

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

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

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

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

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

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

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

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



VERACRUZ

EVALUACIÓN DEL RIESGO PARA LA TRUTICULTURA DE LA INFECCIÓN POR *GYRODACTYLUS*¹

Dr. Miguel Rubio Godoy²

► 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

¹ Proyecto FOMIX: VER-2006-01-32679

Monto aprobado y total: \$181,453.18

² 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 mosámbrica, *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 Helminthos, 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 acuicultores, 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 acuicultores 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.

