b>115</b>
CINVESTAV-Unidad Querétaro	
<b>Estado Actual de la Flora y la Vegetación Nativa del Municipio de Querétaro y Zona Conurbada</b> .....	<b>125</b>
Universidad Autónoma de Querétaro	
<b>Desarrollo de un Sistema de Control Climático Inteligente para Invernaderos</b> .....	<b>131</b>
Universidad Autónoma de Querétaro	
<b>Quintana Roo</b> .....	<b>141</b>
<b>El Tráiler de la Ciencia</b> .....	<b>143</b>
Consejo Quintanarroense de Ciencia y Tecnología	
<b>Red de Monitoreo Estatal de Parámetros Relacionados con Proyectos de Energía</b> .....	<b>151</b>
Consejo Quintanarroense de Ciencia y Tecnología	

<b>San Luis Potosí</b> .....	<b>159</b>
<b>Cáncer Cervicouterino e Infecciones por Virus del Papiloma Humano en el Estado de San Luis Potosí</b> .....	<b>161</b>
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, AC	
<b>Optimización de Operación de Planta Tratadora de Aguas Residuales</b> .....	<b>177</b>
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	
<b>Sinaloa</b> .....	<b>185</b>
<b>Protocolo de Manejo y Bioseguridad para el Cultivo de Camarón en Jaulas Flotantes</b> .....	<b>187</b>
Centro de Ciencias de Sinaloa	
<b>Actualización del Programa de Ordenamiento Territorial del Estado de Sinaloa</b> .....	<b>195</b>
Universidad Autónoma de Sinaloa	
<b>Maestría en Docencia de las Ciencias Básicas, Opción Campo Formativo de Matemáticas (Primera Fase)</b> .....	<b>211</b>
Universidad Autónoma de Sinaloa	
<b>Sonora</b> .....	<b>223</b>
<b>Estudio de la Recuperación y Características Funcionales y Nutricias de Proteína de Desechos de Camarón</b> .....	<b>225</b>
Instituto Tecnológico de Sonora	
<b>Desarrollo de un Método para la Obtención del Extracto Activo de Sulforafano a Partir de Subproductos de Brócoli (<i>Brassica oleracea</i> L.)</b> .....	<b>237</b>
Instituto Tecnológico de Sonora	
<b>Sistema de Monitoreo de Calidad por Perfilometría Óptica</b> .....	<b>247</b>
Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería Avanzada, SA de CV	
<b>Tabasco</b> .....	<b>255</b>
<b>Estudio e Implementación de Mejoras Tecnológicas en los Procesos de Producción del Cacao al Chocolate</b> .....	<b>257</b>
Chocolates “Wolter”	

<b>▶ Tamaulipas.....</b>	<b>265</b>
<b>Investigación y Desarrollo de Aplicaciones en Aceros de Alta Resistencia .....</b>	<b>267</b>
Industrias Gobar, S de RL de CV	
<b>Desarrollo de Módulo de Alimentación y Módulo de Enfriamiento Inteligentes para Láser de ND:YAG de Alta Potencia con Régimen de Explotación Industrial.....</b>	<b>271</b>
HYTECK SA de CV y CICATA-IPN, Unidad Altamira	
<b>Desarrollo Industrial de Productos Orgánicos de Manufactura Artesanal en la Comunidad de Francisco Medrano, Municipio de Tula, Tamaulipas.....</b>	<b>283</b>
Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas	
<b>▶ Tlaxcala.....</b>	<b>293</b>
<b>Transferencia y Adopción de Tres Eco-tecnologías para el Aprovechamiento de los Traspacios en Áreas Periurbanas de Tlaxcala.....</b>	<b>295</b>
Colegio de Postgraduados	
<b>Migración y Pobreza: Remesas, Condiciones de Vida y Trayectorias Laborales de Migrantes Tlaxcatelcas en Estados Unidos y Canadá.....</b>	<b>303</b>
El Colegio de Tlaxcala, AC	
<b>Análisis Espacio-Temporal de los Contaminantes del Río Zahuapan, Tlaxcala.....</b>	<b>313</b>
Facultad de Agrobiología de la Universidad Autónoma de Tlaxcala	
<b>▶ Veracruz.....</b>	<b>323</b>
<b>Evaluación del Riesgo para la Truticultura de la Infección por <i>Gyrodactylus</i>.....</b>	<b>325</b>
Instituto de Ecología, AC	
<b>▶ Yucatán.....</b>	<b>335</b>
<b>Estudio sobre Leptospirosis en Municipios del Estado de Yucatán, severamente Afectados por el Huracán Isidoro.....</b>	<b>337</b>
Universidad Autónoma de Yucatán	
<b>Impacto de Lixiviado de Basureros en el Acuífero Cárstico de Mérida, Yucatán .....</b>	<b>343</b>
Universidad Autónoma de Yucatán	

<b>Zacatecas</b> .....	<b>349</b>
Estado y Conservación del Pino Azul ( <i>Pinus maximartinezii</i> ) y sus Especies Asociadas en la Sierra de Juchipila, Zacatecas.....	<b>351</b>
Universidad Autónoma de Chapingo	
<b>Ciencia en Todos los Rincones</b> .....	<b>363</b>
Museo de Ciencias de la Universidad Autónoma de Zacatecas	
<b>Desarrollo de un Nuevo Método de Explotación en la Industria de la Minería a Través del Uso del Pyroblast-C</b> .....	<b>373</b>
PyroSmart México, SA de CV	
<b>Directorio</b> .....	<b>385</b>
Directorio de Empresas, Organismos e Instituciones Educativas Participantes.....	<b>387</b>



**VERACRUZ**

# EVALUACIÓN DEL RIESGO PARA LA TRUTICULTURA DE LA INFECCIÓN POR *GYRODACTYLUS*<sup>1</sup>

Dr. Miguel Rubio Godoy<sup>2</sup>

## ► Introducción

Los gusanos del género *Gyrodactylus* (*Platyhelminthes: Monogenea*) son parásitos de la piel y las branquias de peces marinos y de agua dulce. Su ciclo de vida involucra únicamente a un hospedero. Casi todos los *Gyrodactylus* son vivíparos; es decir, los parásitos adultos dan a luz a gusanos jóvenes, sin producir larvas infectivas. Otra particularidad de los gyrodactílicos es que un organismo puede representar 3 generaciones: de manera similar a las muñecas rusas –matrioshkas–, un *Gyrodactylus* adulto puede contener a una hija en el útero, y ésta, a su vez, a una nieta (Bakke, T.A. *et al.*, 2007). Estas características permiten que las poblaciones de gyrodactílicos aumenten de manera casi exponencial bajo las condiciones adecuadas. La transmisión de los gyrodactílicos depende principalmente del contacto entre hospederos, aunque los parásitos también pueden invadir nuevos hospederos al dejarse llevar por las corrientes de agua o quedándose suspendidos en la superficie del líquido, y pueden permanecer viables e infectivos

<sup>1</sup> Proyecto FOMIX: VER-2006-01-32679

Monto aprobado y total: \$181,453.18

<sup>2</sup> Del Instituto de Ecología, AC.

algunos días sobre hospederos muertos. Una consecuencia de este sencillo ciclo de vida que involucra a un solo hospedero es que los monogéneos se reproducen fácilmente en ambientes artificiales, como los acuarios y las granjas acuícolas, en ocasiones abrumando y matando a sus hospederos (Buchmann, K. *et al.*, 2004; Rubio-Godoy, M., 2007; Woo, P.T.K., 2006). Se conocen tres especies de *Gyrodactylus* particularmente patogénicas: *G. salaris*, un parásito de peces salmónidos que afecta seriamente la industria noruega del salmón y cuya presencia obligatoriamente se tiene que reportar en la mayor parte de Europa; *G. salmonis*, una especie problemática que infecta salmónidos en Norteamérica; y *G. cichlidarum*, un patógeno de la tilapia.

### ► Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal

Mejoramiento de la actividad pesquera y de acuicultura.

### ► Objetivo general

El objetivo central de este proyecto de investigación era evaluar el riesgo que podría representar la infección por *Gyrodactylus* para una importante actividad económica en la región aledaña a Xalapa, la acuicultura de trucha arco iris (truticultura). Para hacer esta evaluación, nos planteamos las siguientes preguntas puntuales: ¿Hay *Gyrodactylus* patogénicos en las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) cultivadas en Veracruz? Las truchas ferales, escapadas de las granjas, ¿pueden servir de vectores de transmisión de *Gyrodactylus* entre piscifactorías? ¿Tienen infecciones de *Gyrodactylus* los peces silvestres que viven en los ríos que alimentan a las granjas trutícolas? ¿Pueden los parásitos de los peces silvestres infectar a las truchas cultivadas? Durante la primera etapa del proyecto respondimos estas preguntas y llegamos a la conclusión de que la truticultura no corría gran riesgo de infección por *Gyrodactylus*. En resumen, encontramos que las truchas veracruzanas, tanto cultivadas como ferales, son hospederos de una nueva cepa de *Gyrodactylus salmonis*, misma que difiere morfológica y molecularmente de *G. salmonis* descrito en Canadá y los Estados Unidos. No consideramos que esta variante de *G. salmonis* sea muy patogénica. Además, determinamos que, en las poblaciones de truchas ferales, la carga parasitaria es baja (baja prevalencia de infección y abundancia promedio de ca. 1 gusano/pez), por lo que el riesgo de que funjan como vectores de parásitos entre granjas es mínimo. Por otro lado, encontramos que los gyrodactílicos que infectan a los peces silvestres también ocurren en números bastante bajos y, crucialmente, no pueden infectar a las truchas. Habiendo respondido esta pregunta fundamental del proyecto, y con todavía mucho tiempo por delante, con gusto seguimos la recomendación que nos hicieron los revisores del primer informe técnico, de ampliar el alcance del proyecto tanto en el número de cuencas como de especies de peces estudiadas.

## ► Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)

Durante la continuación del proyecto estudiamos los gyrodactílicos de dos tipos de peces, uno de importancia económica, el otro de relevancia básica. En primera instancia, estudiamos a las tilapias (peces del género *Oreochromis*), especies muy importantes para la economía veracruzana y nacional –la tilapia es el principal producto en escama de la acuicultura mexicana. Desde una perspectiva básica, estudiamos los parásitos de peces silvestres en las cuencas de los ríos La Antigua y Nautla, ambas en Veracruz, y del río Moctezuma, en Hidalgo y Querétaro. En ambas vertientes del estudio obtuvimos resultados interesantes, que se esbozan a continuación.

Encontramos que *Gyrodactylus cichlidarum* infecta a diferentes tipos de tilapia cultivados en Veracruz, incluyendo la tilapia nilótica, *Oreochromis niloticus*, la tilapia mosámbica, *Oreochromis mossambicus*, y diferentes híbridos. En colaboración con colegas del área de acuicultura del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, localizado en Martínez de la Torre, Ver., durante un año estudiamos los cambios de abundancia de *G. cichlidarum* en cuatro grupos genéticos de tilapia. Encontramos evidencia de que los peces son capaces de desarrollar respuestas inmunitarias localizadas contra los parásitos, pero que éstos pueden evadirlas al migrar sobre la superficie del pez –estos resultados los presentamos en distintas reuniones científicas nacionales e internacionales, y en un artículo que actualmente está en revisión por pares en la revista *Veterinary Parasitology*. Además, estos hallazgos sirvieron de punto de partida de investigaciones encaminadas a caracterizar la respuesta inmune de los peces contra los gyrodactílicos, y a intentar desarrollar métodos de inmunización contra éstos.

Por la vertiente de investigación básica, este estudio aportó conocimiento valioso sobre los gyrodactílicos, un género de monogéneos del que hay muy poca información en el país –sólo se habían registrado cinco especies de estos parásitos en México: *G. elegans* (un complejo de especies en estado de confusión taxonómica), *G. neotropicalis*, *G. niloticus* (que recientemente se demostró es una mala identificación y un sinónimo junior de *G. cichlidarum*; García-Vásquez *et al.*, 2007), *G. mexicanus* y *G. lamothei*. La parte taxonómica del trabajo se llevó a cabo en colaboración con el Dr. Andrew Shinn, de la Universidad de Stirling, Gran Bretaña, una de las autoridades mundiales en taxonomía de gyrodactílicos. En este proyecto, aparte de determinar que *G. cichlidarum* ocurre en tilapias cultivadas en México, encontramos que *G. bullatarudis* está presente en el topote del Atlántico, *Poecilia mexicana*. La confirmación de la presencia de *G. cichlidarum* en tilapias cultivadas en Veracruz forma parte de un artículo sobre la distribución global de este parásito, publicado en *Acta Parasitológica*. Finalmente,

encontramos 3 nuevas especies de *Gyrodactylus*: *G. xalapensis n.sp.* que infecta al guatopote manchado, *Heterandria bimaculata*; *G. jarocho n.sp.* que infecta al pez cola de espada verde, *Xiphophorus hellerii*; y *G.tomahuac n.sp.* que infecta al tiro, *Goodea atripinnis* –la descripción formal de las dos especies de parásitos de los peces poecíliidos (guatopote y cola de espada) apareció en un artículo en *Zootaxa*; Estamos a punto de terminar la descripción tanto morfológica como molecular de la variante *G. salmonis* que colectamos de truchas arco iris en Veracruz, misma que someteremos a *Veterinary Parasitology*. Depositamos especímenes de todos los gyrodactílidos que encontramos y describimos en la Colección Nacional de Helmintos, del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Estos depósitos, registros y descripciones de gyrodactílidos en el país constituyen una aportación relevante, pues aumentan a 12 el número de especies de *Gyrodactylus* reportadas en México. También se pretende continuar el trabajo en esta rama de investigación básica.

Durante el proyecto, mi alumno de licenciatura, Emanuel Mimila Herrera, estudió la ecología básica de *G. xalapensis* infectando al guatopote manchado, *H. bimaculata*. El estudio pretendía determinar dos cuestiones potencialmente relevantes para la acuicultura: si las cargas parasitarias presentaban cambios estacionales, y si la infección dañaba a los peces. Con base en muestreos mensuales obtenidos en el río Pixquiac durante un lapso de 18 meses, obtuvimos evidencia significativa de que la temperatura es el principal factor abiótico que controla la abundancia de *G. xalapensis* en los peces silvestres estudiados. Para corroborar el efecto de la temperatura sobre la dinámica poblacional de los parásitos, se hicieron infecciones experimentales a distintas temperaturas controladas. Se confirmó que, a mayor temperatura, mayores abundancias hay de *G. xalapensis*, y también se determinó que a mayor intensidad de infección, hay mayor mortalidad de hospederos. Estos resultados forman la base de la tesis de licenciatura de Emanuel, quien obtuvo el grado de biólogo en 2010 –los datos se emplearán después para elaborar un artículo científico.

Como parte del proyecto, en colaboración con el CEIEGT y el Acuario de Veracruz, estudiamos los parásitos que podrían afectar a las tilapias cultivadas en agua marina. Encontramos que otro parásito monogéneo, *Neobenedenia sp.*, infecta a los peces expuestos al agua salada y los mata en 2-3 semanas. Intentamos vacunar a los peces contra el parásito, pero la inmunización no los protegió. Sin embargo, el estudio nos permitió determinar tanto la dinámica de la infección con *Neobenedenia sp.*, como los efectos de la misma sobre las tilapias. Los resultados de esta investigación están en prensa en *Diseases of Aquatic Organisms*.

Finalmente, uno de los objetivos del proyecto era aportar conocimiento práctico a los acuicultores veracruzanos y nacionales. Para lograr este objetivo, interactuamos con investigadores y productores de tilapia, principalmente. En mi laboratorio probamos

diferentes regímenes de tratamiento para eliminar las infestaciones de *Gyrodactylus* en peces, y encontramos dos que funcionan adecuadamente. Las infecciones leves se pueden tratar con baños de sal. Para las infestaciones severas, se encontró que un tratamiento de duración mediana con dosis bajas de formol, repetido en 2-3 ocasiones, es suficiente para eliminar a los parásitos, sin dañar demasiado a los peces. El tratamiento con formol se probó en el laboratorio con truchas arco iris, tilapias, guatopotes y peces cola de espada verdes, y en todos los casos funcionó. Posteriormente, se probó el tratamiento en el campo, en el CEIEGT, piscifactorías y el Acuario de Veracruz. Habiendo probado la eficacia del protocolo de tratamiento de peces, se incorporó al folleto de divulgación para acuacultores preparado durante la última etapa del proyecto. Se trata de un documento que explica la biología de *Gyrodactylus*, su capacidad de dañar peces y la sintomatología que presentan los mismos, así como los métodos para diagnosticar y tratar las infecciones en las piscifactorías –en primera instancia, este folleto se distribuyó entre acuacultores del estado y dependencias de la administración estatal, con lo que se esperaba maximizar el impacto y la utilidad del estudio científico.

## ► Productos entregados

### A. Artículos científicos

#### Artículos publicados:

1. Rubio-Godoy, M., Paladini, G., García-Vásquez, A. & Shinn, A.P. (2010) "*Gyrodactylus jarocho* sp. nov. and *Gyrodactylus xalapensis* sp. nov. (Platyhelminthes: Monogenea) from Mexican poeciliids (Teleostei: Cyprinodontiformes), with comments on the known gyrodactylid fauna infecting poeciliid fish". *Zootaxa* 2509, 1-29.
2. García-Vásquez, A., Hansen, H., Christison, K.W., Rubio-Godoy, M., Bron, J.E. & Shinn, A.P. (2010) "*Gyrodactylids* (*Gyrodactylidae*, *Monogenea*) infecting *Oreochromis niloticus niloticus* (L.) and *Oreochromis mossambicus* (Peters) (*Cichlidae*): A pan-global survey". *Acta Parasitológica* 55, 215-229.

#### Artículo en prensa:

3. Rubio-Godoy, M., Montiel-Leyva, A. & Martínez-Hernández J.A. (2011) "Comparative susceptibility of two different genetic types of tilapia to *Neobenedenia* sp. (*Monogenea*)". *Diseases of Aquatic Organisms*, en prensa.

#### Artículos sometidos:

4. Rubio-Godoy, M., Muñoz-Córdova, G., Garduño-Lugo, M., Salazar-Ulloa, M. & Mercado-Vidal, G. "Microhabitat use, not temperature, regulates intensity of *Gyrodactylus cichlidarum* long-term infection in tilapia - are parasites avoiding competition or immunity?". *Veterinary Parasitology*

**Artículos en preparación:**

5. Rubio-Godoy, M., Paladini, G., Freeman, M.A., García-Vásquez, A. & Shinn, A.P. "Description of a new strain of *Gyrodactylus salmonis* (*Platyhelminthes, Monogenea*) collected in Mexico from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*): Morphological and molecular characterization".
6. Mimila-Herrera, E. & Rubio-Godoy, M. "Temperature regulates abundance of *Gyrodactylus xalapensis* (*Monogenea*) infection in the twospot livebearer, *Heterandria bimaculata* – field and lab results".
7. Rubio-Godoy, M., Paladini, G., García-Vásquez, A., & Shinn, A.P. "Description of two new species of *Gyrodactylus* von Nordmann, 1832 (*Monogenea*) from Mexican goodeid fishes (*Goodeidae*)".

**B. Presentaciones en reuniones científicas****Presentaciones en congresos**

1. Rubio-Godoy, M., Muñoz-Córdova, G., Garduño-Lugo, M., Mercado-Vidal, G. y Salazar-Ulloa, M. "*Gyrodactylus* infection in 4 genetic types of tilapia cultured in Veracruz, México". First North American Parasitology Congress, Mérida, Yucatán. 21-25 junio 2007.
2. Rubio-Godoy, M., Muñoz-Córdova, G., Garduño-Lugo, M., Mercado-Vidal, G. y Salazar-Ulloa, M. "*Gyrodactylus* sp. infection in four genetic types of tilapia farmed in Veracruz, México". 7th International Symposium on Fish Parasites, Viterbo, Italia. 24-28 septiembre 2007.

**Presentación en simposio**

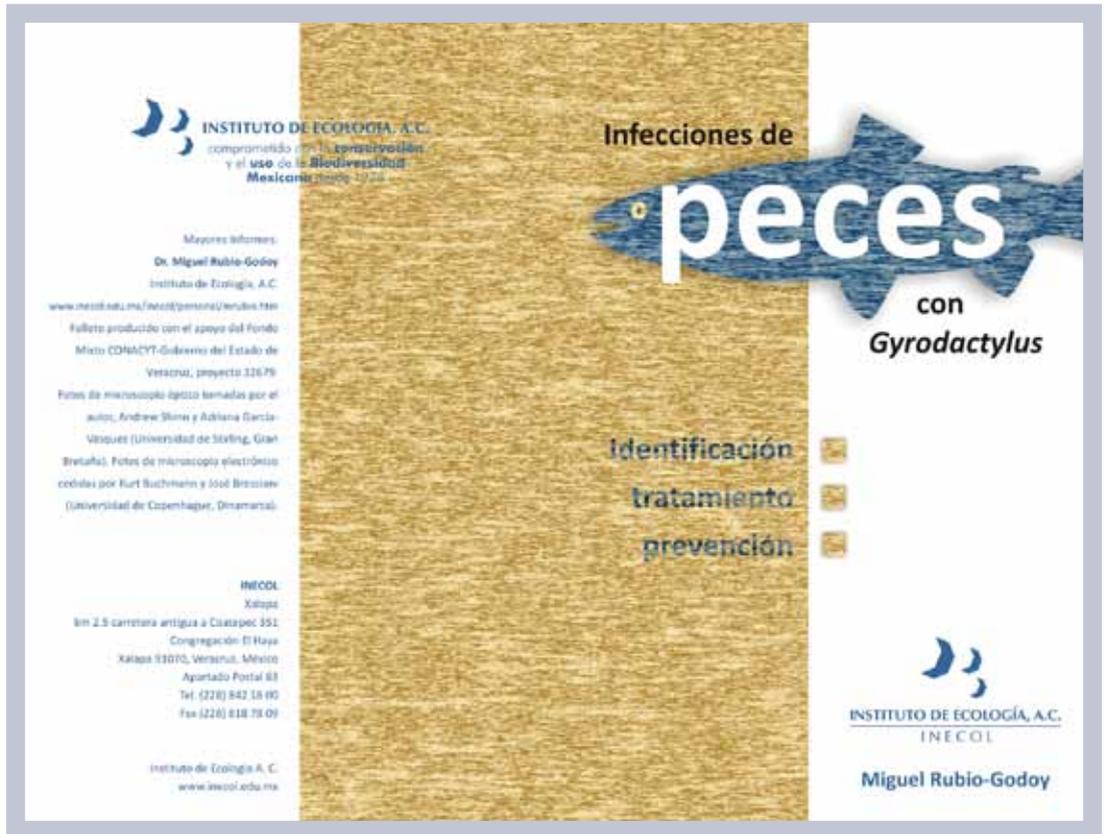
3. Rubio-Godoy, M., Muñoz-Córdova, G., Garduño-Lugo, M., Mercado-Vidal, G. y Salazar-Ulloa, M. "Comparación de la infección por *Gyrodactylus cichlidarum* en cuatro grupos genéticos de tilapia cultivados en la zona centro-norte de Veracruz". XXI Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria del Trópico Mexicano, Orizaba-Córdoba, 13-14 noviembre 2008.

**C. Tesis**

1. Mimila Herrera, Emanuel. Tesis "Efecto de la temperatura del agua sobre la infección con *Gyrodactylus xalapensis* (*Monogenea*) en el poecílido *Heterandria bimaculata* (Heckel, 1848). Estudios de campo y laboratorio". Licenciatura en Biología, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana.

## D. Folleto de divulgación para acuacultores

1. *Infecciones de peces con Gyrodactylus - Identificación, tratamiento y prevención.*  
Miguel Rubio-Godoy, Instituto de Ecología, A.C.



## ➤ Conclusiones y/o beneficios obtenidos

El proyecto de investigación propuesto inicialmente consistía en evaluar el posible impacto que podría tener la infección por *Gyrodactylus* sobre el cultivo de trucha arco iris. Como se mencionó en incisos previos, los objetivos centrales del estudio se cumplieron en la primera etapa: se identificaron los gyrodactílidos que infectan a las truchas arco iris en Veracruz, y se descartó que estos parásitos representen un gran peligro para la truticultura. Aprovecho esta oportunidad para agradecerle al CONACYT la flexibilidad y visión para permitirme modificar el proyecto ya echado a andar; la desviación con

respecto al protocolo aprobado representó más una adición a los alcances del mismo, que una modificación que no permitiese alcanzar los objetivos centrales del estudio. Y cabe destacar que el mayor impacto en término de productos del proyecto se obtuvo a raíz de esta desviación, pues la detección de *G. cichlidarum* en tilapias cultivadas y el estudio de su dinámica poblacional, así como la descripción taxonómica de las nuevas especies de *Gyrodactylus* encontradas en peces silvestres, permitieron la elaboración de manuscritos científicos.

Aparte de la información científica básica generada en el proyecto, probamos tratamientos eficientes y adecuados para controlar infecciones de *Gyrodactylus* en las granjas acuícolas del país. Antes de este estudio, los productores veracruzanos con los que interactuamos utilizaban baños de formol concentrados para eliminar infestaciones con estos parásitos. Estos tratamientos, si bien controlaban las infecciones, eran muy agresivos con los peces y no era raro que se perdieran animales después de los mismos. Durante este estudio determinamos que para eliminar algunas infecciones leves de *Gyrodactylus* es eficiente un baño de sal, que es un tratamiento muy sencillo, no tóxico, y que no afecta a los peces. Si las infecciones persisten tras el baño de sal, probamos un baño de formol bastante diluido pero prolongado, que afecta más al parásito que al pez. Ambos tratamientos se probaron en granjas experimentales y productivas en el estado, y se comprobó su eficacia. En estos establecimientos ahora se utiliza rutinariamente este tratamiento de formol para controlar infestaciones con *Gyrodactylus*, y esto ha repercutido en menor mortalidad de peces tratados. Mediante el folleto de divulgación preparado durante este proyecto e impreso con apoyo de FOMIX, se espera replicar esta experiencia en un número mucho mayor de piscifactorías, no sólo de Veracruz, sino del resto del país.

En el folleto de divulgación para acuacultores, además del tratamiento, se especifica claramente todo lo que los productores acuícolas deben saber para identificar, tratar y prevenir infecciones por *Gyrodactylus* en sus animales. Dicho sea de paso, aunque el folleto se refiere en particular a los gyrodactílidos, de implementarse las recomendaciones de manejo propuestas en éste (como la sugerencia de poner en cuarentena a los peces nuevos antes de meterlos a los estanques de la granja; o la necesidad de mantener limpios los estanques y verificar la calidad del agua, etc.), no sólo se evitarán infecciones con *Gyrodactylus*, sino que también con otros patógenos de peces. El folleto se distribuyó en dos eventos importantes: el tradicional día del ganadero en el CEIEGT, efectuado en julio de 2009 y de 2010 en Martínez de la Torre, Ver., encuentro al que asiste gran cantidad de acuacultores veracruzanos; y el Congreso Mundial de Acuicultura (WAS), celebrado en septiembre del 2009 en el World Trade Center de Boca del Río, Ver.

El folleto de divulgación se puede descargar gratuitamente de mi página web, en: <http://www.inecol.edu.mx/personal/index.php/biologia-evolutiva/18-dr-miguel-rubio-godoy>

## Referencias:

Bakke, T. A., Cable, J. and Harris, P. D. (2007), "The biology of *gyrodactylid monogeneans*: the 'Russian-doll killers'", *Advances in Parasitology* 64, 161-376.

Buchmann, K., Lindenstrøm, T. and Bresciani, J. (2004), "Interactive associations between fish hosts and monogeneans", en: *Host-Parasite Interactions*, Vol. (eds. Wiegertjes, G. F. & Flik, G.), pp. 161-184, Garland Science/BIOS Scientific Publishers, Oxford.

García-Vásquez, A., Hansen, H. and Shinn, A. P. (2007), "A revised description of *Gyrodactylus cichlidarum*" Paperna, 1968 (*Gyrodactylidae*) from the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus niloticus* (*Cichlidae*), and its synonymy with *G. niloticus* Cone, Arthur et Bondad-Reantaso, 1995, *Folia Parasitologica* 54, 129-140.

Rubio-Godoy M. 2007, "Fish host-monogenean parasite interactions, with special reference to *Polyopisthocotylea*", en: *Advances in the immunobiology of parasitic diseases* (ed. Terrazas, L. I.), pp. 91-109, Research Signpost, Trivandrum. ISBN: 81-308-0166-3.

Woo, P. T. K. (Ed.) (2006), *Fish diseases and disorders, Volume 1: protozoan and metazoan infections*, CAB International, Wallingford, UK.

