

**Título del Proyecto:** Servicio de Consultoría para el Manejo Efectivo de Especies Exóticas Invasoras en el Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca y su Zona de Influencia. Fort. Capacidades Manejo de Especies Exóticas- SDP-04-2017



**Número de proyecto y referencia:** Proyecto GEF-PNUD 00089333 “Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”



Plan de Manejo y Control de Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) en el Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca y su Zona de Influencia

**Organización Vida Silvestre A.C.**  
**Marzo, 2018**

“Las opiniones, análisis y recomendaciones de política incluidas en este Plan de Trabajo no reflejan necesariamente el punto de vista del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, como tampoco de su junta ejecutiva ni de sus estados miembros”.



**Número y Título del Proyecto:** 00089333 FSP – Aumentar las Capacidades Nacionales de Manejo de Especies Exóticas (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI. Servicio de Consultoría para el Manejo Efectivo de Especies Exóticas Invasoras en el Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca y su Zona de Influencia.

**Objetivo:** Diseñar un sistema de estrategias para el manejo efectivo y control de la tilapia como especie exótica invasora dentro del APFFT, contando con un diagnóstico de la situación actual de la especie dentro del ANP y su zona de influencia.

**Autores:** Hernández-Guzmán, R., Cruz-Nieto, M. A. & J. Cruz-Nieto.

**Modo de citar el informe:** PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2018. Plan de Manejo y Control de Tilapia (*Oreochromis mossambicus*). Servicio de Consultoría para el Manejo Efectivo de Especies Exóticas Invasoras en el Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca y su Zona de Influencia. Proyecto 00089333. “Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”. Hernández-Guzmán, R., Cruz-Nieto, M. A. & J. Cruz-Nieto. Organización Vida Silvestre A.C. (OVIS). Monterrey, Nuevo León, México. 33 pp.

**Área objeto del informe:** Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca y su zona de influencia.

**Fecha de inicio y terminación:** 17 de abril, 2017-30 de marzo, 2018.

**Resumen:** Se presenta una revisión de información bibliográfica y los resultados de trabajo de campo sobre la presencia de tilapia de Mozambique (*Oreochromis mossambicus*) en los cuerpos de agua del APFFT y su zona de influencia. También se incluyen medidas para prevenir e informar sobre la importancia de su introducción, establecimiento y propagación dentro del ANP.

**Los principales vínculos con las metas y acciones prioritarias identificadas de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras 2020 (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010) son las siguientes:**

**Metas y acciones prioritarias:**

Se cumplirá con la *Meta 1.2 Información científica y técnica, relevante, oportuna y accesible, que genere capacidades en diversos sectores para atender las prioridades relacionadas con las especies invasoras*, para cumplir con esto se desarrollarán las acciones prioritarias de proveer diferentes tipos de información de acuerdo con los distintos usuarios. Se ha generado un paquete de información de la tilapia Mozambique, que incluye el diseño de un sistema de información geográfica con datos de presencia actual de esta especie dentro del ANP; y, desarrollar y establecer acuerdos entre diversas instituciones y actores para la generación de nueva información. Por su parte con la *Meta 2.1 Prioridades acordadas para el control o erradicación de*

*especies invasoras*, para cumplir con esto se desarrollarán las acciones prioritarias crear capacidades para llevar a cabo las labores de control y erradicación, basadas en información científica de proveer diferentes tipos de información de acuerdo con los distintos usuarios. Además con las metas 2.2 *Programas y planes de acción en operación para la erradicación, manejo de especies invasoras más nocivas, y mitigación de sus impactos* y 2.4 *Mecanismos e iniciativas para que la sociedad civil se integre de forma organizada a los esfuerzos de prevención, control y erradicación*, serán atendidas a través de las acciones: elaborar planes de manejo, control y erradicación que contemplen medidas de restauración ecológica de las áreas dañadas; e, incluir mecanismos de participación pública en las campañas de prevención y detección temprana de especies exóticas no establecidas y consideradas más nocivas, respectivamente.

## Contenido

<b>1. Resumen .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Introducción.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Contexto al plan de manejo y control.....</b>	<b>7</b>
<b>4. Antecedentes.....</b>	<b>8</b>
<b>4.1 Descripción de la especie .....</b>	<b>9</b>
<b>4.2 Estrategias de adaptación .....</b>	<b>10</b>
<b>4.3 Distribución.....</b>	<b>10</b>
<b>4.4 Usos y aprovechamientos .....</b>	<b>12</b>
<b>5. Método de evaluación de la distribución de la especie en APFFT .....</b>	<b>12</b>
<b>5.1 Área de estudio.....</b>	<b>12</b>
<b>5.2 Evaluación de la población.....</b>	<b>14</b>
5.2.1 Planeación y Organización .....	14
5.2.2 Diagnóstico .....	14
5.2.2.1 Capacitación al personal de campo.....	14
5.2.2.2 Metodología colecta de peces .....	14
<b>6. Resultados.....</b>	<b>15</b>
<b>6.1 Presencia de la especie en APFFT .....</b>	<b>15</b>
<b>7. Plan de manejo y control de la especie en APFFT .....</b>	<b>17</b>
<b>7.1 Prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de la     tilapia en el APFFT. ....</b>	<b>18</b>
<b>7.2 Establecer programas de control y erradicación de poblaciones de tilapia que minimicen o     eliminen sus impactos negativos y favorezcan la restauración y conservación de los     ecosistemas. ....</b>	<b>25</b>
<b>7.3 Informar oportuna y eficazmente a la sociedad para que asuma responsablemente las     acciones a su alcance en la prevención, control y erradicación de la tilapia en el APFFT. ....</b>	<b>27</b>
<b>8. Recomendaciones adicionales .....</b>	<b>30</b>
<b>9. Referencias bibliográficas .....</b>	<b>30</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Acciones preventivas en el caso de establecimiento de granjas acuícolas de tilapia dentro del APFFT.....	20
Tabla 2. Plan de trabajo del objetivo 1 "Prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de la tilapia en el APFFT".....	22
Tabla 3. Formato de reporte de EEI dentro de APFFT para el registro de observaciones de tilapia Mozambique .....	26
Tabla 4. Plan de trabajo del objetivo 3 "Informar oportuna y eficazmente a la sociedad para que asuma responsablemente las acciones a su alcance en la prevención, control y erradicación de la tilapia en el APFFT". .....	28

## Índice de figuras

Figura 1. Tilapia de Mozambique .....	9
Figura 2. Distribución de tilapia en México.....	11
Figura 3. Localización del área de estudio. ....	13
Figura 4. Equipo de trabajo durante actividades de colecta de peces .....	15
Figura 5. Distribución histórica de tilapia Mozambique dentro del APFFT.....	16

## 1. Resumen

Informe correspondiente al producto 4: Plan de Manejo y Control de Tilapia (*Oreochromis mossambicus*); dentro del proyecto “Servicio de Consultoría para el Manejo Efectivo de Especies Exóticas Invasoras en el Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca y su Zona de Influencia”.

Históricamente, el desarrollo rural en México no ha ido de la mano con la conservación de los recursos naturales, incluso se han tomado decisiones que ponen en peligro la integridad de los recursos genéticos de la biodiversidad mexicana.

En el presente plan de manejo, se presentan las características de distribución de la especie, sus principales adaptaciones como EEI, las medidas de control que se han utilizado, y sus usos y aprovechamientos.

Uno de los objetivos fue determinar la presencia de la especie al interior del APFF Tutuaca, derivado de los resultados obtenidos durante los trabajos en campo, se determinó que la tilapia no se encuentra dentro ni en el área de influencia del ANP por lo que se procedió a elaborar un mapa con la distribución histórica de la especie, tomando en cuenta los registros previos de la presencia de la especie y en los resultados derivados del presente estudio a cargo de OVIS A.C.

Como resultado del trabajo de campo, se proponen medidas preventivas (detección temprana y respuesta rápida) para disminuir al máximo la posible introducción de la especie, y estrategias de difusión para informar a la población sobre esta especie exótica invasora y las medidas que se deben tomar para evitar su establecimiento.

## 2. Introducción

Una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en todo el mundo son las llamadas especies invasoras (Naranjo & Dirzo, 2009; Vié *et al.*, 2009) las cuales alteran los ecosistemas, afectan a las especies nativas, provocan severos daños a los servicios ambientales y a la salud pública, además de pérdidas económicas (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010). Las especies invasoras deterioran los recursos naturales y en consecuencia, los servicios ambientales, afectan la producción de alimentos y pueden ser devastadoras en ecosistemas agropecuarios (Pimentel *et al.*, 2005). Los ambientes acuáticos en particular han demostrado ser extremadamente sensibles, aproximadamente el 40% de las extinciones de especies que habitan estos ambientes han estado relacionadas con la depredación, el parasitismo o la competencia de especies invasoras (Pimentel *et al.*, 2001). Se estima que la tasa de extinción en los ambientes acuáticos, particularmente en los dulceacuícolas, es cinco veces mayor que en los ambientes terrestres (Ricciardi & Rasmussen, 1999).

El Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca (APFFT) con 436,985 ha de superficie, protege extensos ecosistemas de bosques templados (pino-encino) en buen estado de

conservación que se consideran de importancia global para la conservación por su excepcional biodiversidad y considerados uno de tres centros de mega diversidad del planeta (DeBano & Folliott, 1994). Es una zona agreste y accidentada con profundas barrancas y picos montañosos que alcanzan los 2,700 msnm que cuenta con una extensa y amplia red hidrológica de las Cuencas del Río Yaqui y Río Mayo, que vierten sus aguas al estado de Sonora. El aprovechamiento forestal, la minería, la ganadería y agricultura son las principales actividades económicas (CONANP, 2014).

### 3. Contexto al plan de manejo y control

A pesar de que no todas las especies exóticas se vuelven invasoras de forma inmediata, los efectos potenciales de una especie no nativa son impredecibles y pueden llegar a ser devastadores, por lo que la defensa más eficiente es la prevención, seguida por la detección temprana y respuesta rápida. Los beneficios de la inversión requerida por un sistema de detección temprana y respuesta rápida compensan ampliamente las pérdidas provocadas por actuar tardíamente. Cuando la especie ya se ha establecido, resulta fundamental contar con un plan de manejo y control, un instrumento fundamental para alcanzar la conservación de la biodiversidad y mantener el funcionamiento de los procesos ecológicos, los cuales son el sustento de los bienes y servicios que requerimos para la vida diaria (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010).

Con este fundamento y como parte de los compromisos adquiridos por México en el convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y la Estrategia Nacional de Biodiversidad, y en respuesta a los diferentes retos que representan las invasiones biológicas, la SEMARNAT identificó la necesidad de elaborar la *Estrategia nacional sobre especies invasoras en México: prevención, control y erradicación* a partir de la cual se instauró el Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras (2010), conformado por académicos especialistas en el tema, organizaciones de la sociedad civil y representantes de sectores del gobierno federal que aportaron su conocimiento y experiencia para consolidar esta herramienta de planificación para México. La CONABIO fue la institución a cargo de la coordinación de la estrategia (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010).

El objetivo central de la estrategia es “contribuir a la conservación del capital natural y el bienestar humano a través de acciones orientadas a la prevención, el control y la erradicación de especies invasoras en México mediante la participación coordinada, proactiva y responsable de todos los actores involucrados”. Con visión de lograr que “en el año 2020 el país cuente con sistemas eficientes de prevención, detección y respuesta temprana, así como con instrumentos que operen dentro de un marco legal congruente a las necesidades de prevención, mitigación, control y erradicación de especies invasoras” (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010).

El presente plan de manejo y control tiene como objetivo en primera instancia brindar información del estado de invasión que presenta la especie en el ANP y en base a esto, sugerir esfuerzos de prevención, detección temprana y respuesta rápida adecuados.

En el APFFT implementar este plan de manejo y control de la especie es imperativo para disminuir la presencia de la tilapia Mozambique y prevenir que nuevas poblaciones se establezcan afectando la diversidad nativa. Los esfuerzos de prevención y control considerados en este plan de manejo son medidas que buscan disminuir el costo de los daños (económicos, ambientales y sociales) ocasionados por la introducción de esta EEI. Es importante destacar que el presente Plan de Manejo y Control de Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) en el Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca y su Zona de Influencia, se encuentra alineado a la estructura y bases desarrolladas en la Estrategia Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras en México, para generar la base de un plan de acción con características que puedan escalarse a todas las zonas del país que se vean afectadas por esta especie.

#### 4. Antecedentes

El cultivo extensivo fue el primer modelo tecnológico aplicado en México para el cultivo de tilapia y consistió en distribuir alevines de diferentes especies en veinte cuerpos de agua mayores de 10,000 hectáreas y en 95 de menor superficie en todo el país (Comité Nacional Sistema Producto Tilapia, 2010).

Entre 1982 y 1986, *Oreochromis aureus* representó más del 70% de la captura en grandes embalses por lo que no se dedicó atención en muchos años ocasionando la aparición de problemas como pérdida de vigor genético, reducción de tallas, sobrepesca y enfermedades de las especies (Arredondo & Lozano, 1996).

En todos los Estados de México, los programas de desarrollo de SAGARPA, de gobiernos estatal y municipal, han promovido la siembra de tilapia, una EEI, que puede llegar a desplazar a especies nativas como la trucha aparique (*Onchorynchus* sp.) (CONABIO s/f). Las especies que principalmente se utilizan son: *O. niloticus*, *O. mossambicus* por su rusticidad, resistencia y reproducción en altas salinidades, *O. urolepis hornorum* por su alta resistencia a la salinidad, *O. aureus* por su tolerancia a aguas frías (IA, 2007).

El negocio que integra la producción de tilapia en México ha evolucionado: la producción promedio anual en los últimos cuatro años es de 129 mil 947 toneladas/año, la mayoría por acuacultura (CONAPESCA, 2017).



#### 4.1 Descripción de la especie

Figura 1. Tilapia de Mozambique (Fotografía: Gorgonio Ruíz Campos/Banco de imágenes CONABIO)



La tilapia de Mozambique tiene el cuerpo comprimido; la talla alcanza hasta 36 cm; el pedúnculo caudal es más largo que profundo. Tiene escamas cicloides, presenta una protuberancia detrás de la mandíbula superior en la superficie dorsal del hocico. La longitud de la mandíbula superior muestra dimorfismo sexual y la boca del macho es mayor que la de la hembra. El primer arco branquial tiene de 20 a 22 branquispinas. La línea lateral es interrumpida. Las partes espirales y de rayos suaves de la aleta dorsal son continuas. La aleta dorsal tiene de 15 a 18 espinas y de 10 a 13 rayos suaves. La aleta anal tiene 3 espinas y 9-10 rayos. La aleta caudal es truncada. En la temporada de desove las aletas pectorales, dorsal y caudal se vuelven rojizas; el macho muestra una cola anaranjada mucho más brillante que la hembra (FAO, 1996).

Es una especie de hábitos diurnos que se le encuentra en aguas dulces y salobres además de cálidas, preferentemente llenos de maleza, corrientes lentas, canales y estanques. Ocurre a temperaturas que oscilan entre 8° y 42° C. La tilapia de Mozambique es muy resistente y tolera las altas salinidades (FAO, 1996). Es de hábitos alimenticios oportunistas; los juveniles son principalmente omnívoros, mientras que los adultos se alimentan principalmente de detritus (FAO, 1996).

La hembra generalmente incuba las crías. El macho construye arquitas reproductoras. La hembra puede producir hasta 1775 huevos maduros, los cuales eclosionan después de 3-5 días. Los alevines son liberados 10-14 días después del desove, incubados en la boca durante aproximadamente otra semana. El rendimiento reproductivo de las tilapias se ve afectado por la salinidad, que suprime la agresión de los machos dominantes. *O. mossambicus* puede reproducirse a salinidades de entre 35 y 49 ppm (partes por mil) (Bhujel, 2000).

#### 4.2 Estrategias de adaptación

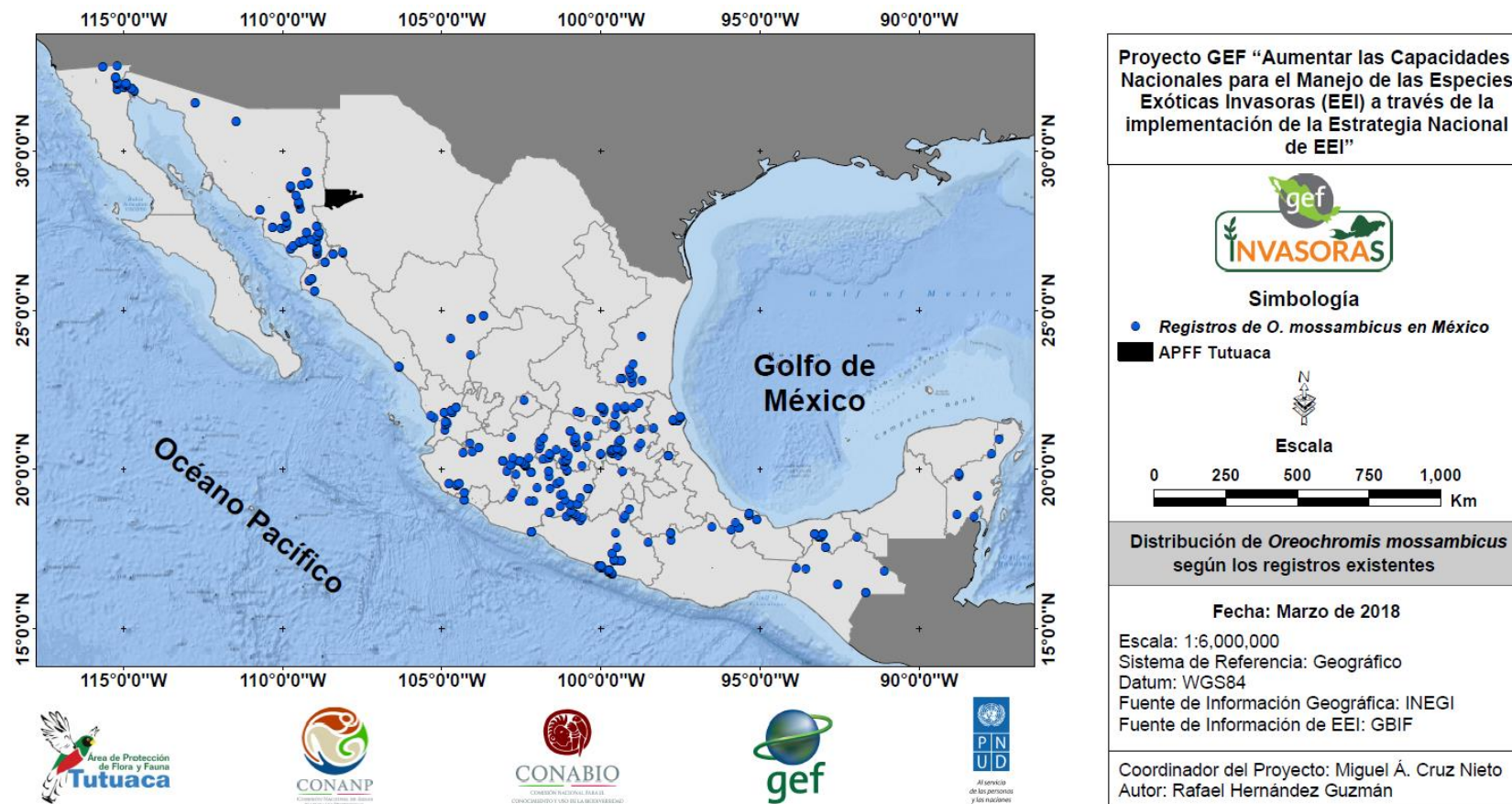
La incubación bucal de esta especie le permite alimentar y transportar largas distancias a los jóvenes para invadir hábitats alejados del sitio de introducción original (Costa-Pierce, 2003). Es fácil de mantener y criar en cautiverio. Puede establecerse fácilmente en aguas naturales cerca de estanques o granjas acuícolas, de las cuales pueden escapar durante la carga-recolección o por fallas de contención. La tilapia de Mozambique es particularmente resistente a las grandes variaciones de oxígeno, de salinidad del agua y los niveles de contaminación y puede migrar grandes distancias. Son difíciles de atrapar con artes de pesca como redes y anzuelos. Ocupan una amplia gama de hábitats y se reproducen rápidamente y con éxito. La eliminación de los cuerpos de agua naturales donde se han establecido es casi imposible (GISD, 2006). Cabe destacar que puede criarse en condiciones hipersalinas y que desova durante todo el año cuando se mantiene en agua tibia (más de 20 ° C) (GISD, 2006).

#### 4.3 Distribución

Originaria de África del Este; de los Ríos Illovo, Mazoe y Zambezi, Mozambique, Rhodesia, Natal. Llevada a Japón desde Tailandia en 1954; distribuida en áreas de aguas termales desde Hokkaido a Kyushu y Okinawa, Taiwán, el sudeste de Asia y la India (FAO, 1996). Actualmente está distribuida en la mayoría de los países tropicales y subtropicales con fines de cultivo. Se ha introducido en todo el mundo y se cría de manera generalizada en los trópicos y las zonas subtropicales. Aunque Asia domina la producción en la actualidad, se cría cada vez más en condiciones ambientales controladas en climas templados. Se encuentra naturalmente distribuida por América Central, sur del Caribe, sur de Norteamérica y el sudeste asiático y Medio Oriente y África (Fundación Produce Veracruz A.C., 2008).

En México, su cultivo comenzó en 1964, cuando la Dirección General de Pesca, a través del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras (hoy Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, INAPESCA) consideraron la posibilidad de importar especies procedentes de la Universidad de Auburn, Alabama, Estados Unidos de América; que fueron llevadas al Centro Acuícola “Temascal” en el estado de Oaxaca. Las especies introducidas fueron: *Tilapia rendalli*, *Oreochromis mossambicus* y *O. aureus* (SEMARNAP, 2000). Actualmente las tilapias y sus híbridos se encuentran en todos los estados de la República Mexicana (Carta Nacional Acuícola, 2012). En la figura 2 se presenta la distribución a nivel nacional según los registros encontrados en la base de datos de Global Invasive Species Database Global Biodiversity Information Facility (GISD, por sus siglas en inglés) y en el Sistema de Información sobre Especies Invasoras (que forma parte del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO (CONABIO, 2017).

Figura 2. Distribución de tilapia en México (Fuente: elaboración propia OVIS, 2018).



#### 4.4 Usos y aprovechamientos

Son peces comestibles de gran importancia en el sudeste de Asia. Los ejemplares son comercializados en fresco y congelado. La tilapia de Mozambique se ha introducido en muchos lugares principalmente para la acuicultura, como un recurso pesquero por agencias gubernamentales y pescadores individuales en aguas naturales (GISD, 2006). Lamentablemente se han detectado poblaciones silvestres en regiones continentales en las que no es nativo (FAO, 1996). En México es una especie que se usa en acuicultura en zonas tropicales y subtropicales del país, donde fue introducida por la Secretaría de Pesca (Contreras Balderas y Escalante, 1984; Contreras Balderas, 1999 en Mendoza Alfaro & Koleff Osorio, 2014) en 1964, particularmente las especies *Tilapia rendalli*, *Oreochromis aureus* (identificada como *O. niloticus*) y *O. mossambicus* (Morales, 1974 en Mendoza Alfaro & Koleff Osorio, 2014).

### 5. Método de evaluación de la distribución de la especie en APFFT

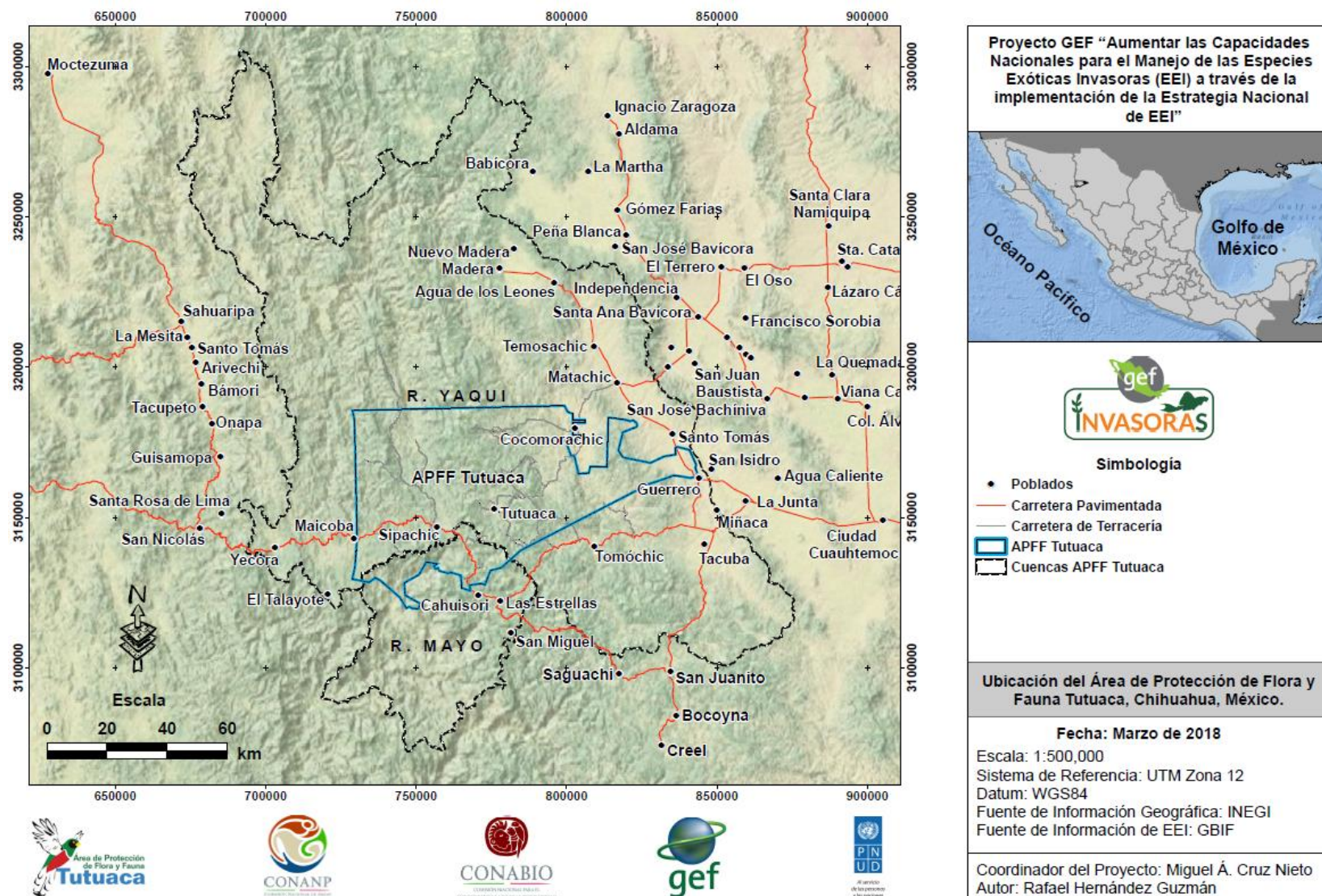
#### 5.1 Área de estudio

El APFFT se localiza en el norte de la República Mexicana, en la parte central del estado de Chihuahua, en los municipios de Guerrero, Madera, Matachi, Moris, Ocampo y Temósachic, comprendida entre los paralelos 28° 19' y 28° 48' latitud Norte y los meridianos 107° 45' y 108° 35' longitud Oeste (CONANP, 2014). La superficie del Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca (APFFT) es de 436,985 ha, con rangos altitudinales que van desde los 400 hasta los 2,760 msnm (CONANP, 2014). El APFFT se encuentra dentro de la Región Hidrológica (RH) III Pacífico Norte. A esta RH le conciernen las corrientes que nacen en lo alto de la Sierra Madre Occidental y se drenan hacia el oeste del parteaguas continental (CONAGUA, 2015). Esta región hidrológica está conformada por tres corrientes de importancia: los Ríos Mayo, Yaqui y Sonora, de los cuales solo los dos primeros se encuentran dentro del APFFT. Los ríos o subcuencas presentes en el APFFT incluyen además al Río Tutuaca, el Manapuchi y el Río Piedras Azules, entre otros (Ecosistemas y Medio Ambiente S.C., 2009; CONANP, 2014).

En la figura 3 se muestra la localización del APFFT en la parte central del estado de Chihuahua de acuerdo con información geográfica de INEGI.



Figura 3. Localización del área de estudio (Fuente: elaboración propia OVIS, 2018).



## 5.2 Evaluación de la población

### 5.2.1 Planeación y Organización

Para llevar a cabo la evaluación de la población de tilapia en el APFFT, se presentó la carta-aviso de inicio de actividades del proyecto ante la dirección del APFFT de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. De igual forma se obtuvo la **“Licencia de colecta científica o con propósitos de enseñanza en materia de vida silvestre. Modalidad B. Por proyecto (No. De documento 006285),”** ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dicha licencia incluye los municipios Guerrero, Madera, Matachí, Moris, Ocampo y Temósachi. Así mismo se gestionó un permiso nacional de pesca deportiva con vigencia de un año ante la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

### 5.2.2 Diagnóstico

#### 5.2.2.1 Capacitación al personal de campo

Como parte indispensable en el desarrollo del proyecto, se realizó una capacitación al grupo de personas que participaron en los trabajos de campo, con el objetivo de asegurar el éxito en la aplicación de la metodología diseñada y lograr la correcta identificación de la especie de interés. La base técnica de esta capacitación fue la guía de campo de identificación de especies de pesquerías (FAO, 1996). En los meses de septiembre y octubre de 2017 se realizaron 5 salidas de campo de 5 días de duración, esto es, 25 días de trabajo de campo. El recurso humano se conformó por 4 técnicos, 4 guías locales y en algunas ocasiones un técnico personal de CONANP- APFFT, fueron equipos de campo de ocho o nueve personas por salida. Cabe destacar que el proyecto consideró el pago de jornales de los guías locales.

#### 5.2.2.2 Metodología colecta de peces

Se determinaron los sitios de muestreo mediante una visita de prospección previa al inicio de este diagnóstico, recomendaciones de comuneros y personal de CONANP-APFFT.

Se seleccionó el arte de pesca para la captura de la tilapia con base en el Protocolo de muestreo de peces de aguas continentales para la aplicación de la Norma de Caudal Ecológico (NMX-AA-159-SCFI-2012) diseñado por el Dr. Héctor Espinosa Pérez (2014) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Este método de captura consiste en la creación de un campo eléctrico en el medio acuático; esto modifica el comportamiento de los peces y facilita su captura. Esta técnica es efectiva y relativamente inocua (Espinosa-Pérez, 2014). La corriente eléctrica puede causar natación obligada (electrotaxis), contracción muscular (electrotétano) y relajación muscular (electronarcosis). El equipo permite paralizar temporalmente a los peces, que después se capturan con una red de cuchara. Toda captura incluyó registro fotográfico. Se utilizó el equipo de electro pesca SMITH-ROOT, modelo 15-D POW; y de manera complementaria se usaron redes y anzuelos.

Se realizaron recorridos a contraflujo de la corriente, por transectos de 200 m. La duración de los recorridos fue de una hora, con un mínimo de 45 minutos al no encontrar a la especie de interés. Al inicio y final de los recorridos se registraron los datos de posición geográfica (latitud, longitud y altitud) usando equipo GPS Garmin modelo Montana 680. Los especímenes capturados que no correspondieron a tilapia se excluyeron y se liberaron inmediatamente al medio natural, por lo que no se registraron.

Figura 4. Equipo de trabajo durante actividades de colecta de peces. Fotografía: OVIS, A.C./ Javier Cruz



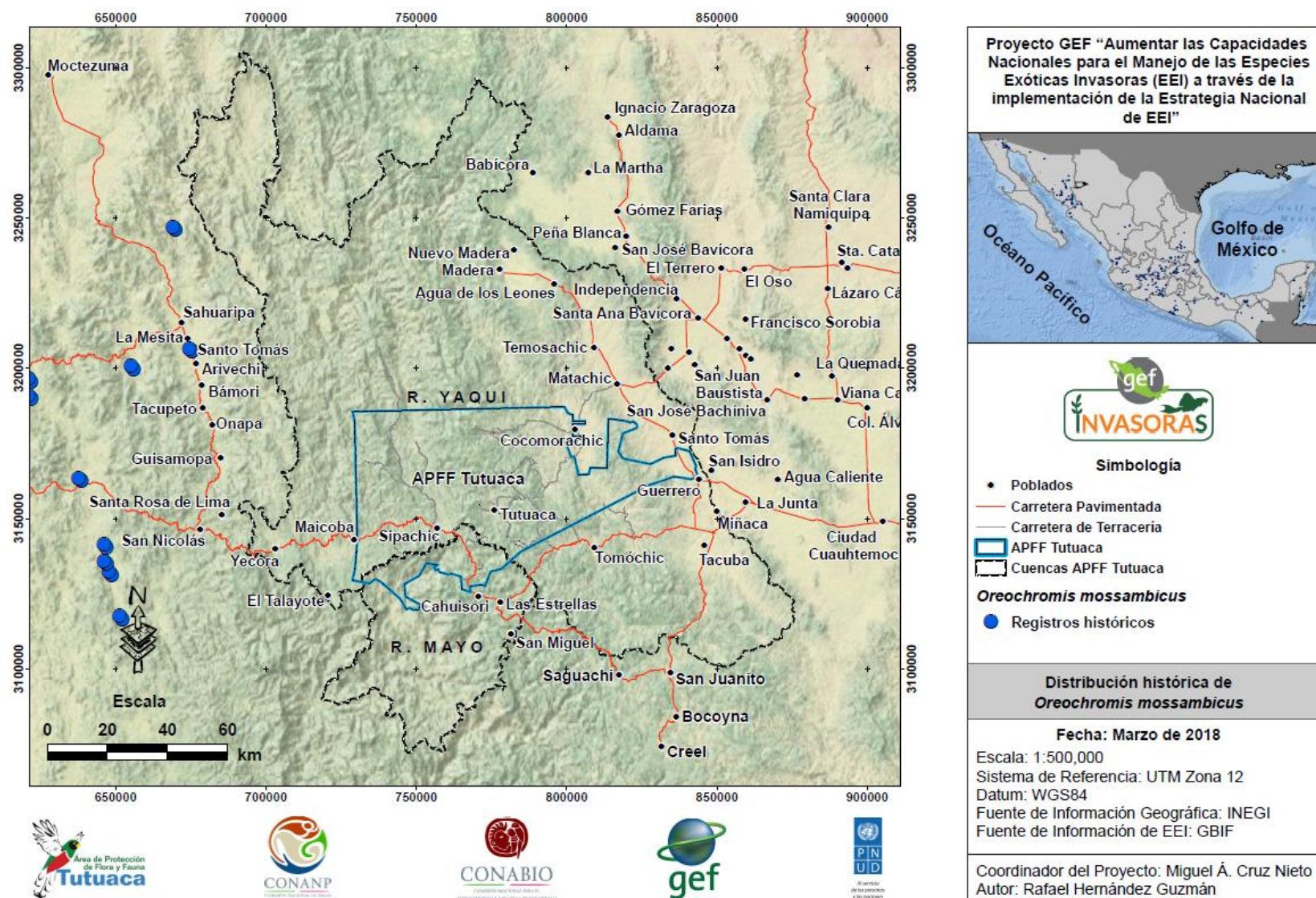
## 6. Resultados

### 6.1 Presencia de la especie en APFFT

No se encontró ningún individuo en los cuerpos de agua muestreados. Por los resultados obtenidos durante los trabajos en campo, se determinó que la tilapia en APFFT no está aún presente en los sitios de muestreo. En la figura 5 se presenta la distribución histórica de tilapia en el APFFT según los registros encontrados en la base de datos de Global Invasive Species Database Global Biodiversity Information Facility (GISD, por sus siglas en inglés) y en el Sistema de Información sobre Especies Invasoras (que forma parte del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO (CONABIO, 2017).



Figura 5. Distribución histórica de tilapia Mozambique dentro del APFFT (Fuente: Elaboración propia OVIS, 2018).





## 7. Plan de manejo y control de la especie en APFFT

Debido a los resultados en campo, el Plan de Manejo y Control de la Tilapia en el APFFT y su Zona de Influencia se plantea de manera preventiva. Se incluye el apartado de control de la especie para considerarse si se llegara a localizar en algún sitio del ANP. El principal objetivo es disminuir la probabilidad de introducción y establecimiento de la especie en los cuerpos de agua del ANP. Para alcanzar este objetivo es importante la colaboración y participación de todos los actores involucrados en el ANP y en el proyecto de EEI: representantes del gobierno en sus tres niveles, productores acuícolas, organizaciones de la sociedad civil, instituciones académicas y habitantes de las comunidades que integran el APFFT y su zona de influencia.

Es recomendable asignar las actividades de acuerdo con las competencias y aptitudes de cada actor involucrado; ejecutar estas acciones de manera óptima desde cada frente y encontrar la manera de retroalimentarse para evaluar y en su caso ajustar las metodologías para alcanzar el objetivo principal.

Los datos de campo no muestran presencia de individuos en los sitios de estudio. Sin embargo, es una amenaza importante debido a las características de la especie, la capacidad que tiene para adaptarse a condiciones favorables para su crecimiento y propagación y por las actividades de acuacultura que se realizan dentro del ANP. Por lo que es de suma importancia que las acciones prioritarias para esta especie sean de prevención, de detección temprana y respuesta rápida. Además, la vigilancia permanente de los sitios identificados con riesgo de introducción (de esta investigación deriva que estos sitios son aquellos localizados cercanos a la granja productora de La Junta) es considerada una actividad clave en la detección de la especie y dará la pauta para realizar acciones de detección temprana y respuesta rápida.

Para la elaboración del presente Plan de Manejo y Control de la Tilapia en el APFFT y su zona de influencia se consideró la “Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México. Prevención, Control y Erradicación” de CONABIO-CONANP-SEMARNAT (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010). A continuación, se enlistan los objetivos estratégicos del plan de manejo y control.

### **Objetivos estratégicos**

1. Prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de la tilapia en el APFFT.
2. Establecer programas de control y erradicación de las poblaciones de tilapia que minimicen o eliminen sus impactos negativos y favorezcan la restauración y conservación de los ecosistemas.
3. Informar oportuna y eficazmente a la sociedad para que asuma responsablemente las acciones a su alcance en la prevención, control y erradicación de la tilapia en el APFFT.

Las principales líneas de acción se detallan por objetivo, también se muestran programas de trabajo para cada objetivo.

### **7.1 Prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de la tilapia en el APFFT.**

Aunque en los trabajos de campo de OVIS A.C., no se localizó a la tilapia Mozambique dentro del APFFT es clara la necesidad de contar con acciones preventivas que fortalezcan las capacidades locales en su objetivo de evitar la introducción de esta especie al ANP.

Las acciones por seguir se detallan a continuación:

#### *Acuerdos interinstitucionales*

Dentro del ANP es muy evidente la situación desvinculada como se llevan a cabo los programas de conservación ambiental, incluso de manera incompatible con programas de desarrollo agropecuario. Por lo tanto, es recomendable armonizar los programas de desarrollo económico, rural y productivo. Esto es primordial para alcanzar una sinergia en beneficio de todos los involucrados en las actividades productivas dentro del APFFT. Para lograr esta armonía es necesario buscar un acercamiento de CONANP con las instituciones gubernamentales de desarrollo productivo como SAGARPA, CONAPESCA y Secretaría de Desarrollo Rural del Estado. En consenso firmar un acuerdo de disminución del uso y aprovechamiento de EEI en los programas financiados por estas instituciones, en beneficio de la biodiversidad del Estado y el desarrollo agropecuario a largo plazo.

El recién conformado Comité de Especies Exóticas Invasoras del APFFT (PNUD México, 2018) debe participar en estas reuniones, ya que, por su origen multidisciplinario, permitirá emitir sugerencias y tomar acuerdos. Además, es importante establecer lineamientos, bases y reglas de operación que determinen la prevención y prohíban la introducción de EEI. Es importante evitar que se incentiven actividades que promueven la introducción, establecimiento y la dispersión de la tilapia dentro de los cuerpos de agua del ANP y considerar especies nativas como la trucha aparique y la trucha del yaqui (*Oncorhynchus* spp.) dentro de los programas de producción de alimentos. Los representantes de CONANP, SAGARPA, CONAPESCA, Gobierno del Estado y el Comité de EEI del APFFT deben tomar un rol más activo en los esfuerzos para que estos importantes cambios resulten en acciones notables que alcanzan los objetivos de desarrollo rural sin afectar los procesos ecológicos y la producción de servicios ambientales del APFFT.

#### *Información científica y técnica para fortalecer capacidades locales*

Se requiere el aumento de las capacidades del equipo operativo del ANP, por lo que la línea base generada por la Organización Vida Silvestre A.C. se vuelve relevante pues representa el primer diagnóstico de la especie y su situación actual al interior del ANP. El resultado más importante es que la tilapia, aun no se encuentra distribuida dentro del APFFT ni en su área de influencia. No obstante, existe una granja productora de tilapia, en el poblado La Junta (80 km de los límites del APFFT), debido a su cercanía relativa al APFFT

es conveniente desarrollar acciones preventivas específicas (revisar la infraestructura, sugerir adecuaciones y medidas de bioseguridad como rejillas de contención, registros de seguridad, mantenimiento de estanques) con el fin de evitar la entrada y establecimiento de la especie al ANP. Las vías de introducción de la tilapia al APFFT pueden ocurrir directamente con el establecimiento de granjas dentro del APFFT o en su área de influencia. Una campaña informativa y de vigilancia puede resultar eficaz y exitosa pues requiere menos esfuerzos y recursos para evitar la entrada de la tilapia.

#### *Vigilancia activa*

Como parte de este objetivo se hace necesaria la vigilancia a la granja de La Junta. Mediante visitas de reconocimiento con personal de APFFT, CONAPESCA Chihuahua, Comité Estatal de Sanidad Acuícola del estado de Chihuahua (CESACHI) y el Departamento de Pesca de Gobierno del Estado de Chihuahua, asegurarse que las instalaciones de las granjas sean competentes en su funcionamiento, impidan escapes en temporada de lluvias y tengan medidas de bioseguridad para evitar la proliferación de enfermedades.

#### *Reconversión productiva por especies nativas*

La mojarra oreja azul (*Lepomis macrochirus*) presenta adaptaciones a un rango amplio de temperaturas. Aunque es considerablemente pequeña, tiene ventajas en su producción: su alimentación y manejo no representa un gasto tan elevado. Y lo más importante, es una especie nativa de México. Puede realizarse un proyecto piloto por parte del departamento de pesca de la Secretaría de Desarrollo Rural del estado de Chihuahua. Promover su venta con etiquetas verdes, incentivar su consumo como amigable al medio ambiente, producto sustentable de la Sierra Tarahumara.

Otra opción es la diversificación de actividades productivas en la zona del APFFT.

- Una actividad es el ecoturismo, Tutuaca posee una gran diversidad de especies de aves y es importante que las comunidades se involucren en actividades de bajo impacto que pueden ser redituables.
- La apicultura es una actividad productiva que puede realizarse dentro del APFFT. Puede hacerse con grupos de comuneros, de manera individual o con grupos vulnerables (indígenas o mujeres). Los gastos para iniciar a producir pueden ser auspiciados por SEMARNAT, Desarrollo Rural del estado o la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), generalmente piden que los productores pongan la mano de obra y el lugar de trabajo. En años recientes, la miel de Áreas Naturales Protegidas es un producto con importante valor para los consumidores.

En la tabla 1, se muestra una lista de acciones preventivas en el caso de que, exista el establecimiento de granjas acuícolas de tilapia dentro del polígono del APFFT.

Tabla 1. Acciones preventivas en el caso de establecimiento de granjas acuícolas de tilapia dentro del APFFT (Fuente: Elaboración propia OVIS, 2018 con información de Corporación Financiera Internacional).

Acciones	
Antes del establecimiento de granjas acuícolas de tilapia	Durante la operación
Realizar una prospección del área, con el objetivo de identificar los hábitats naturales y determinar su importancia en términos de biodiversidad.	Cría de peces estériles.
Garantizar que la zona donde se pretende establecer no sea un hábitat único o protegido ni posea un valor alto en términos de biodiversidad; ni sea importante en procesos ecológicos (reproducción, alimentación).	Instalar y dar mantenimiento regular a rejas de contención, de tamaño adecuado para evitar escapes de las tilapias en los canales de drenaje entre estanques y de estos con las aguas receptoras.
Diseñar las instalaciones de manera que permitan conservar el hábitat vegetal natural y minimicen la transformación del hábitat.	Instalación y mantenimiento de presas filtradoras.
Presentar planes de diseño y construcción, con el fin de evitar el abandono o la sustitución de los estanques con diseños o procedimientos de construcción defectuosos. Asegurar que las instalaciones tengan medidas de bioseguridad como mallas, rejas de contención, que sean instalaciones cerradas (de recirculación de agua) para evitar escapes.	Diseñar y establecer planes de contingencia en caso de escapes accidentales. Contar con características de bioseguridad para evitar la introducción y/o propagación de enfermedades. Realizar un Análisis de Riesgos y Puntos de Control Críticos (HACCP, por sus siglas en inglés) (PNUD, 2017a)
Considerar la hidrología del área en el diseño de los estanques, garantizar que sean tan altos como para contener el agua del estanque durante la temporada de lluvias.	Diseñar y ajustar sobre la marcha el plan de alimentación con la finalidad de disminuir tanto como sea posible el desaprovechamiento de los alimentos, ya que los alimentos no consumidos aumentan la carga de nutrientes en las aguas de desecho (IFC, 2007).
Implementar medidas de mitigación (restauración de hábitat cuando finalice la operación) y compensación (crear zonas ecológicamente comparables).	

#### *Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (HACCP)*

Es una metodología que permite identificar, priorizar y reducir riesgos sanitarios y de especies exóticas que pueden afectar las poblaciones de peces (PNUD México, 2017a).

Para realizar el plan de bioseguridad mediante un HACCP en cada una de las granjas del APFFT, la dirección del APFFT coordinará un equipo para llevar a cabo el análisis de riesgos. Se seguirá la estructura recomendada:

- Realizar un análisis de riesgo. Identificar los peligros en cada paso del proceso de producción de tilapia Mozambique y describir las medidas de prevención para cada uno.
- Identificar los puntos críticos de control (CCP) en el proceso. Se determina al considerar si existe algún mejor punto dentro de la actividad para reducir la

especie indeseable, si es así es un punto de control opcional y si no es así, se trata de un punto de control crítico.

- Establecer controles para cada CCP identificado. Medidas estratégicas para prevenir o eliminar los riesgos. Es también factible determinar parámetros como límites en los controles.
- Establecer requisitos de monitoreo de CCP, mediante procedimientos para utilizar los resultados del monitoreo y ajustar el proceso y mantener el control.
- Establecer medidas correctivas. Son procedimientos que buscan restaurar el control en los procedimientos.
- Establecer procedimientos para verificar que el proceso HACCP esté funcionando correctamente. Revisión de los procesos para garantizar el correcto funcionamiento del proceso.
- Establecer procedimientos efectivos de mantenimiento de registros que documentan el proceso HACCP. Para asegurar que se cumplan todas las acciones predeterminadas, si hubo algún imprevisto, acciones correctivas.

Como quedó establecido, no existen granjas de tilapia Mozambique dentro o cerca del APFFT, estas sugerencias son en caso de establecimientos de granjas, por lo que estas acciones preventivas pueden tomarse como una estrategia para evitar que presenten problemas de contaminación por algún patógeno y para disminuir considerablemente la transmisión de enfermedades al medio natural.

Estas y otras acciones se consideran en el plan de trabajo para este objetivo, mismo que se describe en la tabla 2.

Tabla 2. Plan de trabajo del objetivo 1 "Prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de la tilapia en el APFFT" (Fuente: Elaboración propia OVIS, 2018).

Objetivo específico	Líneas de acción	Nivel	Actividades	Tiempo	Indicador	Coordinador	Actores clave
Implementar un marco jurídico nacional e internacional para prevenir la introducción y el manejo de la tilapia y de aquellas con potencial invasivo.	Revisar y armonizar las políticas de desarrollo económico regional a la luz de los problemas que causa la tilapia en el APPF Tutuaca.	Internacional	Ejecutar y respetar acuerdos internacionales como CITES	1 año	Políticas de desarrollo regional que incorporan el tema de especies invasoras.	CONANP	Congreso de la Unión, CONANP.
		Nacional	Fortalecer la disminución de EEI mediante la prohibición de su uso o fomento en programas públicos.				
		Regional	Lograr un acercamiento entre dependencias federales del estado para acordar la disminución del uso y fomento de EEI en la producción y el desarrollo rural. <i>Por realizar.</i>				
Identificar y vigilar las vías de introducción potenciales de tilapia en APFFT.	Identificar y analizar los puntos de introducción potenciales	Local	Organización Vida Silvestre A.C. (OVIS A.C.) identificó la granja acuícola de La Junta como el sitio de introducción potencial. <i>Realizado.</i>	Concluido	Información base de las principales vías de introducción y dispersión de la tilapia	CONANP APFFT	CONANP DRNYSMO, APFFT
	Identificar y analizar las actividades productivas de alto riesgo	Local	OVIS A.C. determinó la acuicultura como una actividad importante en la región. <i>Realizado</i>	Concluido	Información base sobre el riesgo relacionado con las actividades humanas.	CONANP APFFT	CONANP DRNYSMO, APFFT
	Evaluar la infraestructura y capacidades existentes para la vigilancia de vías de introducción y dispersión, identificar vacíos y reforzar acciones de vigilancia.	Local	Capacitación técnica a personal de APFFT para realizar monitoreos. <i>Por realizar.</i>	6 meses	Infraestructura y capacidades de vigilancia coordinadas y adecuadas al manejo del problema.	CONANP APFFT	CONANP DRNYSMO, APFFT
Estandarizar y operar los mecanismos y	Establecer programas de monitoreo sistemático y	Local	Monitoreos bimestrales en sitios cercanos a la granja	1 año después de las acciones	Sitios de alto riesgo monitoreados y vigilados.	CONANP APFFT	CONANP DRNYSMO,

Proyecto GEF-Invasoras\_ 0089333. Plan de Manejo y Control de Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) en el Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca y su Zona de Influencia

protocolos de prevención, para reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de tilapia en el APFFT.	estandarizado. Promover y dar seguimiento a los mecanismos de participación social/comunitaria en actividades de vigilancia		de La Junta. <i>Por realizar.</i>	de control			APFFT
		Local	Integración de brigadas de vigilancia comunitaria. Por realizar Capacitación a brigadistas sobre la identificación de la tilapia. <i>Por realizar.</i>	6 meses	Acciones de monitoreo y detección temprana.	CONANP APFFT	CONANP DRNYSMO, APFFT
Sustituir la tilapia, especie invasora nociva, de uso arraigado, por especie (s) nativa (s) o de menor riesgo.	Armonizar los programas sectoriales en materia de especies invasoras.	Regional	Taller participativo con instituciones de gobierno para sensibilizar sobre EEI. <i>Realizado uno en noviembre 2017</i> (Anexo 1). Acuerdos para disminuir el uso/aprovechamiento de tilapia en APFFT y zona de influencia. <i>Por realizar.</i>	1 año	Programas sectoriales con una visión unificada sobre la problemática de las especies invasoras.	CONANP APFFT	CONANP DRNYSMO, CONAPESCA Chihuahua, Gobierno del Estado
	Identificar y desarrollar paquetes tecnológicos de especies nativas susceptibles de reemplazar a la tilapia como especie productiva.	Regional	Promover el uso de especies nativas en la producción de alimentos. Reproducir procedimientos de casos de éxito como la reconversión productiva de tilapia Mozambique por Tenguayaca (PNUD, 2017b) (*). Buscar opciones de financiamiento para producto con valor agregado (comercio justo, producción comunitaria, etiquetas verdes). <i>Por realizar.</i>	1 año	La tilapia ya no se utiliza en proyectos productivos dentro del ANP ni en su zona de influencia.	CONANP APFFT	CONANP DRNYSMO, CONAPESCA Chihuahua, Gobierno del Estado
Aplicar <b>permanentemente</b> medidas de bioseguridad y sanitarias en la manejo y uso de tilapia.	Establecer lineamientos de “buenas prácticas” certificaciones y medidas de bioseguridad para las actividades relacionadas con importación, uso, comercio o movimientos	Regional	Visitas de personal CONAPESCA y Desarrollo Rural del Estado para vigilar la ejecución de medidas de bioseguridad en la producción acuícola dentro del ANP. <i>Por realizar.</i>	Permanente	Las actividades que incluyen el uso, introducción, comercialización o movimientos de tilapia incorporan medidas de buenas prácticas	CONANP APFFT	CONANP DRNYSMO, CONAPESCA Chihuahua, Gobierno del Estado, CESACHI

Proyecto GEF-Invasoras\_0089333. Plan de Manejo y Control de Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) en el Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca y su Zona de Influencia

	de tilapia.		Asesoría permanente de CONAPESCA a productores acuícolas. <i>Se realiza</i>		(incluyendo HACCP), códigos de conducta voluntarios, certificaciones verdes y medidas de bioseguridad que reducen el riesgo de ingreso, establecimiento y dispersión de tilapia en el APFFT.		
--	-------------	--	---	--	--	--	--

(\*) Nota: No se sugiere el uso de esta especie en particular, tienen que desarrollarse paquetes tecnológicos con especies adecuadas a la zona.



## 7.2 Establecer programas de control y erradicación de poblaciones de tilapia que minimicen o eliminen sus impactos negativos y favorezcan la restauración y conservación de los ecosistemas.

Este objetivo se menciona para cubrir las necesidades de control en caso de que se presenten introducciones o se detecta la tilapia dentro del ANP. En caso de detectar la especie, se recomienda seguir un Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida (PNUD México, 2016). Además, se sugiere la conformación de un Comité de Detección Temprana y Respuesta Rápida (CDTyRR), este debe ser integrado de manera multidisciplinaria, con personas que tengan estrecha relación con EEI. Este comité puede incluir organizaciones de la sociedad civil, miembros de la academia, representantes de las comunidades locales y de unión de productores. Las funciones de este comité consisten en planear, coordinar y contactar a los involucrados para solicitar apoyo a diferentes niveles.

### *Detección temprana*

Incluye la vigilancia de los sitios identificados como posibles vías de introducción de la tilapia. En el apartado anterior se describe la metodología de la vigilancia activa. Es importante también considerar la información obtenida por los habitantes de las comunidades locales, ellos son al final del día, los que tienen el mayor contacto y familiaridad con los sitios. Cuando una persona (poblador o técnico) vea la tilapia de Mozambique en los cuerpos de agua del APFFT, se sugiere que haga el reporte a la dirección del ANP, donde llenará un formato de identificación de la especie (en caso de ser un poblador, la dirección le apoyará en el correcto llenado del mismo). Tiene que identificarse la especie correctamente, para esto se emplea la bibliografía utilizada en nuestro monitoreo, la guía de campo de FAO (1996). El formato de identificación de la especie es el que aparece en la tabla 3.

Tabla 3. Formato de reporte de EEI dentro de APFFT para el registro de observaciones de tilapia Mozambique (Fuente: elaboración propia OVIS, 2018).

Formato de reporte de Especies Exóticas Invasoras dentro del APFFT			
		Número:	
Observador	Nombre:		
	Contacto:		
Especie	Género:	Especie:	Nombre común:
	Número de individuos observados:		
Lugar de observación	Nombre del lugar:	Localidad:	Municipio:
	Coordenadas (UTM):		Elevación:
	Indicaciones para llegar al sitio:		
Sitio	Tipo de cuerpo de agua:	Tipo de vegetación:	
	Descripción de hábitat:		
Colecta (marque con una X)	Fotografía ( )	Colecta de individuo ( )	
Registro fotográfico	ID de la fotografía:	Autor:	Descripción:
Persona que registra	Nombre:		
	Puesto:		

Una vez reportada la especie dentro del ANP, se hace una verificación en campo por parte del equipo técnico de CONANP para asegurar la correcta identificación. Contener la dispersión, en este caso extracción directa de todos los organismos que se encuentren en los puntos de verificación.

También se recomienda hacer uso de la herramienta que brinda Naturalista para reportar avistamientos vía celular y obtener confirmación respecto a la identificación de la especie por expertos.

#### *Respuesta rápida*

Aislar a los individuos localizados con la ayuda de redes y mallas de pesca, para su posterior captura por electropesca o anzuelo y extracción de los cuerpos de agua del APFFT. Cuando se logre la extracción de los individuos, se continua la vigilancia en los

sitios trabajados para asegurar la ausencia de la especie o la detección temprana de más individuos. Se elabora un reporte con todas las acciones realizadas, los resultados, registro fotográfico y el formato de registro de la especie. Para la posterior evaluación de las actividades realizadas.

### **7.3 Informar oportuna y eficazmente a la sociedad para que asuma responsablemente las acciones a su alcance en la prevención, control y erradicación de la tilapia en el APFFT.**

La optima difusión de la información es la acción fundamental de este objetivo. Esta difusión debe adecuarse a diversos grupos de audiencia, para que la información llegue de manera clara, oportuna, contundente y a diferentes niveles. Dar a conocer las amenazas y los impactos que tiene la tilapia a la biodiversidad, a los servicios ecosistémicos y a la economía; también las medidas para prevenir su introducción.

#### *Audiencias clave*

Como grupos focales se identificaron a servidores públicos en los tres niveles de gobierno, productores acuícolas, estudiantes y habitantes de las comunidades dentro del APFFT.

#### *Material de divulgación*

Con bases científicas generar diversos recursos materiales como guías de identificación de la especie, trípticos informativos, carteles, señalética. Desarrollar actividades de capacitación y educación ambiental como talleres y cursos a diversos niveles académicos. Asegurar que la información sea clara y se encuentre disponible para los diferentes grupos focales que forman parte de la sociedad involucrada en el APFFT.

#### *Campaña de educación ambiental*

Realizar una campaña de educación ambiental dentro del APFFT dirigida a los actores clave mencionados arriba. Durante esta campaña distribuir los materiales informativos y de divulgación elaborados. La dirección del APFFT tendrá una importante participación para promover y reforzar su imagen de figura ambiental; fortalecer la relación con los habitantes de las comunidades para favorecer que identifiquen y reporten observaciones de la especie. También se explicarán las medidas de detección temprana en la que los habitantes tienen un rol muy importante y se hará saber su valiosa participación junto a la dirección del APFFT. Así como la recomendación de utilizar la herramienta que brinda Naturalista para reportar avistamientos vía celular y obtener confirmación respecto a la identificación de la especie por expertos.

El plan de trabajo propuesto para este objetivo se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. Plan de trabajo del objetivo 3 "Informar oportuna y eficazmente a la sociedad para que asuma responsablemente las acciones a su alcance en la prevención, control y erradicación de la tilapia en el APFFT" (Fuente: Elaboración propia OVIS, 2018).

Objetivos específicos	Líneas de acción	Nivel	Actividades	Tiempo	Indicador	Coordinador	Actores clave
Difundir a grupos clave y autoridades, las amenazas e impactos que la tilapia ocasiona a la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, la economía y la salud; así como las medidas para su prevención y control y difundir información sobre alternativas.	Revisar materiales existentes de proyectos en otras áreas que pueden ser de utilidad y en caso necesario, diseñar nuevos materiales de difusión y educación sobre la tilapia y distribuirlos.	Regional	Elaboración de carteles, trípticos y guías de identificación de la tilapia para divulgarlos en comunidades del ANP y edificios gubernamentales. <i>Por realizar.</i>	6 meses	La información generada es clara, contundente y basada en la mejor información científica disponible. La información se distribuye en los diferentes sectores y niveles.	CONANP APFFT	CONANP DRNYSMO, APFFT, OVIS A.C., Profauna
	Capacitar al personal gubernamental en los tres niveles, en las distintas vertientes de los problemas que causa la tilapia.	Regional	Talleres de capacitación con información actualizada sobre la tilapia en el APFFT dirigido a personal de instituciones gubernamentales de desarrollo rural. <i>Realizado en el año 2017.</i>	1 año	Mayor entendimiento, capacidad de soporte y participación en esfuerzos de prevención.	CONANP APFFT	CONANP DRNYSMO, APFFT, CONAPESCA Chihuahua, Gobierno del Estado, OVIS A.C.
	Capacitar a los productores en aspectos de prevención (HACCP) y bioseguridad en el manejo de la tilapia.	Regional	Solicitar capacitación y asesoría constante por parte de personal de CONAPESCA Chihuahua y CESACHI a productores acuícolas locales. <i>Por realizar.</i>	Permanente	Prácticas de manejo, producción y comercialización de tilapia que cumplen con los requerimientos de bioseguridad y prevención.	CONANP APFFT	CONANP DRNYSMO, CONAPESCA Chihuahua, Gobierno del Estado, APFFT.
	Diseñar y llevar a cabo campañas de educación a diferentes niveles.	Local	Charlas y talleres participativos con productores acuícolas. Pláticas con alumnos de	1 año	La población, grupos clave y autoridades están informados y atentos al problema	CONANP APFFT	CONANP DRNYSMO, CONAPESCA Chihuahua,

Proyecto GEF-Invasoras\_ 0089333. Plan de Manejo y Control de Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) en el Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca y su Zona de Influencia

			primarias y secundarias sobre los riesgos de las EEI. Campaña de difusión de EEI en radio local. <i>Por realizar.</i>		de la tilapia como especie invasora, apoyan los esfuerzos de prevención.		Gobierno del Estado, APFFT, OVIS A.C., Profauna.
Elaborar guías informativas y de identificación de la tilapia, actualizadas y accesibles para el personal asociado a las vías de introducción y dispersión.	Desarrollar herramientas para la consulta de información de la tilapia desde diferentes medios (carteles, folletos, guías, internet) y su identificación rápida.	Local	Diseño de campaña de identificación de tilapia como EEI: Cartel con descripción de la especie, folleto con información de los impactos a los ecosistemas locales, guía con datos e imágenes para identificación. Video informativo de la tilapia en las redes sociales del APFFT. <i>Por realizar.</i>	6 meses	La información sobre la tilapia como especie invasora es accesible fácilmente en diferentes formatos y para diferentes sectores. Se cuenta con herramientas para la identificación de tilapia en puntos de entrada o dispersión.	CONANP APFFT	CONANP DRNYSMO, APFFT, OVIS A.C., Profauna.
Establecer y consolidar redes interinstitucionales e interdisciplinarias para el apoyo y la ejecución de programas de educación y divulgación sobre tilapia como EEI.	Implementar mecanismos de cooperación interinstitucional que involucren a especialistas en las acciones de investigación, educación y difusión relacionadas con las EEI.	Regional	Participación del Comité de EEI del APFFT como apoyo en las campañas de educación y divulgación de la tilapia en Tutuaca. <i>Por realizar.</i>	Permanente	Las labores de educación y difusión sobre la tilapia son respaldadas por información científica generada por grupos interdisciplinarios de especialistas.	CONANP APFFT	CONANP DRNYSMO, CONAPESCA Chihuahua, Gobierno del Estado, APFFT, UACH, OVIS A.C., Profauna.

## 8. Recomendaciones adicionales

De acuerdo con los resultados en campo, la presencia de la carpa (*Cyprinus carpio*) resultó más amenazante para las poblaciones de peces nativos, pues sus poblaciones están distribuidas más ampliamente dentro del APFFT. En consecuencia, se hace la recomendación de que este plan de manejo y control se aplique, con los ajustes necesarios, a la población de carpa.

## 9. Referencias bibliográficas

**Arredondo, F. J. & Lozano, S. G.** 1996. El cultivo de la tilapia en México. En: *Primer Curso Internacional de Producción de Tilapia*. Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca, UAMI y Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México: 7-18 p.

**Bhujel, R. C.** 2000. A review of strategies for the management of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish in seed production systems, specially hapabased systems. *Aquaculture*. 181: 37-59.

**Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras.** 2010. *Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 91 p.

**Comité Nacional Sistema Producto Tilapia.** 2010. *Tilapia 2020: Prospectivo del Sistema-Producto nacional de Tilapia en México*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. Mazatlán, México. 269 p.

**CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad).** s/f. Fichas descriptivas. Fecha de consulta: 15 de diciembre de 2017. <http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/gef/pdf/2.2-1-ficha-APFF-tutuaca.pdf>

**CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad).** 2017. Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad (SNIBCONABIO). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México. Consultado en SNIB-CONABIO en junio de 2017.

**CONAGUA (Comisión Nacional del Agua).** 2015. Atlas del Agua en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 135 pp.

**CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas).** 2014. *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 156 p.

**CONAPESCA (Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca).** 2017. Presenta producción de tilapia incremento en un 15.6 por ciento en 2016. Fecha de publicación: 14 de marzo de 2017. Fecha de consulta: 19 de marzo de 2018. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapesca/articulos/presenta-produccion-de-tilapia-incremento-de-un-15-6-por-ciento-en-2016?idiom=es>

**Costa-Pierce, B. A.** 2003. Rapid evolution of an established feral tilapia (*Oreochromis spp.*): the need to incorporate invasion science into regulatory structures. *Biological invasions*. 5: 71-84.

**DeBano L. & Folliott, P.** 1994. The Sky Island Conference: Looking Back, Looking Ahead. In: *Biodiversity and Management of the Madrean Archipelago: The Sky Islands of Southwestern United States and Northwestern Mexico*. Tucson, Arizona.

**Ecosistemas y Medio Ambiente Sierra Madre, S.C.** 2009. *Estudio Regional Forestal "Unidad de Manejo Forestal Babícora Casas Grandes A.C"*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional Forestal, Gobierno del Estado de Chihuahua. Clave 08-01. 247 p.

**Espinosa-Pérez, H.** 2014. *Protocolo de muestreo de peces en aguas continentales para la aplicación de la Norma de Caudal Ecológico (NMX-AA-159-SCFI-2012)*. Programa Nacional de Reservas de Agua. Comisión Nacional del Agua, Fondo Mundial para la Naturaleza México. 29 p.

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).** 1996. *FAO Species Identification Field Guide for Fishery Purposes. Fishes of the Cambodian Mekong*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. ISBN: 92-5-103743-4

**Flores-Martínez, J. J., Rodríguez-Medina, R., Pérez-Cabrales, M. & Sánchez-Cordero, V.** 2016. Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida para Especies Exóticas Invasoras en el Parque Nacional Cañón del Sumidero. PNUD, CONABIO, CONANP, CONBIODES, IB-UNAM.

**Fundación Produce Veracruz A.C., Servicios Integrales para la Competitividad Agropecuaria S.C. & Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria.** 2008. *Manual de Producción de Tilapia con Especificaciones de Calidad e Inocuidad*. Fundación Produce Veracruz A.C. México. 143 pp.

**GISD (Global Invasive Species Database).** 2006. Species profile: *Oreochromis mossambicus*. Fecha de publicación: 22 de junio de 2006. Fecha de consulta: 18 de enero de 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=131>

**IA (Industria Acuícola).** 2007. El sector de la tilapia en México. *Industria Acuícola. Acuacultura y Negocios de México* 3(4) 36-42 p.

**IFC (Corporación Financiera Internacional - Grupo del Banco Mundial).** 2007. *Guía sobre medio ambiente, salud y seguridad para la acuicultura*. Corporación Financiera Internacional- Grupo del Banco Mundial. 23 p.

**Mendoza Alfaro, R.E. & Koleff Osorio, P.** 2014. Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 308 p.

**Naranjo, E.J. & Dirzo, R.** 2009. Impacto de los factores antropogénicos de afectación directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna. En: Dirzo, R., González, R. & March, I.J. (comps). *Capital natural de México. Vol II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO, México. Pp.247-276.

**Naturalista.** Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <http://www.naturalista.mx/>

**Pimentel, D., McNair, S. & Janecka, J.** 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 84: 1-20.

**Pimentel, D., Zúñiga, R. & Morrison, D.** 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics* 52: 273-288.

**PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo)** 2017a. Desarrollo de una propuesta técnica entre los productores para minimizar el riesgo de dispersión de Especies Exóticas Invasoras (EEI) en el sector acuícola del estado de Morelos. Mendoza Alfaro, R., S. Luna, L. Álvarez González y R. Maciel de la Garza. 326 p.

**PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo).** 2017b. Plan de reconversión productiva de Tilapia Mozambique por Tenguayaca en la población de Andrés Quintana Roo, comunidad limítrofe a la reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Plan de Trabajo. Proyecto GEF 00089333 "Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la implementación de la Estrategia Nacional de EEI. Bayona-Miramontes, A. ECONCIENCIA A.C. 19 pp.

**PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo).** 2018. Servicio de consultoría para establecer un Subconsejo y un Comité de Especies Exóticas Invasoras en las Áreas Naturales Protegidas: Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui y Tutuaca, respectivamente. En el marco del proyecto GEF 00089333 "Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras". Rodríguez-Medina, R., J. J. Flores-Martínez, M. Pérez-Cabrales & V. Sánchez-Cordero. Ciencia y Comunidad por la Conservación, A.C. Ciudad de México, México.

**Ricciardi, A. & Rasmussen, J. B.** 1999. Extinction rates of North American freshwater fauna. *Conservation Biology* 13 (5): 1220-1222.



**SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación).** 2012. Carta Nacional Acuícola. 112 p.

**SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca).** 2000. *Guía para el cultivo de tilapia: Oreochromis spp.* (Guter, 1984). Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México D.F. 136 p.

**Vié, J. C., Hilton-Taylor, C. & Stuart, S. N.** 2009. *Wildlife in a changing world- An analysis of the 2008 UICN red list of threatened species*. UICN. Gland, Suiza.