

Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ciencias Naturales

Facultad de Ingeniería

Facultad de Psicología

Facultad de Filosofía

Facultad de Química

Facultad de Derecho

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales

Manejo de peces exóticos invasores en la microcuenca del Río Jalpan, Querétaro

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Maestra en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta

Erika Mendoza Sánchez

Dirigida por

Dr. Juan Pablo Ramírez Herrejón

Octubre 2018



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

**Manejo de peces exóticos invasores en la microcuenca del Río Jalpan,
Querétaro**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de:

Maestra en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta:

Erika Mendoza Sánchez

Dirigida por:

Dr. Juan Pablo Ramírez Herrejón

SINODALES

Dr. Juan Pablo Ramírez Herrejón

Presidente

M. en C. Ulises Torres García

Secretario

Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero

Vocal

Dr. Raúl Francisco Pineda López

Suplente

M. en GIC. José Carlos Dorantes Castro

Suplente

Dra. Juana Elizabeth Elton Puente
Directora de la Facultad

Dra. en C. Ma. Guadalupe Flavia Loarca
Piña
Directora de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Octubre, 2018

RESUMEN

El presente proyecto se realizó en la microcuenca del Río Jalpan la cual se localiza en la Reserva de la Biosfera de la Sierra Gorda de Querétaro. El objetivo principal fue fomentar el aprovechamiento productivo de peces exóticos invasores como una alternativa de manejo, y participación social beneficiando la conservación de la microcuenca del Río Jalpan. La ejecución del proyecto consto de cuatro etapas, la primera etapa consistió en estimar la distribución, abundancia, peso y talla de las tres especies de peces en la presa Jalpan y en el cauce principal, durante tres épocas del año (inicio de secas, secas y antes de lluvias). En la segunda etapa se priorizaron los sitios potenciales para su aprovechamiento con base a la información de la etapa anterior. Durante la tercera etapa, se realizaron entrevistas semi-estructuradas a diferentes actores clave como dependencias gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y pobladores, con la finalidad de describir el manejo que han realizado de las especies objetivo e indagar sobre el interés de las alternativas propuestas. Finalmente la cuarta etapa consistió en la integración de la información estableciendo los usos posibles para cada especie durante las diferentes épocas del año, la contribución del manejo hacia la conservación de la microcuenca y los actores clave que intervienen para cada estrategia propuesta. Los resultados obtenidos mostraron que en época de secas (abril-mayo) y al inicio de esta (diciembre-enero) las tres especies fueron más abundantes. La Carpa común solo se encontró en la presa Jalpan, mientras que la Lobina negra y la Tilapia del Nilo se registraron en diferentes puntos del cauce principal. Con base a lo anterior, los sitios prioritarios para su aprovechamiento fueron la presa Jalpan y el sitio La playita. Los actores gubernamentales como CONAPESCA, SAGARPA, el Municipio de Jalpan y SEDEA, cada año organizan el torneo de pesca de la Lobina para promover el turismo, y el torneo de la Carpa lo realizan para controlar la población de la especie. Sin embargo, estos actores han realizado siembras de alevines para mantener la población de la Lobina y seguir con el torneo. Por su parte organizaciones no gubernamentales como la UAQ (Campus Concá) y técnicos de acuicultura, fomentan el manejo a través de asesorías y proyectos de conservación, mientras que los pescadores y algunos pobladores se han interesado en aprender nuevas formas de aprovechar las especies. Los principales usos potenciales propuestos para la microcuenca fueron las artesanías con piel de pescado, la composta con restos de pescado y la venta del pescado en diferentes presentaciones.

Palabras clave: Manejo, especies exóticas invasoras, subproductos del pescado, microcuenca del Río Jalpan.

SUMMARY

This project was carried out in the Jalpan River micro-basin, which is located in the Sierra Gorda de Querétaro Biosphere Reserve. The main objective was to promote the productive use of invasive exotic fish as an alternative management and social participation benefiting the conservation of the Jalpan River micro-basin. The execution of the project consisted of four stages, the first stage consisted of estimating the distribution, abundance, weight and size of the three species in the Jalpan dam and in the main channel, during three seasons of the year (dry, dry and before rainfall). In the second stage, the potential sites were prioritized for their use based on the information from the previous stage. During the third stage, semi-structured interviews were conducted with different key actors such as government agencies, non-governmental organizations and villagers, in order to describe the management they have carried out of the target species and to investigate the interest of the proposed alternatives. Finally, the fourth stage consisted of the integration of the above information, establishing the possible uses for each species during the different times of the year, the contribution of management to the conservation of the microbasin and the key actors involved in each proposed strategy. The results obtained showed that during the dry season (April-May) and at the beginning of the dry season (December-January) the three species were more abundant. The Common carp was only found in the Jalpan dam, while the Black bass and the Nile tilapia were found at different points along the main channel. Based on the above, the priority areas for its use were the Jalpan dam and the Playita site. Government actors such as CONAPESCA, SAGARPA, the Municipality of Jalpan and SEDEA organize the bass fishing tournament every year to promote tourism, and the carp tournament is held to control the population of the species. However, these actors have been sowing fry to maintain the bass population and continue the tournament. Non-governmental organizations such as the UAQ (Concá) and aquaculture technicians, for their part, promote management through advisory services and conservation projects, while fishermen and some local residents have been interested in learning new ways to exploit the species. The main potential uses proposed for the micro watershed were fish skin crafts, composting with fish waste and the sale of fish in different presentations.

Keywords: Management, invasive alien species, fish by-products, micro watershed of the Jalpan River.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermana por su apoyo, confianza y amor que me han brindado siempre.

Al Fondo para el Fortalecimiento de la Investigación (FOFI) por financiar el proyecto.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico durante el posgrado.

A los docentes de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas por las enseñanzas y asesorías requeridas en mi formación académica.

Al Dr. Juan Pablo Ramírez Herrejón por la asesoría académica y por confiar en mí para desarrollar este proyecto.

Al Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero por su asesoría acertada durante las revisiones de este proyecto.

A mi comité de sinodales por la asesoría brindada durante la ejecución del proyecto.

A las dependencias gubernamentales del estado de Querétaro y Municipio de Jalpan por su colaboración en la difusión de información. Especialmente a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), por facilitar las instalaciones necesarias durante la ejecución de entrevistas.

Finalmente a los Pescadores de la Presa Jalpan y a los pobladores por la colaboración en las entrevistas realizadas.

Índice

INTRODUCCIÓN	10
Objetivo general	14
Objetivos específicos	14
CAPÍTULO 1.MANEJO DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS EN UNA MICROCUENCA	15
1.1 Especies exóticas invasoras	15
1.2 Manejo de EEI.....	18
1.3 La microcuenca como unidad de manejo.....	21
1.4 Enfoque de cuenca para el aprovechamiento productivo de peces exóticos invasores.....	25
1.5 Marco legal para el manejo de invasiones biológicas	28
CAPÍTULO 2. ESTRATEGIAS DE CONTROL Y MANEJO DE EEI	35
2.1 Manejo productivo de peces invasores como herramienta de control.....	41
CAPÍTULO 3. MICROCUENCA DEL RÍO JALPAN.....	47
3.1 Uso de suelo y vegetación en la microcuenca	49
3.2 Actividades productivas en la microcuenca	50
3.3 Localidades de la microcuenca	50
3.4 Sitios de intervención para el manejo de peces en la microcuenca	50
CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA.....	56
4.1 Abundancia y distribución de peces exóticos invasores en los cuerpos de agua de las zonas media y baja de la microcuenca.....	57
4.2 Sitios prioritarios para el aprovechamiento de peces exóticos invasores. ...	57
4.3 Acciones sociales que se relacionan con el aprovechamiento de peces exóticos invasores.....	60
4.4 Integración del aprovechamiento de peces, las acciones sociales para su aprovechamiento y los beneficios a la microcuenca.	61
CAPÍTULO 5 RESULTADOS	64
5.1 Abundancia y distribución de peces exóticos invasores en los cuerpos de agua de las zonas media y baja de la microcuenca.....	64
5.2 Sitios prioritarios para el aprovechamiento de peces exóticos invasores. ...	68
Sitios aprovechables en la época de secas (abril-mayo)	68
Sitios aprovechables en la época inicio de secas (diciembre-enero).....	70

5.3 Acciones sociales que se relacionan con el aprovechamiento de peces exóticos invasores.....	78
Actores que intervienen en el aprovechamiento	81
Actores de oportunidad para el aprovechamiento	81
Actores indirectos para el aprovechamiento	82
Narrativa de las acciones asociadas a las EEI de peces.....	82
5.4 Integración del aprovechamiento de peces, las acciones sociales para su aprovechamiento y los beneficios a la microcuenca	93
CONSIDERACIONES FINALES	101
BIBLIOGRAFÍA	103
ANEXO 1.....	112
ANEXO 2.....	119

Índice de figuras

Figura 1. <i>Cyprinus carpio</i> (Carpa común)..	16
Figura 2. <i>Oreochromis niloticus</i> (Tilapia del Nilo).	16
Figura 3. <i>Micropterus salmoides</i> (Lobina negra)..	17
Figura 4. Susceptibilidad de una microcuenca a las invasiones biológicas por posibles alteraciones a su estructura y función.	18
Figura 5. Actividades que contribuyen al deterioro de una cuenca.	23
Figura 6. Impactos ecológicos generados por la introducción de especies invasoras.	36
Figura 7. Subproductos derivados del pescado.	46
Figura 9. Representación gráfica de la capacidad de la Presa Jalpan.	51
Figura 10. Geomorfología del sitio Río Adentro	52
Figura 11. Geomorfología del sitio La Playita	53
Figura 12. Geomorfología del sitio Puente USEBEQ	53
Figura 13. Geomorfología del sitio Presa Vieja	53
Figura 14. Geomorfología del sitio Saldiveña	54
Figura 15. Geomorfología del sitio La Purísima	54
Figura 16. Geomorfología del sitio El Trapiche	54
Figura 17. Sitios de muestreo y localidades entrevistadas en la microcuenca del Río Jalpan.	55
Figura 18. Etapas metodológicas para el manejo de peces en la microcuenca del Río Jalpan.	56
Figura 19. Distribución y abundancia de la Carpa común, Tilapia del Nilo y Lobina negra.	65
Figura 20. Sitios aprovechables en la época de secas	69
Figura 21. Sitios aprovechables en la época inicio de secas	72
Figura 22. Interés de los actores clave en las especies objetivo y su nivel de intervención en las acciones.	78
Figura 23. Porcentaje de la población que menciona un año aproximado de la introducción de peces exóticos.	91

Índice de cuadros

Cuadro 1. Indicadores para evaluar una cuenca.....	22
Cuadro 2. Indicadores propuestos para la evaluación del sector ambiental	23
Cuadro 3. Marco legal para las especies exóticas invasoras.....	31
Cuadro 4. Especies de peces exóticos registrados en la región central de México.	35
Cuadro 5. Ejes principales para el manejo de peces.	41
Cuadro 6. Participación de los grupos de actores para el manejo de peces.	42
Cuadro 7. Uso de suelo y vegetación por zona funcional de la microcuenca del Río Jalpan.....	49
Cuadro 8. Abundancia de cada una de las especies exóticas invasoras dentro de la presa Jalpan y cauce principal.	64
Cuadro 9. Abundancia por época del año de la Carpa común.....	67
Cuadro 10. Abundancia por época del año de la Lobina negra.....	67
Cuadro 11. Abundancia por época del año de la Tilapia del Nilo.....	68
Cuadro 12. Posibles usos y beneficios en los sitios prioritarios en la época de secas e inicio de secas para las tres especies exóticas invasoras de peces.	73
Cuadro 13. Factibilidad de los posibles usos para el aprovechamiento de EEI en la microcuenca del Río Jalpan.	93
Cuadro 14. Alternativas viables para el manejo de peces exóticos invasores en la microcuenca del Río Jalpan,	94

INTRODUCCIÓN

La microcuenca del Río Jalpan, se localiza dentro de la Reserva de la Biosfera de la Sierra Gorda de Querétaro (CONAGUA, 2016). El Río Jalpan es el cauce principal de la microcuenca, nace en el municipio de Pinal de Amoles y desemboca en el Río Santa María (INAFED, 2010). Entre los años 1975 y 1976, se construyó sobre el cauce principal una presa que lleva el mismo nombre “Jalpan” ubicada en la zona baja de la microcuenca (CONAGUA, 2016). La construcción de la presa tuvo como objetivo principal el riego de terrenos agrícolas del Distrito de Riego 001 (CONANP, 2017), y como fuente de agua potable para las comunidades de Jalpan, Piedras anchas, Embocadero, Saldiveña, El Lindero y El Zapote. En la presa fueron introducidas tres especies de peces, la Lobina negra (*Micropterus salmoides*), Carpa común (*Cyprinus carpio*), y Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), y recientemente estas especies han sido registradas en el Río Jalpan (Bermúdez-González *et al.*, Datos no publicados).

Las tres especies son catalogadas como exóticas invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y la introducción dentro de la presa Jalpan, del cauce principal u otro cuerpo de agua representa un riesgo para la biodiversidad (CONABIO, 2017). Hasta el momento, no se tiene un registro técnico sobre algún impacto negativo que los peces exóticos invasores hayan ocasionado dentro de la presa Jalpan o del cauce principal. Sin embargo, en sistemas acuáticos la Carpa común (*Cyprinus carpio*), representa un problema ecológico por la remoción de lodo y aumento de la turbidez y suspensión de sólidos disueltos (Amador-del Ángel y Wakida-Kusunoki, 2014). La Lobina negra (*Micropterus salmoides*), es un depredador que ha causado la exclusión de especies nativas por la competencia de recursos alimenticios, (Gallardo-Torres *et al.*, 2014). La Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), es un hospedero de virus causando daños a otras especies y a su vez, pone en peligro la seguridad alimentaria (FAO, 2017).

Por lo tanto, la Lobina negra, la Carpa común y la Tilapia del Nilo, han causado la extinción de peces nativos (Contreras-MacBeath, 2005), por depredación de

huevecillos y larvas de otros peces (Trujillo-Jiménez y Toledo-Beto, 2007) y pérdidas en la producción pesquera (Mendoza *et al.*, 2009).

La presencia de especies exóticas invasoras (EEI) se ve favorecida en microcuencas degradadas, y su abundancia y éxito varía de acuerdo a las características biológicas y a la capacidad de adaptación que la especie presente al ecosistema (Aguirre-Muñoz y Mendoza-Alfaro, 2009). Por lo que, la presencia de EEI es considerada una amenaza para la funcionalidad de la microcuenca (FAO, 2007), ya que puede afectar a las poblaciones de especies nativas, lo cual modifica la red trófica, el ciclo de vida de las especies y la dinámica del ecosistema, asimismo la presencia de dichas especies homogenizan la diversidad desplazando especies claves que realizan un funcionamiento especializado (Goldburg y Triplett, 1997; Bhaskar y Pederson, 2003).

El funcionamiento de una microcuenca como la regulación del flujo de agua, calidad ambiental, suministro de agua y mantenimiento de la calidad del agua, están determinados por los elementos bióticos como la flora, fauna y el ser humano; y los elementos abióticos como el agua, el suelo, el aire, la energía y el clima (FAO, 2016). Los elementos bióticos y abióticos están condicionados por las características geográficas (latitud y altitud), geomorfológicas (tamaño, forma, relieve, densidad y tipo de drenaje), geológicas y demográficas (Dourojeanni, 1994).

La microcuenca del Río Jalpan, presenta un relieve kárstico, hidrológicamente el karst se determina por la existencia de bajas escorrentías superficiales y altas infiltraciones, que circulan subterráneamente (Pinillos-Lorenzana, 2015), estas condiciones y siendo el cauce principal de flujo intermitente, se asocian a la permanencia de pozas en época de secas. Una de las características de la Lobina negra, Carpa común y Tilapia del Nilo, es la asociación a hábitats lenticos (FAO, 2017), por lo que las pozas formadas en época de secas son condiciones favorables para llevar a cabo su ciclo de vida.

Asimismo, las actividades que se realizan en las diferentes zonas funcionales de una microcuenca, influyen directa o indirectamente con la asociación de hábitats lenticos (Garrido *et al.*, 2010). La zona alta de la microcuenca se relaciona con la

captación de agua y es una zona de regulación debido a que controla la cantidad del flujo de agua, protege los suelos de la erosión, se preserva la degradación de los ríos y reduce la pérdida de fertilidad en las laderas (Garrido *et al.*, 2010). Por lo que su perturbación conlleva al aumento en la escorrentía y sedimentación de la zona media y baja (Maass y García-Oliva, 1990; Pagiola, 1999; De Graaf, 2000; Cotler, 2003), a su vez ocasionará el azolvamiento de la presa Jalpan y el cauce principal. Estas condiciones favorecen la permanencia de un sistema lenticó óptimo para las especies invasoras de peces. De acuerdo con Tockner y Stanford (2002), la deforestación, erosión del suelo, la colmatación de cauces, los incendios forestales, la contaminación por efluentes urbanos, agropecuarios y la transformación de cauces con la construcción de presas, y la extracción de minerales, son algunas de las perturbaciones que suceden en las microcuencas.

Bajo estas condiciones, la introducción de peces invasores en los cuerpos de agua de la microcuenca del Río Jalpan se ha favorecido pese a que las especies son un indicador que afecta la biodiversidad de la misma (SEMARNAT, 2011). Sin embargo, la presencia de peces exóticos invasores ha favorecido los ingresos económicos de los pobladores cercanos a la presa Jalpan (González, com. Pers). Cada año se realiza un torneo de pesca deportiva de Lobina negra y Carpa común, la actividad permite el fomento del turismo en la región y por lo tanto los comercios locales se favorecen por la venta de sus productos o renta de servicios hoteleros (Olvera com. Pers). La Tilapia del Nilo es capturada por los pescadores para su autoconsumo y en ocasiones venta local, asimismo, con esta especie se han implementado granjas de cultivo aledañas al cauce principal (Pazarán, com. Pers).

El manejo que hasta el momento se ha realizado para las especies, se ha basado en la producción económica, sin embargo, las estrategias de manejo implementadas en la presa Jalpan como jaulas flotantes y cooperativas de pesca, no se han logrado con éxito (Colín, com. Pers). Por lo tanto, la microcuenca del Río Jalpan es un modelo de estudio para lograr un análisis integral ante este problema complejo, debido a que se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda de Querétaro. Esta reserva tiene como principal objetivo preservar y rehabilitar los ecosistemas, estableciendo acciones preventivas y de planeación

estratégica para disminuir y evitar la degradación de los recursos naturales, así como adoptar técnicas y procedimientos para el aprovechamiento integral de los recursos naturales (CONANP, 2016). A su vez, es indispensable que la solución integre a las personas de la comunidad que están relacionadas con el uso de las especies de peces invasores y a las dependencias gubernamentales y no gubernamentales, leyes, normas y programas que intervienen en la introducción para aumentar la producción y generar un incentivo económico a la población.

Por lo que, el manejo integrado de la microcuenca debe basarse en el entendimiento de su dinámica y la importancia de cada uno de sus componentes así como el conocimiento, voluntad, capacidad de gestión y participación de los actores que intervienen en la misma (Dourojeanni, 2006). De tal manera, este proyecto servirá como una base para lograr un manejo adecuado de las EEI lo que promoverá la vinculación de las necesidades de la población con la concientización del cuidado del ambiente y una iniciativa para la reformulación de las políticas públicas. Por ejemplo programas, que contemplen: a) una visión integral de la introducción de EEI desde la caracterización biológica de la especie con relación a las actividades en la zona alta, media y baja de la microcuenca, que sirva como eje para establecer programas relacionados a mantener la funcionalidad de la cuenca y b) promover el valor agregado de EEI como beneficio económico de la población local enfocado al manejo y control de las especies, así como subproductos que favorezcan la conservación de la microcuenca.

Bajo este esquema, la pregunta que se quiere resolver es, ¿Cómo lograr un equilibrio entre las actividades pesqueras de los pobladores y la conservación de biodiversidad de la microcuenca?, y ¿Cómo lograr que la alternativa de manejo no incida en el aumento de la introducción de peces invasores? Por lo que, la solución de esta situación compleja debe abordarse bajo un enfoque de cuenca, ya que dicho enfoque es adaptativo, permite una mejor comprensión del problema visto desde diferentes perspectivas y se vincula con la mejora de la calidad de vida de las personas como la conservación de la microcuenca.

Objetivo general

Fomentar el aprovechamiento productivo de peces exóticos invasores como una alternativa de manejo, y participación social en la microcuenca del Río Jalpan.

Objetivos específicos

1. Estimar la abundancia, talla y peso de la Carpa común, Lobina negra y Tilapia del Nilo en los cuerpos de agua de las zonas funcionales de la microcuenca.
2. Determinar los sitios prioritarios para el aprovechamiento de peces exóticos invasores en función a la abundancia, talla y peso de las mismas.
3. Describir las acciones sociales que se relacionan con el aprovechamiento de peces exóticos invasores.
4. Formular una alternativa para el manejo de peces exóticos invasores.

CAPÍTULO 1.MANEJO DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS EN UNA MICROCUENCA

1.1 Especies exóticas invasoras

Una especie exótica se define como aquel organismo, especie, subespecie o taxón inferior que se encuentra fuera de su área natural y de dispersión potencial. Dentro de las especies exóticas se encuentra un subgrupo denominado especies invasoras o invasoras exóticas, de acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se definen como aquellas que sobreviven, se establecen y reproducen de manera descontrolada fuera de su ambiente natural, causando serios daños a la biodiversidad, economía, y/o salud pública (CONABIO, 2009).

Por otro lado, la Convención sobre Diversidad Biológica (CDB, 2000), define especie invasora como “Especie no nativa que es introducida deliberadamente o de manera accidental por fuera de su hábitat natural donde éstas se establecen, proliferan y dispersan de tal forma que causan daños a los intereses del hombre”.

Las características principales de una especie exótica invasora son alta tasa reproductiva, alta tasa de propagación, alta variabilidad genética y plasticidad fenotípica, amplios rangos nativos de distribución, alto grado de oportunismo reproductivo y alimentario y alto comensalismo con el hombre (Gutiérrez-Yurrita, 2008). Las características de las especies objetivo del presente proyecto son:

a) *Cyprinus carpio* (Linnaeus 1758) (Figura 1), mejor conocida como Carpa común, es originaria de Europa y Asia (Kohlmann *et al.*, 2003), fue una de las primeras especies introducidas al noroeste de México en 1872 (Salgado-Maldonado y Rubio-Godoy, 2014) con la construcción de las primeras presas (Ruiz-Campos *et al.*, 2014). El principal motivo de su introducción fue aumentar la producción y la pesca a través de la acuicultura.

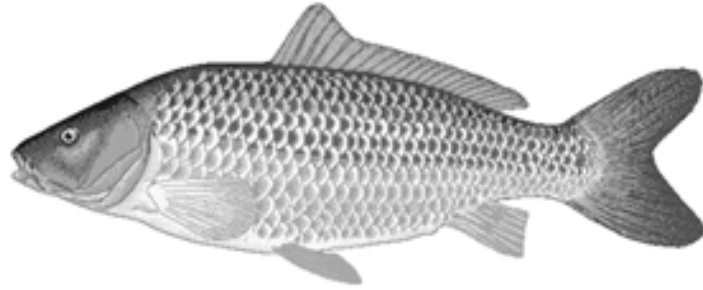


Figura 1. *Cyprinus carpio* (Carpa común). Fuente: FAO, 2017.

b) Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) (Figura 2), su nombre común es Tilapia del Nilo originaria de África, es otra de las especies introducidas en México en 1964. El motivo por el cual se introdujo fue para aumentar la producción y pesca a través de la acuicultura.

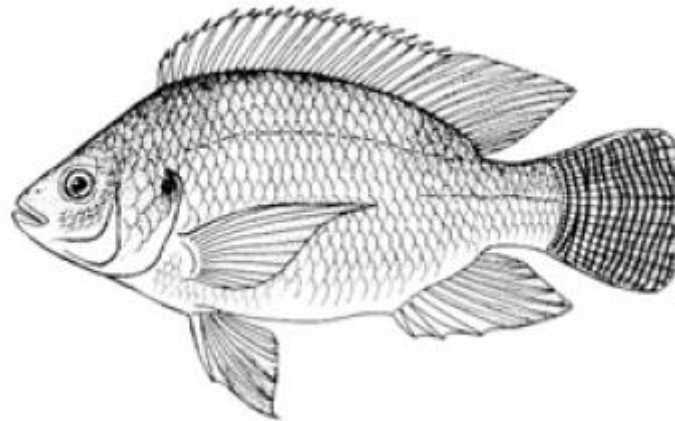


Figura 2. *Oreochromis niloticus* (Tilapia del Nilo). Fuente: FAO, 2017.

c) Micropterus salmoides (Lacepède, 1802) (Figura 3), Su nombre común es Lobina negra, originaria del este y sur de Estados Unidos y los estados localizados al norte de México, esta especie es carnívora, su dieta incluye insectos acuáticos, gusanos, larvas y adultos pequeños de peces y anfibios. Es considerada una especie exótica invasora debido a su potencial colonizador y amenaza grave para las especies nativas. Se encuentra en hábitats de aguas tranquilas y espesa vegetación acuática. Esta especie es de gran importancia para la pesca deportiva por lo cual se ha introducido fuera de su hábitat natural.

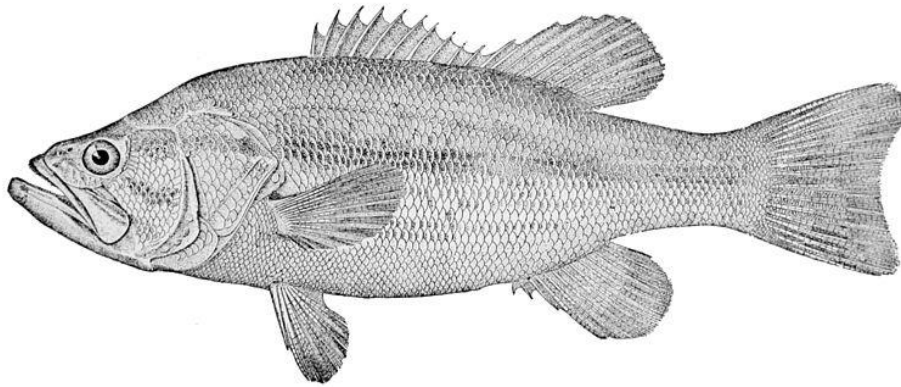


Figura 3. *Micropterus salmoides* (Lobina negra). Fuente: FAO, 2017.

La introducción de la Carpa común, Tilapia del Nilo y la Lobina negra se relaciona con el fomento de aprovechamiento y propósitos ornamentales buscando un incentivo económico. Por lo tanto, la presencia de EEI en una microcuenca ha generado dos corrientes para su valoración, por un lado se pretende demostrar los impactos negativos (aspectos biológicos) y por otro las bondades de la especie (aspectos comerciales) (Born, *et al.*, 2005).

Sin embargo, el aprovechamiento integral que permite el enfoque de cuenca sobre el manejo de peces exóticos invasores fomenta además de la contribución al sector económico, una oportunidad de colaborar en la conservación de la calidad del suelo y mejora de los cultivos (FAO, 2016). Al fomentar dichas contribuciones, el uso de fertilizantes químicos disminuye incentivando el uso de composta y biofertilizantes a base de residuos de cada uno de los peces exóticos invasores (Ayala-Pérez *et al.*, 2015). Los biofertilizantes y la composta, son benéficos y aptos para las zonas de la microcuenca donde se realicen actividades agrícolas, contribuyendo en la mejora de la calidad del suelo desde la parte alta hacia la parte baja de la microcuenca (Ayala-Pérez *et al.*, 2015). Así mismo, otro de los subproductos derivados de los peces que puede ser aprovechable es la harina de pescado, la cual sirve como alimento para ganado y para los mismos peces, esta opción favorece los ingresos económicos por la producción de harina, disminuye los gastos de insumos para alimento de peces en la acuicultura y el aprovechamiento de restos para la harina disminuye la contaminación por malos olores (Valenzuela *et al.*, 2012).

A pesar de los beneficios que estas especies pueden llegar a generar en la microcuenca, no se debe perder de vista que una vez que han sido catalogadas como especies exóticas invasoras deben manejarse de una forma adecuada y controlada. Ya que las actividades y condiciones de una cuenca influyen directa e indirectamente en el ecosistema acuático donde los peces habitan, por lo que, dichas actividades favorecen la presencia y permanencia de los peces (FAO, 2016). La microcuenca llega a ser susceptible a la invasión de especies exóticas cuando presenta alto índice de perturbación (Castro-Díez *et al.*, 2004) como cambios en el uso del suelo, fragmentación de los hábitats, alteración de los cursos de agua, eutrofización, pastoreo, incendios, cambio climático, baja diversidad de especies nativas, poblaciones escasas de depredadores, poca capacidad de resiliencia ecológica, sistemas altamente sensibles, ambientes antropizados y/o paisajes con manejo desordenado (Gutiérrez-Yurrita, 2008), (Figura 4).

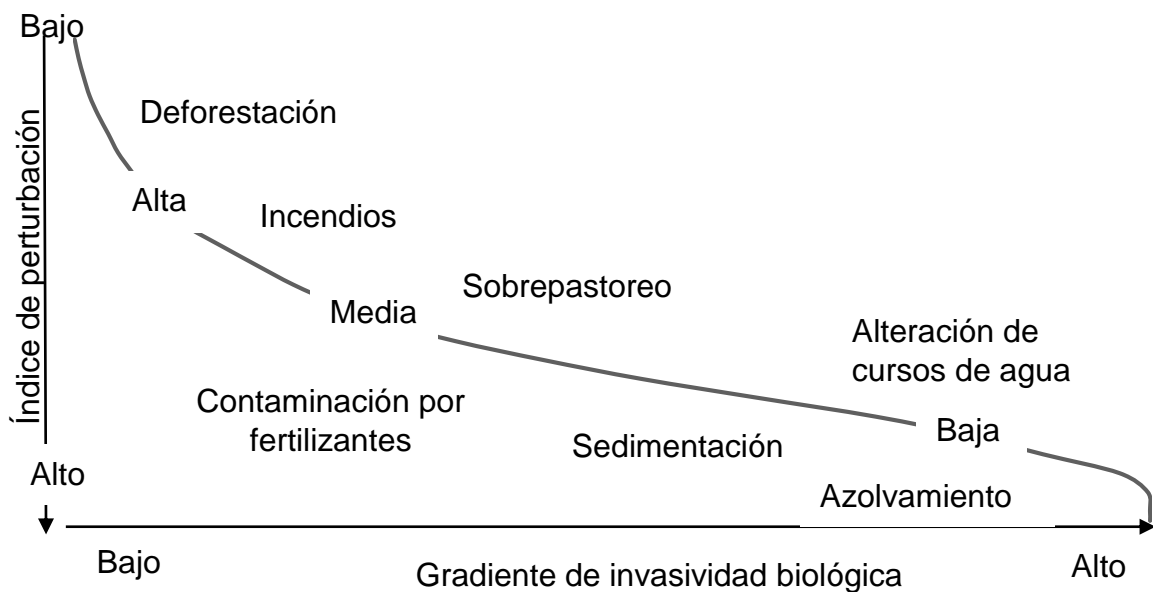


Figura 4. Susceptibilidad de una microcuenca a las invasiones biológicas por posibles alteraciones a su estructura y función. Elaboración propia.

1.2 Manejo de EEI

Una vez que en la microcuenca se ha introducido una especie exótica invasora es necesario manejar y controlar las poblaciones de la especie. El manejo es la aplicación de métodos y técnicas para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat (SEMARNAT, 2009). En términos de

especies invasoras, el concepto de manejo se enfoca a adaptar técnicas de erradicación acordes con las características e historia de vida de cada especie de interés (CONABIO, 2010).

La Estrategia Nacional sobre especies invasoras en México: Prevención, control y erradicación, plantea una técnica de manejo de especies bajo cinco acciones estratégicas transversales y tres objetivos estratégicos. Las acciones son a) Revisar, adecuar y desarrollar el marco legal y normativo, b) Desarrollar capacidades científicas, técnicas, humanas e institucionales, c) Establecer la coordinación entre poderes, intergubernamental, interinstitucional y con la sociedad, d) Impulsar la divulgación, la educación y la concientización de la sociedad en general y e) Generar conocimiento para la toma de decisiones informadas.

Dichas acciones están bajo los siguientes objetivos, a) Prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras, b) Establecer programas de control y erradicación de poblaciones de especies invasoras que minimicen o eliminen sus impactos negativos y favorezcan la restauración y conservación de los ecosistemas y c) Informar oportuna y eficazmente a la sociedad para que asuma responsablemente las acciones a su alcance en la prevención, control y erradicación de las especies invasoras (CONABIO, 2000; Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010).

La estrategia permitirá avanzar en las prioridades con acciones coordinadas, desde una perspectiva común y consensuada de instituciones y sectores clave de la sociedad para alcanzar la visión planteada (Mendoza-Alfaro *et al.*, 2014). Asimismo, la aplicación de cualquier plan estratégico encaminado al control, prevención y manejo de las especies invasoras sólo garantiza su eficacia si se cuenta con el respaldo de monitoreos frecuentes a corto y largo plazo de las áreas invadidas y se realizan evaluaciones de los impactos y la propagación de tales especies (López-Zamora, 2009).

De acuerdo a Emerton y Howard (2008), establecen que la mayoría de las invasiones de especies exóticas se relacionan con actividades económicas por lo que es necesario definir instrumentos económicos para su atención. Bajo este

criterio, la Estrategia Nacional sobre especies invasoras (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010) considera que es necesario establecer incentivos fiscales para promover la aplicación de medidas de bioseguridad en los sectores de producción y comercialización, asimismo desarrollar incentivos económicos específicos, dentro de planes de atención integral para llevar a cabo programas de erradicación de especies invasoras (Saad-Alvarado, 2016).

Por otro lado, Gutiérrez (2006) menciona que la introducción de especies exóticas posee cuatro dimensiones para su manejo, a fin de que las partes interesadas se involucren: (1) la cultural: el manejo de las especies exóticas, tiene que ver con los valores que las personas poseen, y con lo que encuentran bello, o permisible. (2) la educación: ¿qué tanto conocen las personas sobre el tema?; (3) la salud: de donde se desprende la posibilidad de patógenos y (4) la dimensión filosófica, que hace reflexionar sobre los cambios que el ser humano ha provocado y si está dejando a las nuevas generaciones, mejores o peores ecosistemas.

Bajo el esquema anterior, el manejo de invasiones biológicas en las microcuencas debe incluir a todos los actores sociales y condiciones naturales que interactúan dentro de la misma y por tanto, se debe concientizar a las personas sobre la importancia de conservar la microcuenca. De acuerdo con García-Azuero *et al.*, (2005), para lograr un manejo que contribuya al desarrollo sostenible, se requiere de la sensibilización, apropiación y participación de los actores sociales clave.

Asimismo, el desarrollo sostenible se ha basado en diversas iniciativas que se ven involucradas en el enfoque ecosistémico, como base para desarrollar sus acciones, como las reservas de biosfera, los bosques modelo, las áreas de conservación, y el manejo integrado de cuencas hidrográficas (UNESCO, 2000; García-Azuero, 2003).

Por lo tanto, el manejo de invasiones biológicas en la microcuenca debe ser adaptativo para tratar con su complejidad y su dinámica, asimismo, se debe incluir el aprendizaje adquirido tanto de la práctica como de investigaciones (CDB, 2000; UNESCO, 2000).

1.3 La microcuenca como unidad de manejo

La microcuenca ha sido planteada como una vía idónea para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, disminuir la vulnerabilidad ante los desastres y generar una oportunidad de gobernabilidad (Jiménez, 2005; Faustino, 2005; FAO, 2007). El funcionamiento de una microcuenca como la regulación del flujo de agua, calidad ambiental, suministro de agua y mantenimiento de la calidad del agua, están determinados por los elementos bióticos como la flora, fauna y el ser humano; y los elementos abióticos como el agua, el suelo, el aire, la energía y el clima. Los elementos bióticos y abióticos están condicionados por las características geográficas (latitud y altitud), geomorfológicas (tamaño, forma, relieve, densidad y tipo de drenaje), geológicas y demográficas.

El manejo integrado de la microcuenca se basa en el entendimiento de su dinámica y la importancia de cada uno de sus componentes así como el conocimiento, voluntad, capacidad de gestión y participación de los actores que intervienen en la cuenca (Dourojeanni, 2006). La falta de entendimiento de las interrelaciones que se dan dentro de la cuenca a través de la zona alta, media y baja, coadyuva a un manejo inadecuado de los elementos de la cuenca, vistos por el ser humano como recursos para cubrir sus necesidades.

El enfoque de cuencas busca solucionar problemas generales que afecten el equilibrio de los recursos naturales y a su vez, integra a los diferentes sectores (ambientales, sociales, económicos, culturales y políticos) que interactúan en la cuenca, para general un bien común a través de acciones locales. El objetivo de este enfoque se basa en implementar una gestión adecuada entre los involucrados en el problema y el manejo de la cuenca de forma sustentable. Por lo tanto, una forma de evaluar el adecuado manejo de una cuenca se puede hacer con base en indicadores de los diferentes sectores (Cuadro 1).

Cuadro 1. Indicadores para evaluar una cuenca

Sector ambiental	Sector económico
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de cobertura vegetal • Prácticas de adaptación al cambio climático • Aumento de la biodiversidad • Sustitución de fertilizantes químicos/inorgánicos por orgánicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Productos con valor agregado • Acceso a mercados • La comunidad genera bienes y servicios innovadores • Reducción de intermediarios • Creación de microempresas y emprendimientos locales
Sector socio-cultural	Sector político-institucional
<ul style="list-style-type: none"> • Organizaciones sociales (nuevos y diferentes liderazgos) • Espacios de intercambio de saberes • Espacios de cooperación comunal • Mantenimiento de las costumbres y tradiciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Educación ambiental para la población • Participación conjunta entre instituciones y población • Programas puestos en marcha • Toma decisiones al interior de la comunidad • Estructuras de gobernanza basadas en lo local

Fuente: MAE y FAO, 2014

De acuerdo al Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales estipula una serie de indicadores para el sector ambiental, específicamente en ecosistemas acuáticos, los cuales los agrupa por indicadores de presión, de estado y de respuesta (Cuadro 2).

El manejo integrado de microcuencas ha evolucionado con el transcurso de los años, hasta llegar a ser una iniciativa enfocada a lograr el manejo integrado de los recursos naturales en función de las necesidades humanas en microcuencas (Ramakrishna 1997, Jiménez 2001, 2005), además de buscar un balance entre equidad, sostenibilidad ecológica, social y económica (CATIE, 2004; Jiménez, 2005). Las condiciones de cada microcuenca son diferentes, por lo que, la planeación que se realiza para su manejo en una cuenca, puede funcionar o no, en otra. Por ejemplo, las variables ambientales de la cuenca como la climatología, geología, vegetación y las actividades antropogénicas determinan las características hidroquímicas de los cursos fluviales (Figura 5).

Cuadro 2. Indicadores propuestos para la evaluación del sector ambiental

Indicadores de presión	Indicadores de estado	Indicadores de respuesta
<ul style="list-style-type: none"> • Agricultura • Actividades pecuarias • Aguas residuales municipales e industriales • Presas y embalses • Extracción de agua para uso consuntivo • Pesca • Especies invasoras* • Cambio climático 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpos de agua superficiales con problemas de contaminación • Especies acuáticas continentales mexicanas en riesgo 	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento de aguas residuales municipales e industriales • Humedales continentales mexicanos en la Convención Ramsar

Fuente: SEMARNAT, 2011.*Indicador utilizado en este proyecto

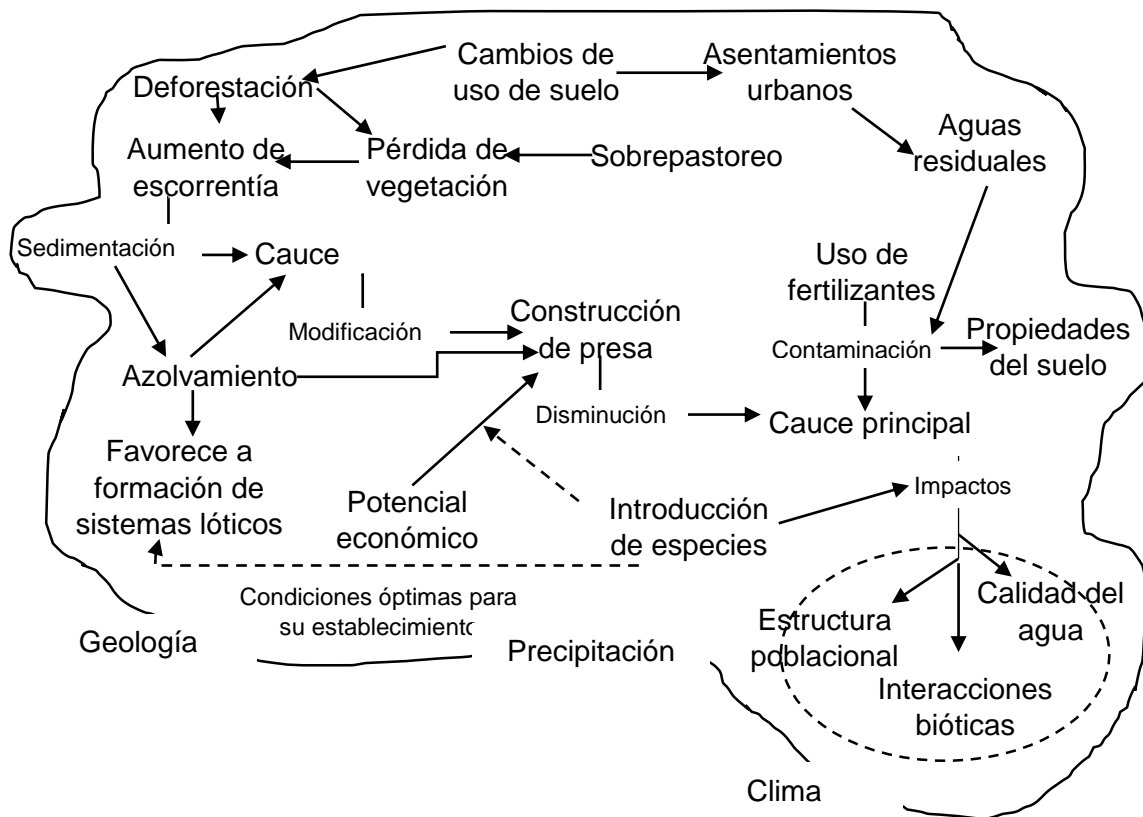


Figura 5. Actividades que contribuyen al deterioro de una cuenca. Elaboración propia.

La composición química del agua de un cauce se determina por la cantidad de precipitación, la geología de la cuenca y la solubilidad de las rocas o materiales, los

suelos, la vegetación terrestre, los procesos de evaporación, los procesos biológicos y la contaminación o vertidos de origen antropogénico (Toro *et al.*, 2002). El cauce principal, es considerado por sí solo, un sistema natural altamente complejo y diverso; y debido a su régimen hidrográfico, los cauces redistribuyen agua, nutrientes, sedimentos y energía, desde las partes altas y medias hasta las partes bajas de la cuenca; este flujo promueve el intercambio entre organismos y ecosistemas y protege la diversidad genética del territorio (Postel y Richter, 2003). Asimismo, tiene diferentes roles en el ciclo del oxígeno y del carbono (Zimmermann-Timm, 2002), e influye en la composición de la flora y fauna de las cuencas (Nylsson y Renofalt, 2008).

Los servicios ambientales esenciales que provee el cauce son la provisión de agua potable para el consumo humano como actividades domésticas, uso agrícola e industrial, la purificación de aguas residuales, la mitigación de inundaciones, el mantenimiento de la fertilidad de los suelos; además brindan espacios para la recreación y generan beneficios económicos derivados de las actividades productivas como la pesca y el turismo (Nylsson y Renofalt, 2008; Postel y Richter, 2003; Postel, 2000; Revenga *et al.*, 2000).

A través del tiempo, la demanda por los recursos naturales ha ido aumentando debido al crecimiento poblacional, ante esta situación la condición original de la cuenca cambia de tal forma que, los servicios ambientales se modifican. Un ejemplo de esto es, la construcción inadecuada de presas, bordos, canales, acueductos y otros embalses artificiales sobre la red hídrica ocasionando una alteración sobre su dinámica (Nylsson *et al.*, 2005; Jansson *et al.*, 2000; Dynesius y Nylsson, 1994; Baxter, 1977). Asimismo, el propósito de las construcciones artificiales realizadas para mejorar las condiciones y modos de vida de la sociedad, son acciones que en determinado tiempo trae consecuencias perjudiciales para la cuenca sin ser previstas. Por su parte, las presas tienen como objetivo generar energía eléctrica y permiten controlar el flujo excesivo de agua que puede utilizarse para los cultivos y la ganadería. En ocasiones, la construcción de presas genera actividad pesquera, sin embargo, las especies cultivadas en estos cuerpos de agua son especies

exóticas invasoras que requieren de un manejo controlado ya que llegan a producir daños ecológicos.

El manejo de las especies exóticas invasoras debe estar relacionado con las actividades realizadas en cada zona funcional de la cuenca. La importancia de determinar las zonas funcionales de la cuenca hidrográfica, radica en facilitar el estudio de la interacción tierra, agua y aire, resumiendo el efecto de las actividades antrópicas generales en la parte alta, media y baja de la cuenca (Mora-Cordero y Chavarría, 2008). Asimismo, el enfoque de cuencas se aborda con mayor facilidad si se consideran los límites de las zonas funcionales.

Las zonas funcionales de la cuenca se determinan en a) el área de colecta o captación, donde la precipitación se concentra, infiltra y transforma en escurrimiento b) el área de almacenamiento hídrico, zona de transición o media donde la capacidad variará en relación a la cantidad y duración del agua dentro del sistema siendo un área de función mixta donde se puede almacenar o desalojar agua hacia abajo y c) la zona de descarga, de salida o de emisión hídrica de la cuenca, donde se concentra el escurrimiento en forma de ríos o arroyos (Garrido *et al.*, 2010). Por lo que, es indispensable aprovechar las especies exóticas invasoras bajo el enfoque de cuenca.

1.4 Enfoque de cuenca para el aprovechamiento productivo de peces exóticos invasores.

El enfoque de cuencas es el conjunto de actividades, funciones, organización, recursos, instrumentos de política y sistemas de participación aplicados a una cuenca (Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, 2017).

El enfoque de cuenca se utiliza para solucionar de forma integral y multidisciplinaria los problemas, daños, procesos o situaciones actuales que afectan la estructura (fauna, vegetación, suelo y agua), y función (redes tróficas, ciclos biogeoquímicos, regulación climática, flujos genéticos) de la cuenca, buscando conservar el equilibrio de la cuenca, el bien común de los actores involucrados y mejorar la calidad de vida de las personas que la habitan a través del manejo y la gestión (López *et al.*, 2013).

La microcuenca del Río Jalpan, ubicada dentro de la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda de Querétaro (RBSGQ), presenta una situación ambiental sobre la introducción de Lobina negra (*Micropterus salmoides*), Carpa común (*Cyprinus carpio*), y Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), peces exóticos invasores en la presa Jalpan. El embalse es el principal foco de introducción, sin embargo, en el cauce principal de la microcuenca se han registrado dichas especies. De acuerdo al enfoque de cuenca, se busca conservar la estructura y función de la misma, por lo que, la introducción de especies exóticas invasoras es una causa de la pérdida de biodiversidad en una cuenca. Esta situación modifica la fauna acuática nativa, uno de los elementos principales de la estructura de la cuenca y a su vez, altera la red trófica, los ciclos de vida de las especies nativas, y la dinámica poblacional de las mismas, los cuales son procesos de la función que se da en la cuenca.

La presencia de la Lobina negra, Carpa común y Tilapia del Nilo, no solo se relaciona con la afectación de la biodiversidad de la microcuenca, a su vez, los pescadores han apropiado el uso de estas especies como una forma de vida. Asimismo, en la región se implementan dos torneos de pesca, uno de Lobina negra, y otro de Carpa común, esta actividad es organizada por SECTUR, SAGARPA, CONAPESCA y el Municipio de Jalpan, la finalidad es atraer el turismo para incentivar los ingresos de la región y la actividad se ha transformado en una tradición. Sin embargo, a pesar de los beneficios económicos por la presencia de las especies exóticas invasoras, la pesca en la presa Jalpan no es redituable para los pescadores (González, com. Pers). Se han realizado estrategias de manejo como jaulas flotantes y una cooperativa de pesca, pero no han funcionado con éxito, a su vez, las reintroducciones anuales que realizan los organizadores del torneo de pesca tienen como objetivo aumentar la abundancia y el peso de las especies, por lo que, queda en duda la capacidad del embalse para abastecer los torneos y la pesca local (Colín, com. Pers; Olvera, com. Pers). Si a estos sucesos añadimos la contradicción de los instrumentos de política pública establecidos en la reserva y a nivel federal para el uso de especies invasoras, la situación deja de ser un problema puntual.

Por lo tanto, esta situación debe abordarse desde un enfoque de cuenca por tres razones; la primera, es la acción de introducir especies dentro de una reserva, siendo que uno de los objetivos centrales de la RBSGQ es la conservación de la biodiversidad. La segunda es potencializar el uso de especies exóticas invasoras de la región y la tercera, el inadecuado manejo de las especies para que sea redituable, lo cual requiere la participación de los actores involucrados.

Bajo este esquema, el manejo y control de las especies exóticas invasoras, se relaciona con la conservación de la biodiversidad. Asimismo, el potencial que los peces invasores tienen al darles un valor agregado, genera una oportunidad de ingreso adicional para los pescadores y personas interesadas en realizar curtido de piel de pescado y artesanías.

Dicha oportunidad, será una nueva forma de vida orientada a la conservación de especies nativas a través de las artesanías fomentando la importancia de contribuir con el manejo de peces invasores dentro de la reserva, y la ayuda económica de los que la elaboran. Asimismo, el aprovechamiento productivo de las especies requiere una colaboración participativa institucional, social y técnica que busque el bien común de los actores involucrados.

De acuerdo con la FAO (2007), algunos de los aspectos para llevar a cabo el enfoque de cuenca son 1) la gestión de los recursos naturales no puede tener éxito ni ser sostenible sin el apoyo y la participación de los usuarios de los recursos naturales; 2) los participantes deben tener capacidad de tomar decisiones y responsabilidad (empoderamiento); y 3) la promoción de la participación en el manejo de cuencas es un proceso de larga duración para el cual es necesario contar con los medios adecuados.

A su vez, manejar una cuenca adecuadamente contribuye a la reducción de vulnerabilidad ante los desastres de origen climático, debe favorecer el manejo sostenible de recursos naturales, fomentar el desarrollo rural y garantizar un nivel satisfactorio de seguridad alimentaria (Aguilar-Umaña, 2007). Dentro de los principios utilizados para el manejo de las cuencas están, las unidades de producción como unidades de intervención. Una cuenca bien manejada permite

desarrollar actividades como la pesca, el ecoturismo y la recreación, que aportan ingresos adicionales a la población local, generan empleo y mejoran la calidad de vida de los habitantes (Calvo-Domingo y Zeledón-Montero, 2012).

Por lo tanto, el aprovechamiento adecuado de las especies exóticas invasoras es uno de los indicadores para evaluar el estado de una cuenca, que favorece cuatro sectores, 1) el ambiental con el aumento de la biodiversidad, 2) el económico, productos con valor agregado y emprendimientos locales, 3) socio-culturales, mantenimiento de costumbres y tradiciones, y 4) político-institucional, participación conjunta entre instituciones y población y educación ambiental para la población (MAE y FAO. 2014).

De lo contrario, no manejar adecuadamente las especies exóticas invasoras en la microcuenca del Río Jalpan, conllevaría a disminuir las especies nativas del cauce, homogeneizando la fauna acuática, aumentando la turbidez del agua por efectos negativos del comportamiento de las especies. Lo cual perjudicaría la belleza escénica del lugar, disminuyendo la atracción turística y por tanto los ingresos adicionales económicos por el turismo. Asimismo, las actividades secundarias que aumentan el azolvamiento del cauce y la presa ocasionaran dos efectos contrastantes, el aumento de especies invasoras por las condiciones favorables del sistema al disminuir la corriente del caudal o bien, baja abundancia de especies nativas e invasoras por bajo nivel del caudal. Este último efecto conllevaría a la pérdida o disminución de ingresos adicionales locales.

Sin embargo, el entendimiento del enfoque de cuenca para el manejo de invasiones biológicas debe reforzarse bajo lineamientos normativos que involucren entre sus instrumentos un manejo integral basado en el enfoque de cuencas.

1.5 Marco legal para el manejo de invasiones biológicas

Como principal objetivo para que exista una coherencia entre los lineamientos legales es necesario lograr acuerdos sobre terminología, distinciones y relaciones entre los distintos conceptos que se utilizan en el desarrollo de los actos y procedimientos administrativos (Ortiz-Monasterio, 2014).

A nivel internacional se cuentan con los siguientes tratados:

1. Convenio sobre la Diversidad Biológica
2. Convención de RAMSAR sobre los Humedales
3. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)
4. Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar
5. Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques
6. Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad
7. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria
8. Organización Marítima Internacional
9. TLCAN/CCA Comisión sobre Cooperación Ambiental de América del Norte

Entre los acuerdos voluntarios se encuentra:

1. FAO Código de conducta para la Pesca Responsable
2. OMC, Acuerdo sobre la aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias

A nivel nacional la legislación relacionada con las especies exóticas invasoras cuenta con leyes (Cuadro 3), asimismo se tienen:

Reglamentos

1. Reglamento de la LGEEPA
2. Reglamento de la LFSA
3. Reglamento de la Ley de Pesca

Normas

1. Normas de Sanidad Vegetal y Animal
2. Normas de Protección Ambiental
3. Normas Sanitarias Pesqueras
4. Normas de Salud

Instrumentos de política ambiental

1. Carta Nacional Pesquera

Las entidades y dependencias del gobierno federal relacionadas a la gestión de EEI son:

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)

Organismos desconcentrados de la SAGARPA

1. Coordinación General de Ganadería, Subsecretaría de Agricultura y Subsecretaría de Desarrollo Rural (algunas unidades administrativas cuentan con atribuciones relacionadas con introducciones).
2. SENASICA: Principal institución mexicana de orden sanitario, protegiendo los recursos agrícolas, acuícolas y pecuarios de plagas y enfermedades de importancia cuarentenaria y económica.
3. SINASICA: Tiene el objetivo de obtener, conjuntar, analizar y dar a conocer de manera ordenada a la Comisión Intersecretarial de Desarrollo Rural Sustentable la información sobre sanidad vegetal, salud animal, inocuidad y calidad integral de los productos y subproductos agropecuarios acuícolas y pesqueros destinados a ser alimentados.
4. CONAPESCA: Regulación directa pesquera y acuícola, promoción y vigilancia de las especies que se permite cultivar.
5. INAPESCA: Elabora las cartas nacionales pesquera y acuícola.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Organismos desconcentrados de la SEMARNAT

1. DGVS, DGGFS Y DGIRA: atribuciones de gestión y manejo de información
2. INECC: Contribuciones en erradicación de EEI y cambio climático
3. CONANP: Proyectos de prevención, control y erradicación en áreas naturales protegidas.
4. PROFEPA: Inspección y vigilancia (enfoque de procuración ambiental no preventivo)
5. CONABIO: Brinda información para la toma de decisiones sobre EEI a los distintos usuarios y mantiene actualizado el Sistema Nacional de información de Especies invasoras.

Cuadro 3. Marco legal para las especies exóticas invasoras.

Leyes	Relación EEI acuáticas	Autoridades competentes	Vacíos o conflictos	Relación con cuenca
<p>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)</p>	<p>Artículo 47 bis; II b) Realizar actividades de investigación científica, educación ambiental y de turismo de bajo impacto ambiental, así como, en su caso, pesca artesanal con artes de bajo impacto ambiental; así como la infraestructura de apoyo que se requiera, utilizando ecotécnicas y materiales tradicionales de construcción propios de la región, aprovechamiento de los recursos naturales para la satisfacción de las necesidades económicas básicas y de autoconsumo de los pobladores, utilizando métodos tradicionales enfocados a la sustentabilidad, conforme lo previsto en las disposiciones legales y reglamentarias aplicables</p> <p>Artículo 94.- La exploración, explotación, aprovechamiento y administración de los recursos acuáticos vivos y no vivos, se sujetará a lo que establecen esta Ley, la Ley de Pesca, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones aplicables.</p>	<p>SEMARNAT DGIRA CONANP DGVS</p>	<p>Suele criticarse su aplicación en cuanto a la prevención de impactos y riesgos. Dentro de ANP, sólo para subzonas de recuperación, señala el uso preferente de especies nativas o especies compatibles con los ecosistemas originales.</p>	<p>Artículo 36; I.- Establecer los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas, en aprovechamiento de recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en la producción, uso y destino de bienes, en insumos y en procesos.</p> <p>Artículo 53; Las áreas de protección de recursos naturales, son aquellas destinadas a la preservación y protección del suelo, las cuencas hidrográficas, las aguas y en general los recursos naturales localizados en terrenos forestales de aptitud preferentemente forestal.</p> <p>Artículo 117; II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo</p>

	Relación EEI acuáticas	Autoridades competentes	Vacíos o conflictos	Relación con cuenca
Ley Federal de Sanidad Animal	No hay relación	SENASICA DGSA	Sus disposiciones aplican para todas las especies animales en el territorio nacional, pero algunas de las medidas que prevé pueden no ser adecuadas para la fauna silvestre ya, que se elaboró pensando en ganado.	No hay relación
Ley General de Vida Silvestre	<p>Artículo 1. El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por la ley forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.</p> <p>Artículo 3; VI, Define la caza deportiva: La actividad que consiste en la búsqueda, persecución o acecho, para dar muerte a través de medios permitidos a un ejemplar de fauna silvestre cuyo aprovechamiento haya sido autorizado, con el propósito de obtener una pieza o trofeo.</p>	SEMARNAT DGVS	<p>Sería conveniente que esta ley relacionara explícitamente los distintos conceptos que incluye vinculados con EEI.</p> <p>Tanto en ella como en su reglamento podrían fortalecerse la prevención, la detección temprana, la respuesta rápida y los mecanismos de control y erradicación.</p>	No hay relación

Leyes	Relación EEI acuáticas	Autoridades competentes	Vacíos o conflictos	Relación con cuenca
<p>Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables</p>	<p>Artículo 2; I. Establecer y definir los principios para ordenar, fomentar y regular el manejo integral y el aprovechamiento sustentable de la pesca y la acuicultura, considerando los aspectos sociales, tecnológicos, productivos, biológicos y ambientales. II. Promover el mejoramiento de la calidad de vida de los pescadores y acuicultores del país a través de los programas que se instrumenten para el sector pesquero y acuícola.</p>	<p>SAGARPA CONAPESCA INAPESCA</p>	<p>Se aplica sin considerar la LGVS, que también es aplicable sobre especies cuyo medio de vida total sea el agua (aunque no estén en riesgo) para lograr la conservación o la sustentabilidad.</p>	<p>Artículo 101. La Comisión Nacional del Agua, en coordinación con la Secretaría, otorgará facilidades para el desarrollo de la acuicultura y el otorgamiento de las concesiones de agua necesarias; asimismo apoyará, a solicitud de los interesados, el aprovechamiento acuícola en la infraestructura hidráulica federal, que sea compatible con su explotación, uso o aprovechamiento, con la participación que corresponda a los Organismos de Cuenca.</p> <p>Artículo 17; I. El Estado Mexicano reconoce que la pesca y la acuicultura son actividades que fortalecen la soberanía alimentaria y territorial de la nación, que son asuntos de seguridad nacional y son prioridad para la planeación nacional del desarrollo y la gestión integral de los recursos pesqueros y acuícolas.</p> <p>Artículo 8; XV. Fomentar y promover las actividades pesqueras y acuícolas y el desarrollo integral de quienes participan en dichas actividades.</p> <p>Artículo 13. XV; g) Participar con las dependencias competentes de la Administración Pública Federal, en la elaboración de normas oficiales y planes de manejo relativos al aprovechamiento integral y sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas.</p>

Cuadro modificado de Ortiz-Monasterio, 2014.

Otras dependencias

1. SCT: Regula el comercio mercante, el cual es una actividad que afecta por aguas de lastre.
2. Secretaría de la Defensa Nacional: apoya en campo al SENASICA y a la PROFEPA en algunos operativos.
3. Secretaría de Marina: Refuerza en campo al SENASICA y a la PROFEPA, además apoya actividades distintas de inspección y vigilancia.

Bajo la legislación antes mencionada, y debido a que la microcuenca del Río Jalpan forma parte de la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda de Querétaro (RBSGQ), el manejo de especies exóticas invasoras de peces se relaciona con algunos instrumentos que coadyuvan a promover la alternativa de manejo planteada en este proyecto y a su vez, dicha alternativa se asocia con las siguientes necesidades estipuladas en el Programa de Manejo de la RBSGQ.

1. Promover el desarrollo de estudios sobre microcuencas y sus posibles usos y manejo.
2. Promover talleres de capacitación para el manejo, uso y procesamiento de los recursos naturales y sus productos.
3. En las zonas núcleo de la Reserva no se permite la introducción de especies silvestres vivas, exóticas a la Reserva, así como aquellas domésticas cuyos fines sean las de un manejo extensivo
4. Promover conocimientos para el manejo de peces en el ámbito casero, ya que existe cierto interés de la población en utilizar jagüeyes o estanques para cultivos de autoconsumo.
5. Definición y establecimiento de microindustrias que den valor agregado a materias primas.
6. Impulsar la tradición artesanal a través de maestros artesanos.

CAPÍTULO 2. ESTRATEGIAS DE CONTROL Y MANEJO DE EEI

En la región central de México conformada por los estados de Jalisco, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato y Querétaro, así como en la Cuenca del Balsas, se han registrado 25 especies de peces exóticos (Cuadro 4) (Contreras-MacBeath *et al.*, 2014).

Cuadro 4. Especies de peces exóticos registrados en la región central de México.

Familia	Especie	Nombre común	Origen	Causa
Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha arcoíris	Norte de México	Pesca deportiva
Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i>	Lobina negra	Norte de México	Pesca deportiva
	<i>Lepomis macrochirus</i>	Mojarra oreja azul	Norte de México	Pesca deportiva
Cichlidae	<i>Herichthys cyanoguttatus</i>	Mojarra del norte	Norte de México	Accidental
	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Tilapia del mozambique	África	Acuicultura y pesca
	<i>Oreochromis aureus</i>	Tilapia azul	África	Acuicultura y pesca
	<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia del nilo	África	Acuicultura y pesca
	<i>Tilapia rendalli</i>	Mojarra pecho rojo	África	Acuicultura
	<i>Tilapia zillii</i>	Tilapia africana	África	Acuicultura
	<i>Andinoacara rivulatus</i>	Pez terror verde	Sudamérica	Ornato
	<i>Thorichthys ellioti</i>	Ciclido ellioti	Golfo de México	Ornato
Cyprinidae	<i>Amatitlania nigrofasciata</i>	Mojarra convicto	Centroamérica	Ornato
	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa común	Asia	Acuicultura y pesca
	<i>Carassius auratus</i>	Carpa dorada	Asia	Ornato y pesca
Poeciliidae	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Carpa herbívora	Asia	Acuicultura y pesca
	<i>Poeciliopsis gracilis</i>	Guppy silvestre	Golfo de México	Accidental
	<i>Heterandria bimaculata</i>	Guatopote manchado	Golfo de México	Accidental

	<i>Gambusia affinis</i>	Pez mosquito	Norte de México	Control de vectores
	<i>Xiphophorus hellerii</i>	Cola de espada	Golfo de México	Ornato
	<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy	Antillas	Ornato
	<i>Xiphophorus variatus</i>	Platy variado	Golfo de México	Ornato
Loricariidae	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Pleco rayado	Sudamérica	Ornato
	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Pleco del amazonas	Sudamérica	Ornato
Ictaluridae	<i>Ictalurus punctatus</i>	Bagre de canal	Norte de México	Acuicultura y pesca
Clupeidae	<i>Dorosoma sp</i>		Golfo de México	Forrajera

Fuente: Modificado de Contreras-MacBeath *et al.*, 2014

Las especies exóticas invasoras pueden llegar a afectar a la diversidad biológica a distintos niveles de organización de una microcuena (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2013), (Figura 6).

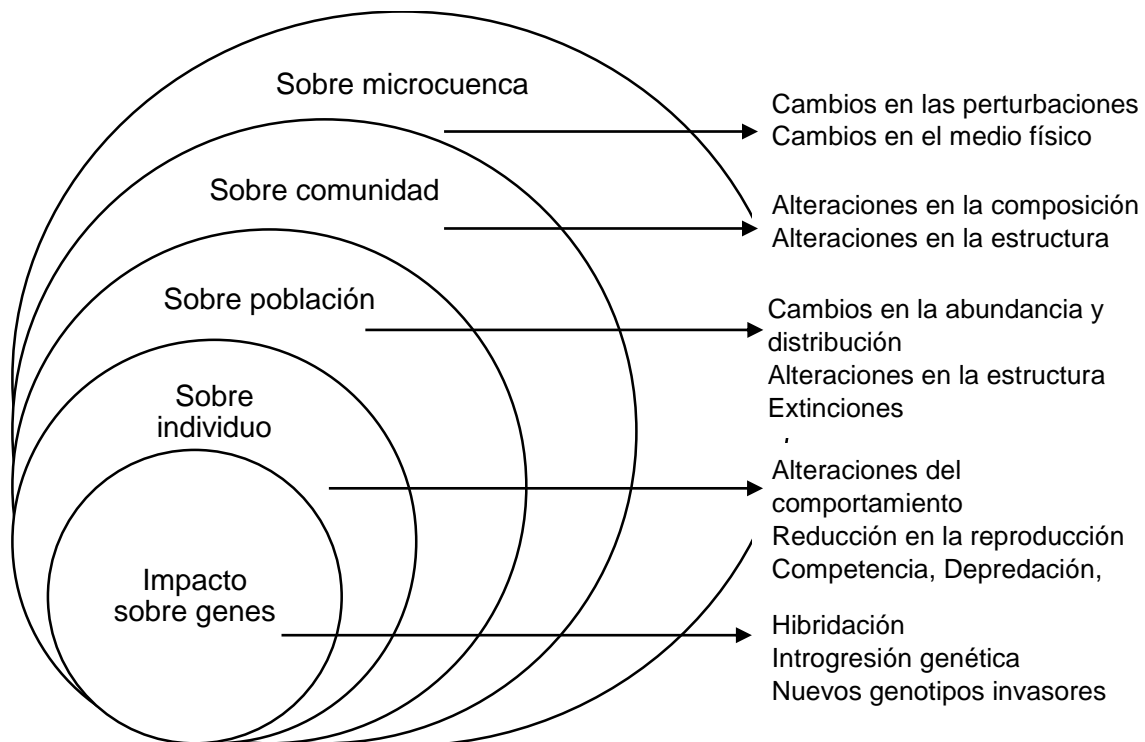


Figura 6. Impactos ecológicos generados por la introducción de especies invasoras.

La introducción de EEI se encuentra entre los impactos más importantes que afectan la biodiversidad, biogeoquímica y usos económicos de los sistemas fluviales (Strayer, 2010). Una de las principales causas de la presencia de peces invasores es el intenso comercio global relacionado con las actividades deportivas, acuicultura, propósitos de control biológico y uso ornamental (Chang *et al.*, 2009).

En la cuenca del lago de Pátzcuaro se han registrado cuatro especies de peces introducidas, la carpa común, Lobina negra, carpa herbívora y la mojarra. El principal problema es la acción de introducir los peces sin prever las posibles interacciones negativas con las especies nativas. La actividad pesquera realizada en esta cuenca se ha enfrentado a varios conflictos socioeconómicos, competencia entre grupos de pescadores y la insuficiente regulación gubernamental de la pesca. Hasta el momento se han realizado medidas de manejo como la disminución del sembrado de especies, regulación de las épocas de veda, los saberes locales sobre la cadena trófica y las relaciones entre peces, así como el conocimiento sobre la relación con otros fenómenos físicos. Ante este problema se ha sugerido reflexionar sobre la necesidad de políticas públicas con enfoque de cuenca para lograr erradicar el deterioro de la cuenca y que la toma de decisiones sea de manera participativa (Vargas y Guzmán-Ramírez, 2009). Este estudio, sirve como base para el presente proyecto de los aspectos que se deben considerar para establecer una alternativa de manejo como los aspectos sociales (pescadores y dependencias gubernamentales) físicos (condiciones de la cuenca) y biológicos (impactos de las especies), sin embargo, dicho estudio solo sugiere que se tome en consideración el análisis basado con el enfoque de cuencas y las soluciones que propone para disminuir la abundancia de especies invasoras son centralizadas en el sector ambiental.

Amador-del Ángel y Wakida-Kusunoki en el 2014, realizaron un análisis sobre los Peces invasores en el sureste de México en los estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. En este estudio se reportaron 13 especies de peces invasores, *Oreochromis niloticus niloticus*, *Oreochromis aureus*, *Oreochromis mossambicus*, *Tilapia rendalli*, *Parachromis managuensis*, *Parachromis motaguensis*, *Cyprinus carpio*, *Cyprinus carpio var. specularis*, *Ctenopharyngodon*

idella, *Pterygoplichthys pardalis*, *Pterygoplichthys disjunctivus*, *Sciaenops ocellatus*, y *Pterois volitans*. La introducción de estas especies se realizó con fines de acuicultura (10 especies) y repoblamiento para el desarrollo de pesquerías en la cuenca Grijalva-Usumacinta promovida por programas de gobierno. Tres especies se introdujeron accidentalmente con fines ornamentales y una especie fue introducida para control biológico. Se analizaron algunos de los efectos negativos que las especies invasoras ocasionan como; *Cyprinus carpio*, que remueve el lodo y aumenta la turbidez y suspensión de sólidos disueltos. *Pterygoplichthys pardalis*, y *Pterygoplichthys disjunctivus* al anidar cavan madrigueras en las riberas lo que conlleva al aumento de la erosión. Por otro lado, en el ámbito social y económico, especies como carpas, tilapias y plecos han afectado pesquerías importantes provocando daños en los equipos de pesca y ocasionando desempleo. Ambos autores reportan que hay cuatro vías para el manejo de las especies invasoras, que son la erradicación, la contención, el control y la mitigación; asimismo proponen que la propuesta de cada una de las vías de manejo deben llevarse a cabo paralelamente con opciones viables para asegurar los ingresos de las poblaciones que viven de este recurso, con académicos e instituciones gubernamentales.

El estudio anterior, sirve para fomentar un análisis previo de los posibles impactos negativos que pueden llegar a generar las especies invasoras, si bien, las especies se introdujeron con la finalidad de promover actividades productivas, no se consideró la importancia que las especies pueden llegar a generar para la población una vez establecidas. Por lo tanto, este estudio sirve como antecedente al considerar el enfoque de cuencas para este proyecto, visualizar no solo los impactos negativos de la especie, sino también la importancia que representa para la comunidad el mantener a las especies invasoras y considerar la educación ambiental previa para no reintroducir especies sin tener conocimiento de las consecuencias.

Por otro lado, García-Berthou *et al.*, 2015 realizaron un estudio sobre el impacto que causan los peces exóticos introducidos en los ecosistemas acuáticos continentales de la península Ibérica. Este estudio, muestra cómo los peces exóticos causan impactos en todos los niveles de organización del ecosistema, desde los más bajos

(hibridación entre especies o alteración del flujo genético entre poblaciones) hasta los más altos (modificación de la diversidad). Estos autores muestran cómo algunas especies basan su éxito en los drásticos cambios de dieta que sufren a lo largo de su desarrollo ontogenético y en su gran plasticidad trófica, que les permite minimizar la competencia con las especies nativas. Tal es el caso de la Lobina negra (*Micropterus salmoides*), una de las peores especies invasoras a nivel mundial que el hombre ha favorecido para su uso en la pesca deportiva. Este estudio sirve como base para ejemplificar que aunque los impactos negativos no sean visibles a una escala mayor, no significa que no lleguen a ocasionar daños específicos a otras especies. Si bien, el estudio está basado en cuestiones biológicas, estos argumentos son los principales que deben contemplarse para un manejo integral de las especies exóticas invasoras.

En países como Argentina, se realizó un estudio por Sanguinetti *et al.* (2014), sobre el manejo de especies invasoras en el cual se exponen varios casos de las diferentes vías posibles como la prevención, detección temprana, erradicación, control, exclusión y la “no acción”. En este estudio durante el 2003 se realizó una evaluación del estado de la Laguna Blanca y se cuantificó el impacto de los peces invasores. En 2005 iniciaron un programa para reducir la abundancia de esas especies y mejorar la calidad de vida de los pobladores aledaños, mediante la implementación de una pesquería artesanal y de capacitación a un grupo de interesados para llevarla a cabo. En 2007 se implementó un programa de aprovechamiento integral de *Percichthys trucha*, el cual consistía en realizar pesca artesanal, procesar los peces y seguir con la capacitación a pobladores. A partir del 2008 se realizaron monitoreos a las condiciones limnológicas de la laguna y el estado de la población de peces invasores y en el 2012 se implementó un sistema adicional de dos pescas intensivas anuales con el objetivo de incrementar la presión total de pesca. Después de siete años de manejo, la estructura de la población de peces se ha modificado y la abundancia total ha disminuido significativamente. Estos resultados se lograron mediante una línea interdisciplinaria de gestión-investigación que involucró a la comunidad en la generación de información y en el manejo.

Este estudio es un ejemplo claro de manejo y gestión de especies exóticas invasoras, ya que no basta solo con proponer una estrategia, sino que además de llevarla a cabo se debe seguir con el monitoreo y vigilancia permanentes para una mejor efectividad de la estrategia, así como la participación conjunta de diferentes actores clave para su ejecución. El enfoque de cuencas del presente proyecto sirve como base para que las propuestas beneficien a más sectores que componen la funcionalidad de una microcuenca.

Con base a lo anterior, el manejo y gestión de peces exóticos invasores va más allá de una solución ecológica a nivel poblacional y de comunidad, debido a la relación que los pobladores y en especial los pescadores tienen sobre los peces, ya que son vistos como especies comerciales y la pesca es el oficio que han realizado desde jóvenes. Por lo que, proponer nuevas formas de aprovechamiento debe abordarse desde las costumbres de cada persona vinculando su participación con el beneficio o colaboración que significa para la conservación de la microcuenca (CONABIO, 2009).

Asimismo, los argumentos de los estudios anteriores son ejemplos de cómo el manejo de peces exóticos invasores es visto como una solución ecológica y social, sin embargo, los daños por la presencia de estas especies que ocasionan al nuevo ecosistema invadido, es la base para fomentar acciones de control (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010). La introducción de peces exóticos vista desde una problemática ecológica y social permitirá en el presente proyecto un análisis sobre los logros que ya se han realizado en los diferentes casos de estudio, lo cual permitirá aumentar la probabilidad de éxito para cumplir con el objetivo general basado en el fomento de un manejo integral de peces exóticos invasores. Dicho análisis será reforzado con el enfoque de cuencas el cual servirá como meta común para enriquecer la alternativa de manejo vista además desde un enfoque político-institucional y participativo (Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, 2017).

2.1 Manejo productivo de peces invasores como herramienta de control

El manejo de las pesquerías de los sistemas fluviales representa un desafío, ya que no solo involucra al pescador y a su captura sino que también incluye a la variedad de actores relacionados y a las diversas externalidades que actúan a distintas escalas espaciales y temporales que pueden comprometer su sostenibilidad. De acuerdo con Baigún (2013), en un estudio realizado en Paraná estableció cuatro ejes principales para el manejo de peces de forma sostenible, el primer eje pone énfasis en los procesos hidrológicos y geomorfológicos que tienen lugar en la cuenca como fuente de la dinámica de cambios que exhibe el paisaje fluvial. El segundo eje se basa en preservar la integridad ecológica, dado que un cauce en mal estado de conservación y funcionamiento, así como una cuenca deteriorada, no pueden mantener pesquerías saludables en el largo plazo. Un tercer eje consolida la importancia de las características de vida de las especies como un aspecto decisivo que define los umbrales de uso y aprovechamiento de los recursos. El cuarto eje considera aquellos aspectos vinculados al uso de los recursos a partir de las estrategias y medidas que se apliquen, condicionadas a su vez por el contexto cultural, social, económico, institucional y político (Cuadro 5). Asimismo, en ese estudio se plantea que la participación de los actores principales debe ser implícita en la estrategia de manejo, entendiendo que un actor, es toda persona o grupo que está involucrado o se ve afectado positiva o negativamente por una cierta actividad que involucra el uso o manejo de los recursos (Cuadro 6).

Cuadro 5. Ejes principales para el manejo de peces.

<p>Variabilidad natural del cauce</p> <p>Régimen hidrológico Transporte de sólidos disueltos Transporte de sólidos suspendidos</p>	<p>Aspectos bionómicos</p> <p>Características biológicas Características ecológicas</p>
<p>Integridad ecológica y uso de la cuenca</p> <p>Biodiversidad Disponibilidad del hábitat Manejo de suelo y agua</p>	<p>Uso de los recursos</p> <p>Medidas de gestión Enfoques de manejo Contexto socioeconómico, institucional y político</p>

Cuadro 6. Participación de los grupos de actores para el manejo de peces.

Proceso	Gobierno	Organizaciones intermedias	Pescadores
Definición de políticas pesqueras	X		
Implementación del marco legal	X		
Formulación de planes de manejo	X	X	X
Monitoreo	X	X	X
Evaluación	X	X	X
Cumplimiento	X		X

Fuente: Baigún, 2013

Este estudio permite visualizar la relación existente entre diferentes componentes como el físico, biológico, económico, social y político-institucional que abarca una propuesta de manejo de peces, lo cual es un paso fundamental para el presente proyecto que se está desarrollando. Sin embargo, en el estudio de Baigún (2013), los cuatro ejes para el manejo de peces está centrado solo en la pesquería, por lo que, el enfoque de cuencas permitirá que los beneficios derivados del manejo adecuado de peces, coadyuve a otras actividades que se realicen en la microcuenca.

Dicha colaboración se basa en el valor agregado del pescado, con la finalidad de aprovechar cada parte de la especie retribuyendo un beneficio a la microcuenca para el mantenimiento de su funcionalidad.

Bajo este criterio, en otros países como Perú, Chile y Finlandia se ha realizado una propuesta sobre el valor agregado del pescado como una estrategia para mejorar la economía del pescador, y como fuente de trabajo para los participantes en la comunidad. En Perú en el año 2000, un empresario llamado Gustavo Baca luego de varios años dedicado a la pesca de altura, comienza su interés por obtener mayor beneficio de la captura. A finales de ese año, inicio el desarrollo y transformación de diversas especies marinas y sus desechos, obteniendo un valor agregado para

crear nuevos productos. La experiencia que ha desarrollado se enfoca en la industria farmacéutica con el cartílago de tiburón, el cuero de pescado y cuero de calamar gigante. En el 2012, después de haber utilizado la piel de pescado para diferentes industrias como calzado, marroquinería, accesorios y prendas de vestir, surge su idea de aplicar ese material en joyería fina, combinándolo con diferentes elementos como vidrio, cerámica, acero, plata y madera para crear "Fish-Art". En la actualidad este empresario se dedica a brindar asesoría a empresas y organizaciones en temas de desarrollo y transformación de productos elaborados a base de especies marinas y acuícolas como la tilapia y otras especies continentales. Gustavo Baca, comenta que las pieles transformadas a cuero dan lugar a una materia prima resistente y muy versátil lo que favorece en la manufactura de artículos de múltiples usos, incluso para la decoración y aplicación en muebles de madera y metal. La experiencia que este empresario ha tenido a lo largo de los años, establece que la piel de tilapia es pequeña ya que aproximadamente es una especie que pesa alrededor de 700 gramos, sin embargo, se pueden sacar dos piezas de cuero de pescado. Por otro lado, en Quintero, Chile en el 2008, un grupo de mujeres inicio el curtido de piel de pescado. La materia prima la obtienen de los embarcaderos de la localidad, las especies que utilizan son, corvina, salmón y tiburón. Los principales productos que realizan son, monederos, billeteras, portavasos, entre otros.

En el 2010 se inició un proyecto sobre el curtido y procesamiento de la piel de pescado, en Finlandia. Al evento asistieron 37 personas, de ellas 30 mujeres, y atrajo el interés por parte de los medios locales y regionales, con un artículo publicado en el periódico local y una entrevista emitida por radio. Gracias a este proyecto se formaron 15 personas y se creó un manual para enseñar a los pescadores a manipular la piel de pescado para conservar la calidad necesaria y ser usada como materia prima del cuero. Asimismo abrió una nueva área de negocios en el sector de la artesanía, lo cual favoreció una oferta de empleo y nuevas oportunidades comerciales. Además, se logró concientizar en torno a los productos a base de piel de pescado y sus múltiples aplicaciones se espera que garantice el éxito de este nuevo sector. El proyecto ha servido para demostrar que

los pescadores pueden generar algunos ingresos extra gracias a la utilización de lo que hasta entonces era un subproducto, pero también ha beneficiado a los artesanos locales, que ahora tienen la posibilidad de trabajar y sacar partido de una nueva materia prima, el cuero de piel de pescado.

En el 2012 un grupo de nueve mujeres en la comunidad de Pichilemu, Chile participaron en un curso de curtido de pescado a través de un programa llamado Jefas de Hogar. Las principales artesanías que realizan son, monederos, llaveros y carteras. Esta actividad ha sido de gran ayuda económica ya que pueden colaborar a los gastos del hogar y brindarles apoyo a la educación de sus hijos. Uno de los principales intereses que este grupo de mujeres tiene, es el cuidado del medio ambiente por lo que utilizan sustancias biodegradables.

Otros subproductos derivados del pescado (Figura 7) que se han documentado de acuerdo con Ayala-Pérez *et al.*, (2015) son: La harina de pescado sirve como complemento de proteína de alimentos forrajeros para aves, cerdos, vacas y borregos. La harina contiene de 65 a 70% de proteínas, posee aminoácidos esenciales como la lisina, la metionina, cistina y cisteína. Contiene complejo B y vitamina D y es rica en minerales como calcio, fósforo, hierro y selenio. La harina de pescado es una buena alternativa como abono orgánico ya que contiene valores altos de nitrógeno (7.74%) y de cenizas (34.7%). Los ensilados son productos proteicos de valor biológico alto, empleado para la alimentación animal. Los biofertilizantes hechos a base de pescado se realizan con el fin de sustituir parcial o totalmente la fertilización sintética, así como disminuir la contaminación generada por los agroquímicos.

El aceite de pescado, producto de alto valor nutricional por su contenido de ácidos grasos omega-3, eicosapentaenoico (C20:5, EPA), docosapentaenoico (C22:5, DPA) y docosahexaenoico (C22:6, DHA). Estos ácidos (EPA y DHA) son altamente valorados por sus propiedades profilácticas y terapéuticas (Valenzuela *et al.*, 2012).

Los proyectos antes mencionados forman una parte fundamental en el presente estudio, ya que la experiencia de alternativas productivas que se han realizado sirve como base para la viabilidad de lo propuesto en la microcuenca del Río Jalpan. Uno

de los puntos débiles de estos proyectos ya ejecutables, es la visión sectorial económica sobre el curtido de piel de pescado, por lo tanto, el enfoque de cuencas servirá como eje para que lo propuesto se visualice de una manera multisectorial que contemple además de generar más oportunidades de incentivos económicos, las costumbres tradicionales y la importancia de colaborar en la conservación de los recursos naturales nativos de la microcuenca.

Bajo este esquema, en este proyecto se busca que la alternativa contemple el valor agregado del pescado sin dejar a un lado los intereses propios de los actores claves y la funcionalidad de la microcuenca. Una limitante para el presente proyecto, es la falta de información de los actores clave sobre que es el enfoque de cuencas y cómo cada actividad que se realiza en la parte alta de la cuenca se relaciona con la parte media y baja de la misma. Otro factor limitante son las políticas públicas establecidas, ya que existe una contradicción entre la NOM-060-SAG-2014 y el Programa de Manejo de la RBSG, por lo que mantener un manejo adecuado de peces sin la evaluación y/o modificación de dichas políticas es un problema, ya que cualquier introducción de peces invasores se justifica con la norma, mientras que el Programa de Manejo estipula no introducir dichas especies. Por lo que, es importante caracterizar la microcuenca de estudio para poder exponer de forma esquemática la funcionalidad y beneficios que conllevaría el adecuado manejo de peces y reducir dichos factores limitantes. La reducción de los factores limitantes permitirá lograr el objetivo principal que es fomentar el aprovechamiento de peces exóticos invasores de forma integral consolidando la participación social y ambiental bajo la argumentación del enfoque de cuencas.

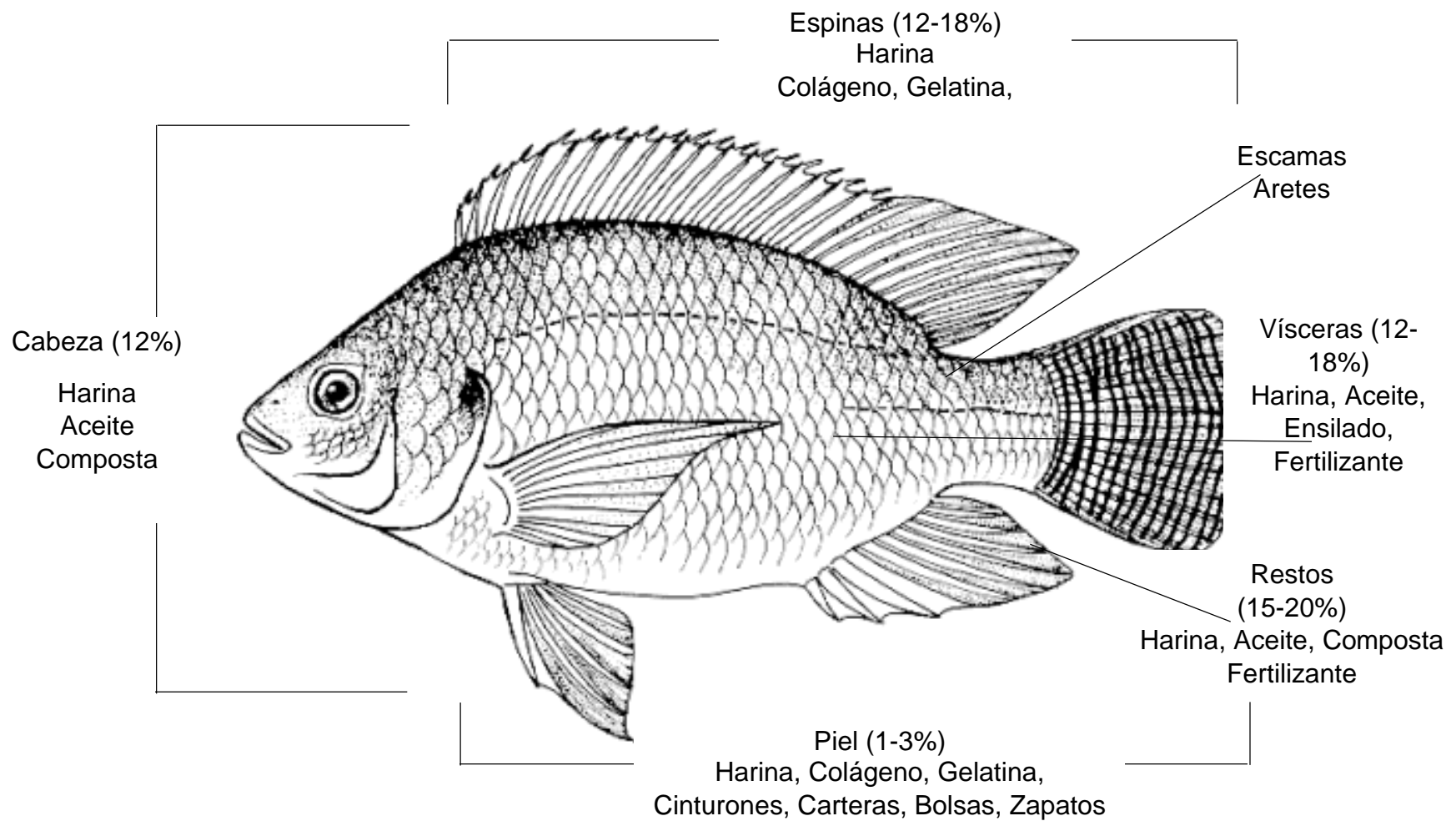


Figura 7. Subproductos derivados del pescado. Modificado de Ferreira, 2017.

CAPÍTULO 3. MICROCUENCA DEL RÍO JALPAN

La delimitación de la microcuenca (Figura 8) se realizó con las cartas topográficas de las curvas de nivel y la red de drenaje del INEGI a una escala de 1: 50,000. Los pasos que se siguieron para la delimitación fueron los siguientes: A) se identificó la red de drenaje y se realizó el primer esbozo de su posible delimitación, partiendo de la desembocadura del cauce de Jalpan hacia el Río Santa María, siendo el cauce Jalpan el punto de salida de la microcuenca. B) Se identificaron los puntos de mayor nivel topográfico y se fue delimitando la microcuenca sin cortar ningún cauce. C) La delimitación y al marcar la línea divisora en el aumento de la altitud se delineó de forma convexa a la curva de nivel, mientras que al descender de altitud se delineó la curva de forma cóncava.

Posteriormente, las zonas funcionales (Figura 8) se determinaron bajo los criterios de Garrido *et al*, (2009) y Valdés-Carrera y Hernández-Guerrero s/f. Se realizó un Modelo Digital de Elevación (MDE), con una resolución de 10 metros, a partir del mapa de curvas de nivel escala 1:50,000 generadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Se realizó la curva hipsométrica con el objetivo de tener una primera aproximación sobre los tres rangos de altitud correspondientes a la zona alta, media y baja. Se modificó los límites de las zonas con base en el análisis e interpretación de las curvas de nivel, la red hidrográfica proporcionada por INEGI a una escala de 1:50, 000, y la geoforma de la microcuenca. El software utilizado para la delimitación de la microcuenca y las zonas funcionales fue ArcMap, versión 10.3.

La microcuenca del Río Jalpan se localiza dentro de la subcuenca Tampaón-Santa María-La Laja, ubicada en la cuenca Río Tamuín dentro de la región hidrológica del Pánuco. Tiene una superficie de 561.28 km² y presenta elevaciones que van desde los 500 msnm hasta los 3100 msnm. La superficie de la zona alta de la microcuenca es de 133.13 km² que representa el 23.7% de la superficie total. La zona media cuenta con 356.65 km² siendo el 63.5% de la superficie total, mientras que la zona baja tiene 66.71 km² la cual representa el 11.8% de la superficie total. La microcuenca, presenta una topografía accidentada ya que hay muchas elevaciones

o cumbres montañosas que forman parte del paisaje de la Sierra Gorda. Su relieve varía desde zonas accidentadas de montaña, zonas semiplanas y pequeños valles, estas condiciones permiten tener un rango amplio de climas como, templado subhúmedo, templado húmedo, y cálido subhúmedo.

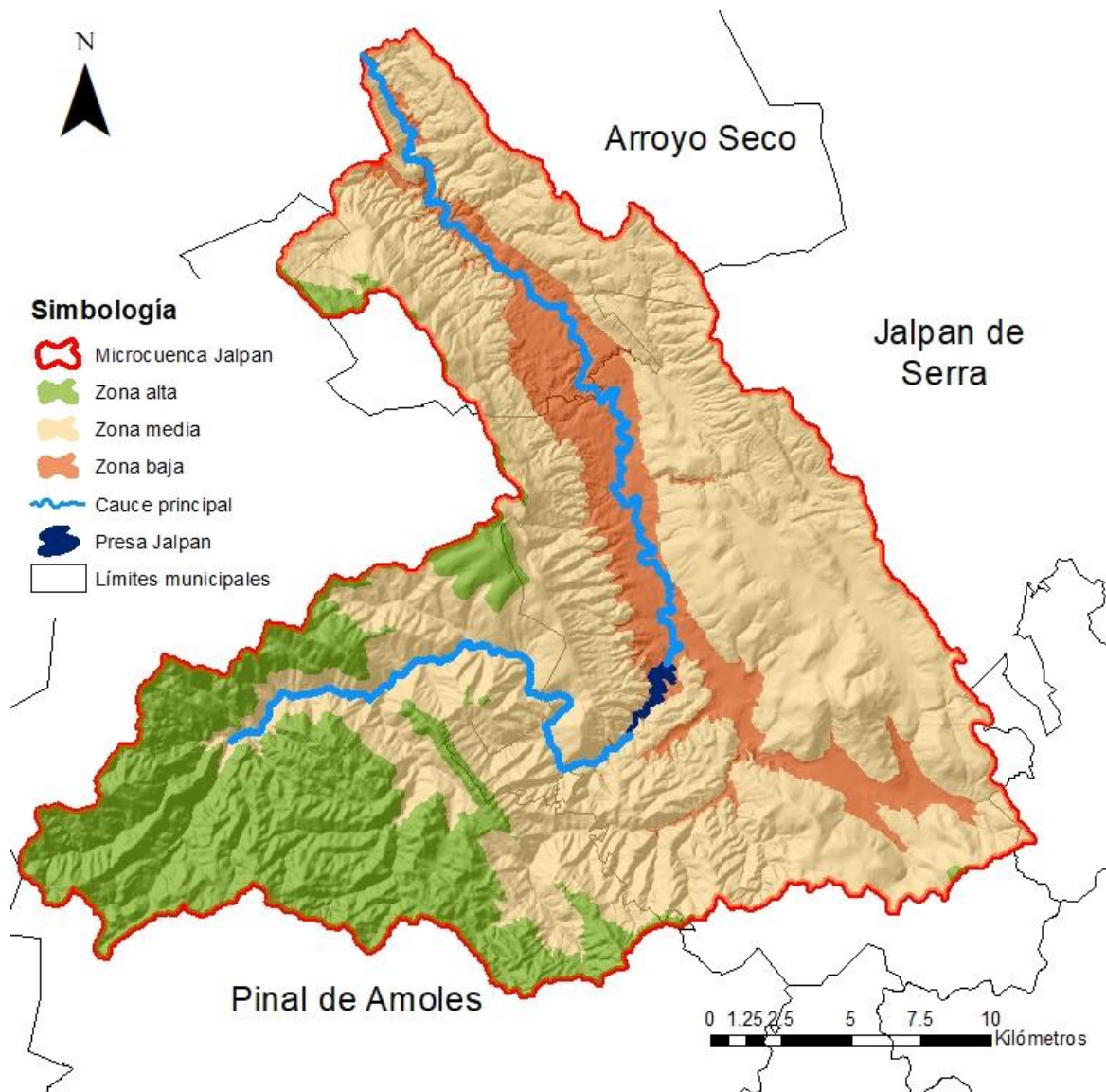


Figura 8. Zonas funcionales de la microcuenca del Río Jalpan.

Dentro de la microcuenca se localizan cinco municipios, siendo Pinal de Amoles (202.26 km²), Arroyo Seco (92.88 km²) y Jalpan de Serra (265.19 km²) los de mayor

superficie, mientras que Peñamiller y Landa de Matamoros abarcan 1 km² entre ambos, por lo que no se aprecia en la figura 8.

3.1 Uso de suelo y vegetación en la microcuenca

La microcuenca del Río Jalpan cuenta con 20 diferentes usos de suelo y vegetación, siendo la parte alta con mayor diversidad de usos a diferencia de la zona media y baja (Cuadro 7). Dentro del presente proyecto el uso de suelo de mayor interés es la agricultura de riego anual y agricultura de temporal anual, ya que uno de los subproductos derivados del pescado son los biofertilizantes y la composta los cuales pueden ser ejecutables en las tres zonas funcionales de la microcuenca.

Cuadro 7. Uso de suelo y vegetación por zona funcional de la microcuenca del Río Jalpan.

Uso de suelo y vegetación	Área km ²		
	Zona alta	Zona media	Zona baja
Agricultura de riego anual	-	-	14.92
Agricultura de temporal anual	28.58	33.57	15.22
Bosque de encino	0.25	38.48	0.26
Bosque de encino-pino	7.66	18.66	-
Bosque de pino	2.58	-	-
Bosque de pino-encino	13.12	0.56	-
Pastizal inducido	17.96	11.97	-
Selva baja caducifolia	0.28	127.173	14.86
Urbano construido	0.67	0.34	4.01
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	4.1	6.66	-
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino	9.72	3.58	-
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino	15.6	-	-
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	-	13.86	5.99
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	5.56	28.79	0.01
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	8.8	10.01	0.04
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	0.48	-	-
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	12.29	4.79	-

Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	0.44	44.55	10.61
Vegetación secundaria herbácea de bosque de encino	0.24	13.47	0.08
Vegetación secundaria herbácea de bosque de pino-encino	4.71	0.07	-

3.2 Actividades productivas en la microcuenca

Las principales actividades que se realizan en la microcuenca son el comercio, ganadería, la agricultura de temporal y agricultura de riego. La mayor parte de tierra para cultivo se encuentra en zona de riego y los principales cultivos son el chile, jitomate, melón, maíz, frijol, calabaza, tomate y cebolla. Por otro lado, las principales artesanías que realizan son hechas con piel, palma, mimbre, plata, lana, tallado de madera, pedrería, cerámica y alfarería (INAFED, 2010).

Las actividades antes mencionadas sirven como base en el presente proyecto para inferir los beneficios de los subproductos derivados del pescado como la composta y biofertilizante tendrían en las zonas agrícolas. Así como, el acoplamiento a una nueva materia prima como la piel de pescado para realizar artesanías, ya que los artesanos están familiarizados con el uso de piel, la propuesta del presente proyecto podría llevar ventaja de un empoderamiento de los mismos artesanos.

3.3 Localidades de la microcuenca

Población total de la microcuenca de acuerdo con el censo de INEGI 2010, es de 16 583 habitantes. La zona alta de la microcuenca, cuenta con 6 452 habitantes distribuidos en 56 localidades rurales dentro del Municipio de Pinal de Amoles. En la zona media habitan 7 460 personas en 88 localidades rurales dentro del Municipio de Pinal de Amoles (45 localidades), Arroyo Seco (tres localidades) y Jalpan de Serra (40 localidades). En la zona baja de la microcuenca hay 2 671 habitantes distribuidos en 39 localidades rurales, las cuales corresponden al Municipio de Arroyo Seco (cinco localidades) y al Municipio de Jalpan de Serra (35 localidades).

3.4 Sitios de intervención para el manejo de peces en la microcuenca

Con base a la información anterior, se identificaron los nueve sitios de muestreo a lo largo del cauce principal (Río Jalpan). El Río Jalpan, nace en el municipio de Pinal

de Amoles y desemboca en el Río Santa María. La presa Jalpan construida entre los años 1975 y 1976, es un cuerpo de agua que interrumpe el cauce principal.

La presa Jalpan se construyó por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos con una capacidad de 8 000 000 m³, de los cuales 1 700 000 m³ se destinaron para la capacidad de azolve, de la capacidad restante 1 300 000 m³ es el volumen disponible para agua de uso doméstico para localidades de Jalpan, Piedras anchas, Embocadero, Saldiveña, El Lindero y El zapote, y el volumen restante que son 5 000 000m³ son para uso de riego para agricultura (Figura 8).

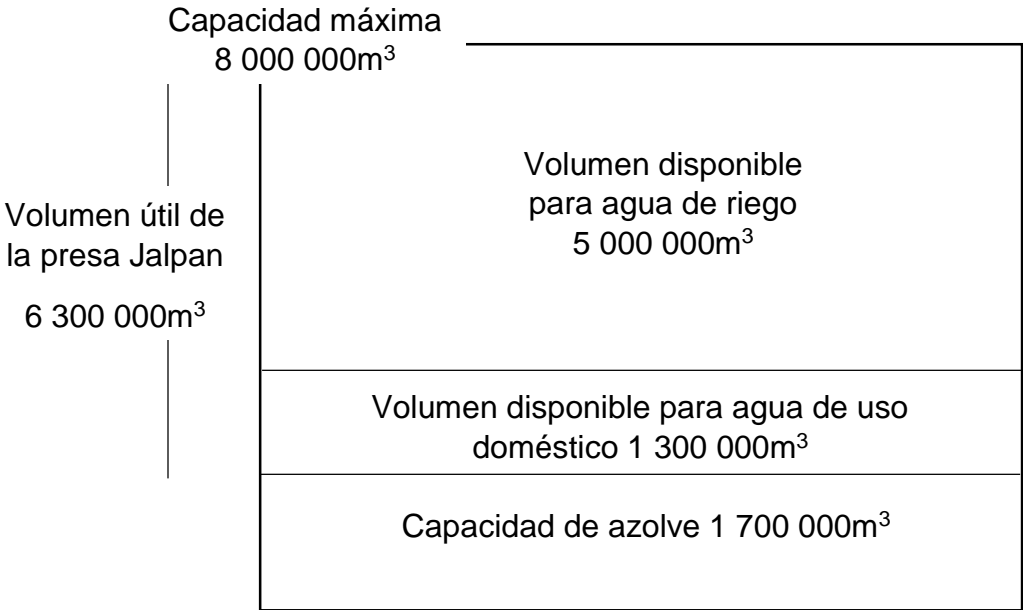


Figura 9. Representación gráfica de la capacidad de la Presa Jalpan. Fuente: Escalante, 2017 (Informante de la SAGARPA).

La presa se construyó para que durará útil de 25 a 30 años, hasta este año (2018) a presa tiene entre cinco y 10 años más de vida de los que se le había estimado. La cual fue concesionada con dos usos; uso doméstico y para riego por la Comisión Estatal del Agua, la pesca es una actividad que no está considerada dentro de la concesión. Se encuentra bajo la jurisdicción federal de la Comisión Nacional del Agua, de acuerdo a la Ley de Aguas Nacionales; después de su construcción comenzó a atraer especies de aves acuáticas migratorias y actualmente funciona como un reservorio para alimentación y reproducción de especies de importancia ecológica, por lo que, en el 2004 se decretó como Humedal de importancia internacional, mejor conocido como sitio Ramsar.

Los sitios de muestreo para la colecta de peces (Figura 17) se seleccionaron por medio de un análisis visual y estratégico, los criterios que se tomaron en cuenta fueron la accesibilidad para los muestreos, áreas con modificaciones antrópicas como gasolineras, cultivos aledaños al cauce principal, descarga de drenaje y áreas sin alteración antrópica, asimismo se consideró la presa Jalpan como punto de partida debido a que la introducción de peces exóticos invasores se realiza en el embalse, a su vez se consideró un punto de muestreo antes de la presa con la finalidad de no sesgar los resultados.

De acuerdo a Torres-García (2016, *datos no publicados*), la caracterización geomorfológica de los sitios de muestreo (Figura 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16) se realizó mediante la metodología de Rosgen (1996).

Río Adentro (Figura 9) es un sitio con pendientes que van de 2 a 4 %, se desarrolla en valles de tipo II, III y IV y el material dominante del canal son gravas, con presencia de otros sustrato como guijarros y arenas, derivados de materiales residuales (aluvión) de roca resistente. Estos cauces son considerados relativamente estables y no son fuente de gran cantidad de sedimentos.

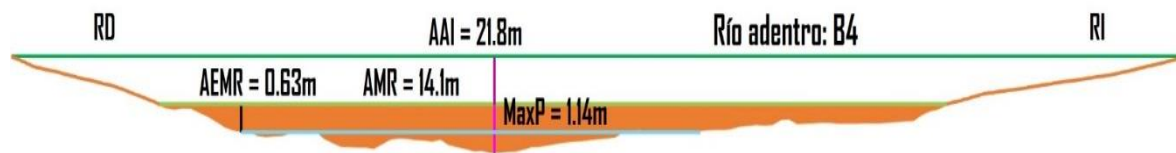


Figura 10. Geomorfología del sitio Río Adentro

La Playita (Figura 10) es un sitio que presenta un área de inundación (80m) y una máxima ribera amplia (56.3m). La profundidad máxima es de 2.87m con poca pendiente (0.006%) por lo que presenta estanques grandes. Se desarrollan en valles de tipo II, III y IV y el material dominante del canal son gravas, con presencia de otros sustrato como guijarros y arenas, derivados de materiales residuales (aluvión) de roca resistente. Estos cauces son considerados relativamente estables y no son fuente de gran cantidad de sedimentos.

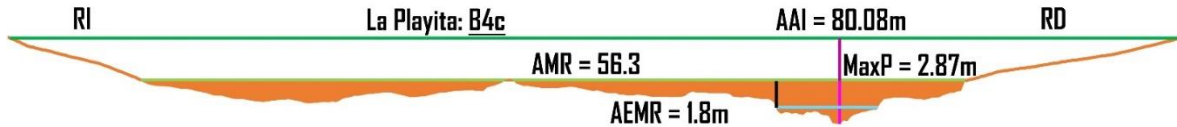


Figura 11. Geomorfología del sitio La Playita

Puente USEBEQ (Figura 11) se encuentran en valles de tipo IV, VI, VIII y X y con pendientes bajas (<2%), con un patrón de rápido/estanque. Este sitio es fuente de sedimentos y puede formar barras transversales y centrales. El sitio presenta un sustrato dominado por guijarros pequeños, acompañado por partículas finas y gravas principalmente.

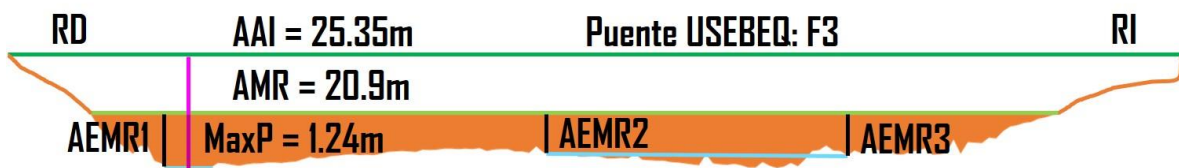


Figura 12. Geomorfología del sitio Puente USEBEQ

Presa Vieja (Figura 12) es un cauce con múltiples cauces activos y diferentes alturas de espejo de agua, así como islas y barras de diferente tamaño a ambos lados de la presa. Las riberas están modificadas debido a que conducían el agua por ambos lados del río a través de canales hacia la zona de riego de Jalpan.

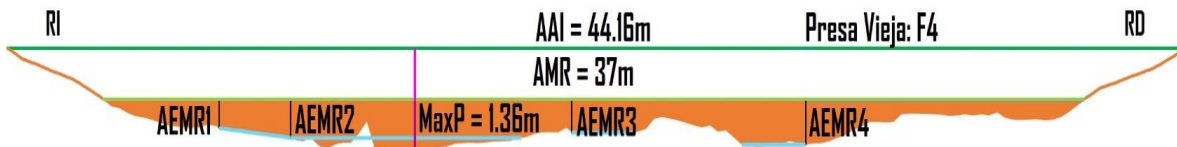


Figura 13. Geomorfología del sitio Presa Vieja

Saldiveña (Figura 13) se encuentra aguas abajo de la planta de tratamiento de aguas residuales de Jalpan de Serra. El sustrato es dominado por materiales finos como cieno y arcilla, con presencia de algunos guijarros y gravas. El bosque de galería se encuentra perturbado y está integrado por sabinos y sauces.



Figura 14. Geomorfología del sitio Saldiveña

La Purísima (Figura 14) presenta bajo flujo del cauce activo, la profundidad es de 0.6m, sin embargo, el área de inundación es amplia abarcando una vivienda del lado izquierdo y cultivos del derecho. El sitio presenta una pendiente baja y poca sinuosidad, esto último debido a la canalización por la construcción de puentes, vados y la extracción de agua para riego de cultivos. Cerca de este sitio, descarga una planta tratadora de aguas residuales.

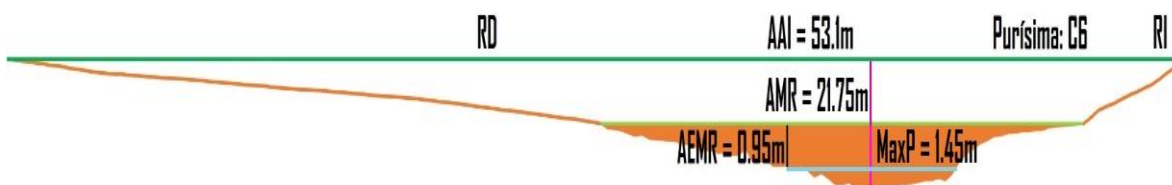


Figura 15. Geomorfología del sitio La Purísima

El Trapiche (Figura 15) es un sitio moderadamente confinado, con dominancia de sustratos finos (cieno o arcilla), y algunas gravas y guijarros. Es un río profundo con poca sinuosidad y una pendiente baja, aledaño al cauce se encuentra la carretera, sin embargo hasta el momento no se ha visto afecta la geomorfología del cauce.

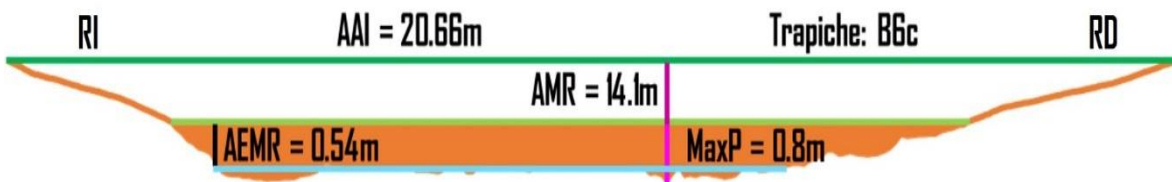


Figura 16. Geomorfología del sitio El Trapiche

Asimismo, se identificaron las localidades con potencial para realizar encuestas estructuradas, como; Acatitlan, Arroyo las cañas, Ayutla, Capulines, El fraile, El Lindero, El rayo, Manzanillos, Parque acuático, Piedras anchas, la Presa, Puerto Hondo, Río adentro, Rivera del río, Saldiveña, San Martín y Techo. Las localidades

anteriores se ubican alrededor de las zonas agrícolas de riego, están aledañas al cauce principal y a la presa Jalpan donde se obtiene el recurso natural y cuentan con acceso viable (Figura 17).

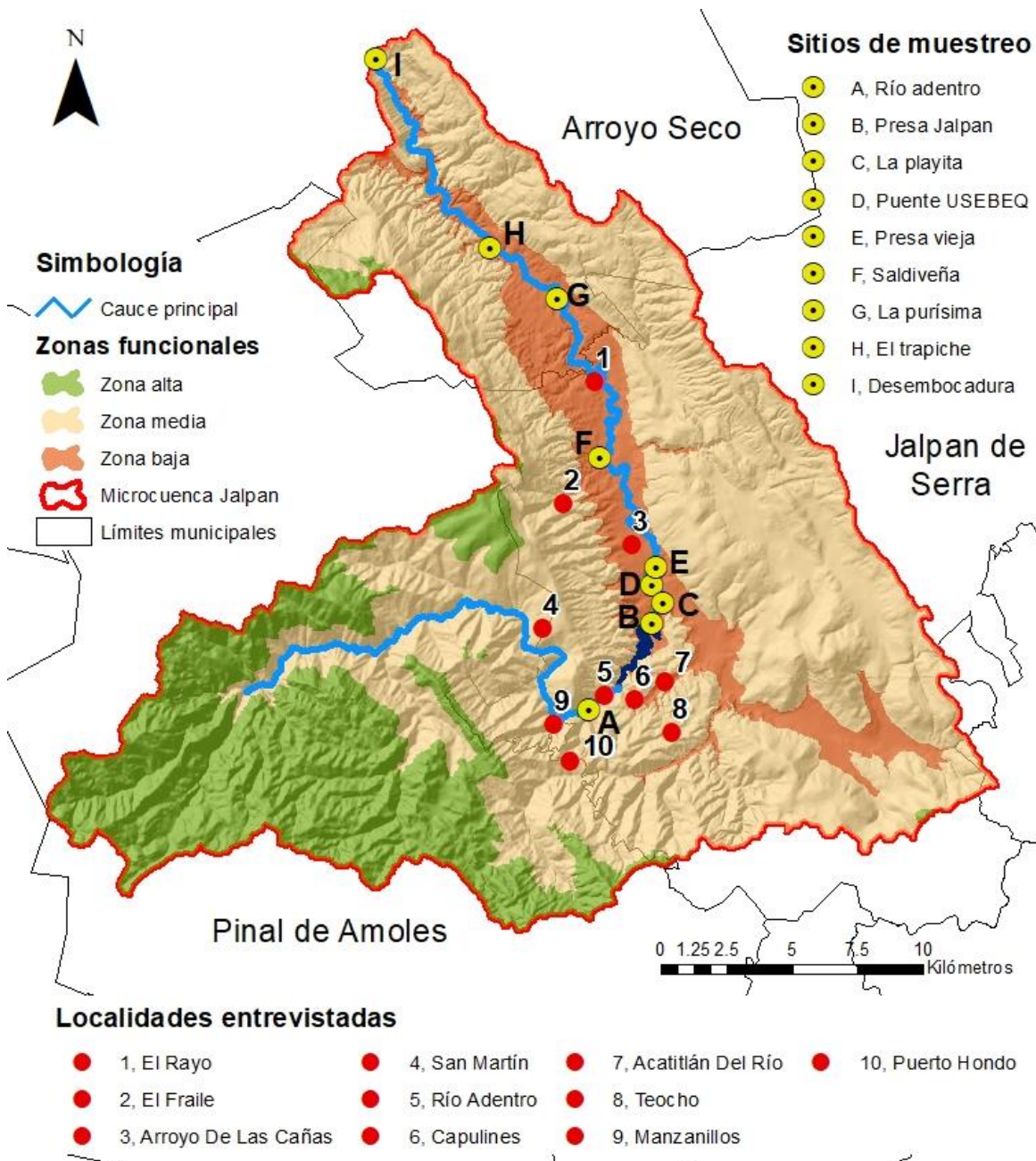


Figura 17. Sitios de muestreo y localidades entrevistadas en la microcuenca del Río Jalpan.

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA

Los métodos planteados tienen como finalidad fomentar el aprovechamiento productivo como herramienta de manejo de peces invasores en los cuerpos de agua y participación social en la microcuenca del Río Jalpan. Como primera etapa se estimara la abundancia, talla y peso de las tres especies; Carpa común, Lobina negra y Tilapia del Nilo. En la segunda etapa, se determinarán los sitios prioritarios para el aprovechamiento de las especies en función a su abundancia. La tercera etapa tiene como objetivo describir las acciones sociales que se relacionan con el aprovechamiento de peces exóticos invasores, y finalmente en la cuarta etapa consta de fortalecer la alternativa de manejo con la participación social (Figura 18).

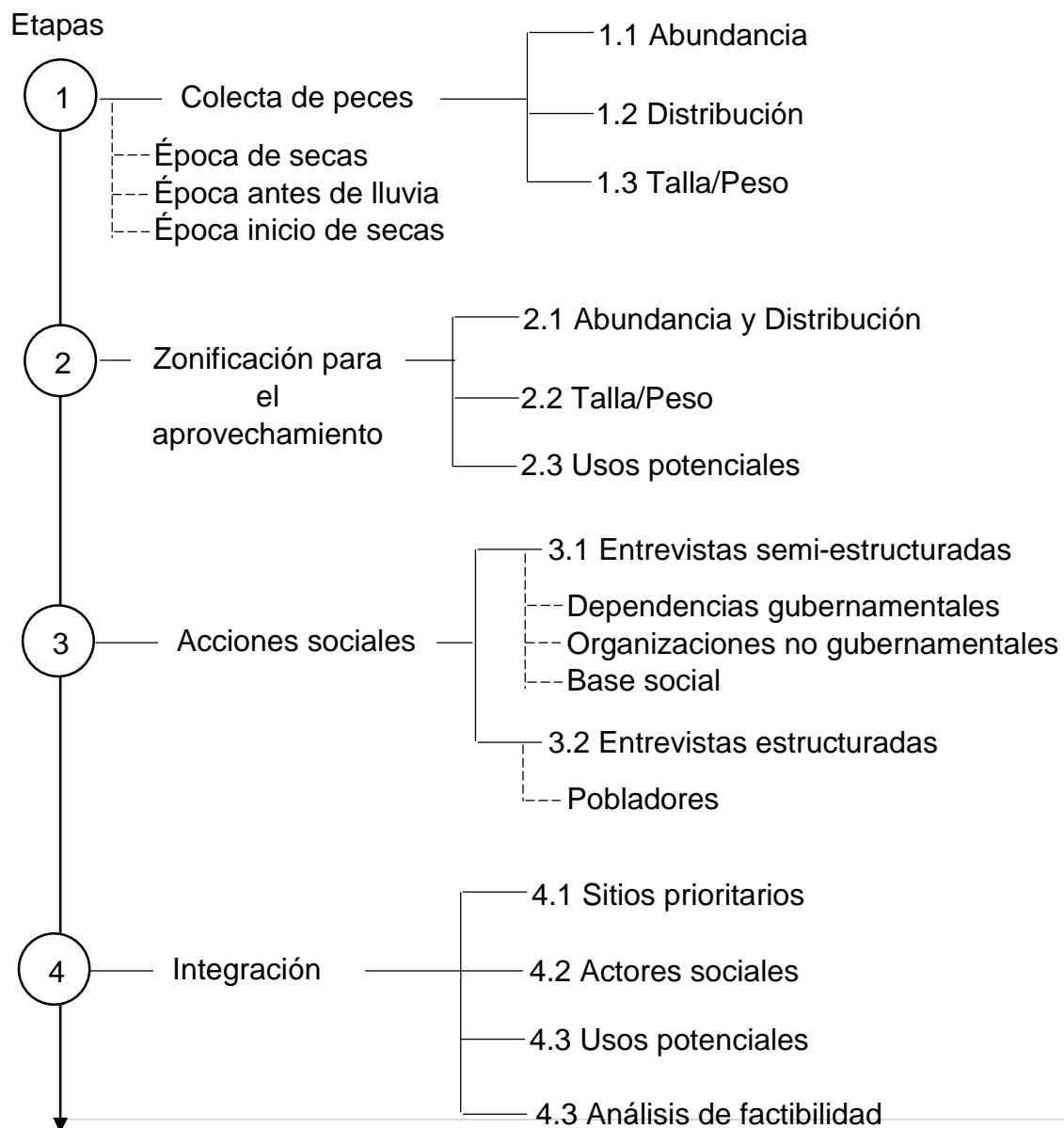


Figura 18. Etapas metodológicas para el manejo de peces en la microcuenca del Río Jalpan.

4.1 Abundancia y distribución de peces exóticos invasores en los cuerpos de agua de las zonas media y baja de la microcuenca.

Se realizaron tres jornadas de campo de tres días durante el 2016 y 2017 en época de secas (mayo y abril), antes de la época de lluvias (julio) e inicio de época de secas (diciembre-enero). En la zona alta de la microcuenca, no sé tuvieron sitios de muestreo, ya que de acuerdo con el Plan Rector de Producción y Conservación de la Microcuenca Pinal-Presa Jalpan, no se registraron peces en dicha zona, ya que cauces de primero y segundo orden la presencia de peces es limitada o no existe. En la zona media se muestreo un sitio denominado Río Adentro, mientras que en la zona baja se colecto en La Presa Jalpan, La Playita, Puente USEBEQ, Presa Vieja, Saldiveña, La Purísima, El Trapiche y Desembocadura. En cada sitio se seleccionó un tramo de río correspondiente a cuatro veces el ancho de la ribera máxima para recolectar los peces, siguiendo los criterios de la Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012. Se implementó la técnica de captura multi-hábitat, usando distintas técnicas como chinchorro de arrastre (20 m de longitud y 20 mm de luz de malla), redes de tipo atarraya (3 m de diámetro y 50 mm de luz de malla), redes de cuchara (40 cm de diámetro y apertura de malla de 10 mm) y un equipo de pesca eléctrica. Los organismos capturados se fijaron *in situ* con una solución de alcohol al 80% y se transportaran al Laboratorio de Integridad Biótica de la FCB-UAQ. Posteriormente, se estimó la densidad, la abundancia relativa y la estructura de las tallas de los peces siguiendo los criterios de Brown-Peterson *et al.*, (2011). Los criterios se basan en describir cinco fases de maduración gonádica, 1) peces inmaduros, 2) peces en desarrollo, 3) peces con capacidad de desove, 4) peces en regresión y 5) peces sexualmente maduros pero reproductivamente inactivos.

4.2 Sitios prioritarios para el aprovechamiento de peces exóticos invasores.

La zonificación de áreas prioritarias para aprovechar el recurso pesquero se estimó con base a la abundancia, talla (longitud patrón LP) y peso de cada una de las especies de peces exóticos invasores, contemplando la zona funcional y la época de año en que fueron capturadas, con la finalidad de aproximarse a los posibles escenarios de la alternativa propuesta. El análisis se realizó en ArcMap versión 10.3, y los criterios que se establecieron fueron:

Abundancia

1. De 1 a 10 organismos = poco abundante
2. De 11 a 20 organismos = moderadamente abundante
3. De 20 a 35 organismos = abundante

Talla LP (cm)

1. De 0.1 a 10 cm = peces inmaduros
2. De 11 a 20 cm = peces en desarrollo
3. De 21 a 35 cm = peces con capacidad de desove

Peso (gr)

1. De 0.1 a 40 gr = peces inmaduros
2. De 41 a 250 gr = peces en desarrollo
3. De 251 a 999 gr = peces con capacidad de desove

El rango de talla-peso de las especies para dicha categorización se determinó con una encuesta estructura la cual tuvo como finalidad conocer las preferencias de los pobladores de la microcuenca respecto al consumo de pescado. Dicha encuesta estructurada es una herramienta que permitió con mayor facilidad la codificación de la información (Taylor y Bogdan, 1984).

La reclasificación de esos criterios se realizó mediante una matriz, de evaluación multicriterio de alternativas, basada en la metodología de Geilfus (2009), con la finalidad de establecer los sitios que pueden llegar a ser aprovechados para la alternativa de manejo, por lo que la multiplicación de los criterios anteriores se caracterizó de la siguiente manera de acuerdo con lo establecido por Barba-Macías *et al.*, (2017).

1. Sitios con nivel bajo de abundancia
2. Sitios con nivel medio de abundancia
3. Sitios con nivel alto de abundancia

Posteriormente los escenarios de las posibles actividades productivas que se pueden realizar se establecieron para los sitios con nivel medio y alto de abundancia, los cuales son aprovechables para realizar las siguientes alternativas:

1. Venta local del pescado fresco en diversas presentaciones:

- a) Entero (especies con talla mayor a 20 cm y peso mayor a 300gr)
 - b) Filete (especies con talla mayor a 30 cm y peso mayor a 800 gr)
 - c) Nuggets (especies con talla mayor a 10 cm y abundancia mayor a 10)
2. Curtido de piel de pescado (especies que se puedan filetear y hacer nuggets)
 3. Biofertilizante y composta. Los fertilizantes orgánicos representan un atractivo recurso para aumentar el contenido de nutrientes de la tierra, ayudando de este modo a un mejor desarrollo y crecimiento de las plantas de un jardín o huerto. Los residuos como huesos, vísceras, cabeza, aletas y huesos son un potencial para fertilizantes y composta
 4. Artesanías con huesos de pescado (huesos sobrantes del fileteado, y nuggets)
 5. Aceite de pescado Los peces muertos durante el proceso y los restos del pescado (el espinazo con la cola y la cabeza desechos del fileteado como piel, vísceras y lomito), se trasladan a una planta de subproductos donde pasan por un molino y posteriormente por una prensa para extraer el aceite, que luego es vendido para distintos usos.
 6. Harina de pescado La masa resultante de los residuos molidos y exprimidos es sometida a secado y pulverizada para obtener harinas que son utilizadas como suplemento alimenticio en la industria acuícola especialmente para el cultivo de camarón y en avicultura.
 7. Ensilado de pescado. Se obtiene a partir de los restos de pescados (espinazo, cabeza, piel vísceras y lomito), hay ensilajes biológicos y químicos lo primeros son los que se les adiciona hidratos de carbono (ej. melaza) y microorganismos (ej. Lactobacillus), en el caso de los químicos se utilizan ácidos como sulfúrico, clorhídrico, propiónico o mezclas, el resultado final en ambos casos es el descenso del pH.
 8. Colágeno de pescado: Los residuos como piel y huesos contienen cantidades elevadas de colágeno el cual puede beneficiar a alimentos, cosméticos y elaboración de materiales biomédicos.

Dichas alternativas se plantean con la finalidad de darle valor agregado al pescado sin aumentar el esfuerzo de captura, por los bajos costos que representan y los beneficios hacia la microcuenca (Ayala-Pérez *et al.*, 2015; Valenzuela *et al.*, 2012).

4.3 Acciones sociales que se relacionan con el aprovechamiento de peces exóticos invasores.

Se realizó un mapeo de actores por medio de un sociograma de acuerdo a la metodología establecida por Alberich *et al.*, (2009). La técnica consistió en identificar e inferir las dependencias gubernamentales y no gubernamentales que están relacionados con las especies de peces invasoras de peces, así como los pescadores, dicha identificación se logró con la ayuda del personal de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Los actores clave fueron, SAGARPA, SECTUR, SEDESU, Municipio de Jalpan, CONANP, los cuales pertenecen a dependencias gubernamentales, las organizaciones no gubernamentales fueron, la UAQ del Campus Conca, Técnicos de acuacultura y la Casa de Artesanías de Jalpan, y finalmente los pescadores como base social. Posteriormente se realizó un gráfico con dos ejes, el eje x determino la postura a favor, en contra, y de oportunidad con la invasión de peces, mientras que el eje y estableció el nivel del poder (bajo, medio o alto), en la intervención de la invasión.

Para conocer la participación que tiene cada actor sobre el manejo de peces invasores se realizaron entrevistas semi-estructuradas (Anexo 1) para cada uno, en este paso se realizaron cinco salidas a campo para la colecta de la información. Los resultados obtenidos fueron transcritos y se realizó una narrativa asociando a los actores clave. Asimismo, se realizaron encuestas estructuradas (Anexo 2) a hombres y mujeres de diferentes localidades seleccionadas al azar ubicadas dentro de la microcuenca. Las localidades fueron, Acatitlan, Arroyo las cañas, Ayutla, Capulines, El Fraile, El Lindero, El Rayo, Manzanillos, Parque acuático, Piedras Anchas, la Presa, Puerto Hondo, Río Adentro, Rivera del Río, Saldiveña, San Martín y Teocho. Las encuestas estaban conformadas por dos secciones, la primera de opción múltiple y la segunda de preguntas abiertas; estas encuestas se realizaron con la finalidad de conocer la fecha en que fueron introducidas las especies, cuales

son los principales usos que les da la población a las especies, que especies y de qué tamaño prefieren consumirlas, si conocen los impactos que pueden llegar a ocasionar las especies exóticas invasoras y si están interesados en realizar artesanías con piel de pescado. Los datos fueron transcritos y analizados, con la finalidad de plantear la alternativa de manejo con base a los usos y costumbres de la población.

4.4 Integración del aprovechamiento de peces, las acciones sociales para su aprovechamiento y los beneficios a la microcuenca.

Se realizó una matriz de potencialidades con base a los criterios de Barrenechea *et al.*, (2014), con la finalidad de saber la factibilidad que cada alternativa de manejo mostrando los escenarios para cada época del año. Con base a los sitios prioritarios, los posibles usos y las acciones sociales que intervienen en el aprovechamiento de los peces exóticos invasores, se reformularon los escenarios añadiendo el componente de la comunidad que se podría beneficiar si se aprovecha la especie de la forma sugerida.

Los beneficios a la microcuenca se basaron en los indicadores para evaluar una cuenca de acuerdo a los criterios de MAE y FAO, 2014, los cuales se dividen en cuatro categorías, a) ambiental, b) económico, c) socio-cultural y d) político-institucional.

La matriz de potencialidades se realizó contemplando los siguientes criterios:

A). Diversificación de usos. Las especies de peces tienen gran potencial de subproductos derivados de su uso tradicional como filetes o entero (Ver Figura 7 en el Capítulo 2).

B). Abundancia obtenida: Este criterio fue la base para establecer si el uso planteado era viable con base a la abundancia obtenida durante la época de secas (abril y mayo), antes de lluvias (junio), e inicio de secas (diciembre-enero) a lo largo del cauce principal de la microcuenca. La metodología que se utilizó fue la misma para la Etapa 2 de sitios prioritarios.

C). Abundancia requerida: Este criterio tuvo la finalidad de verificar si la abundancia que fue obtenida bajo el criterio anterior, realmente es viable para la abundancia que se requiere en cada uno de los posibles usos.

- 1. Abundancia baja para el uso propuesto
- 2. Abundancia media para el uso propuesto
- 3. Abundancia alta para el uso propuesto

D) Capacitación: Cada uso propuesto requiere de capacitar a la población para que puedan realizarlo, sin embargo, hay alternativas que requieren solo del ingenio de cada persona, por lo cual son menos costosos y la viabilidad aumenta debido a sus bajos costos de inversión.

- 1. Capacitación constante (inversión alta)
- 2. Capacitación moderada de 1 a 2 (inversión media)
- 3. No se requiere capacitación (inversión baja)

E) Infraestructura: Para llevar a cabo los usos propuestos, se requiere de maquinaria, insumos, inversiones para que puedan realizarlo, sin embargo, se cuenta con alternativas que requieren solo del ingenio de cada persona, por lo cual son menos costosos y la viabilidad aumenta debido a sus bajos costos de inversión.

- 1. Infraestructura elevada
- 2. Infraestructura moderada
- 3. Infraestructura al alcance

F) Interés social: Cada propuesta que se realice debe contemplar si hay interés de la población en ejecutarla para que exista empoderamiento de cada uno de los posibles usos, y aumente su permanencia y viabilidad. Sin embargo, para este análisis el criterio de interés social está sesgado ya que se le dio prioridad a preguntar si estarían interesados en realizar solo artesanías con los peces, por lo que, se infirió la respuesta con base a los costos de inversión.

- 1. No hay interés de la población
- 2. Puede haber interés de la población
- 3. Hay interés de la población

G) Mercado: Este criterio tuvo como finalidad analizar si una vez que se realice el subproducto derivado de peces presenta alternativas de mercado para poder comercializar el producto. Para ello, se basó en el análisis de las entrevistas semi-estructuradas, donde la información obtenida permitió esquematizar los posibles actores potenciales para abrir mercado al producto.

- 1. No hay mercado
- 2. Hay posibilidad de abrir mercado
- 3. Si hay mercado

Se realizó un promedio de los criterios para obtener que usos son viables de ejecutar en la microcuenca del Río Jalpan.

- 1. No viable
- 2. Viabilidad moderada
- 3. Viable

Finalmente, con base a la literatura citada sobre los beneficios que cada alternativa podría beneficiar en los diferentes sectores de la microcuenca, se realizó un análisis para sugerir las zonas funcionales donde podría contribuir cada alternativa propuesta. Considerando que el beneficio inmediato del control de las especies invasoras será en la zona baja de la microcuenca. Sin embargo, se espera un beneficio sinérgico que repercuta positivamente en las tres zonas funcionales.

CAPÍTULO 5 RESULTADOS

5.1 Abundancia y distribución de peces exóticos invasores en los cuerpos de agua de las zonas media y baja de la microcuenca.

Dentro de la presa y el Río Jalpan se registraron 354 organismos correspondientes a las tres especies exóticas invasoras, el muestreo se ejecutó durante el período de secas, antes de lluvias e inicio de secas del año 2016 al 2017 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Abundancia de cada una de las especies exóticas invasoras dentro de la presa Jalpan y cauce principal.

Sitios	Especies			Total
	Carpa común	Lobina negra	Tilapia del Nilo	
Río Adentro		4		4
Presa Jalpan	29	14	42	85
La Playita		35	17	52
Puente USEBEQ		8		8
Presa Vieja		23		23
Saldiveña		5	43	48
La Purísima		38	55	93
El Trapiche		64		64
Desembocadura			6	6
Total	29	191	163	354

Elaboración propia

La especie con mayor frecuencia fueron la Lobina negra, la cual se encontró en ocho sitios de los nueve que se muestrearon y la Tilapia del Nilo capturada en cinco sitios. De acuerdo a los resultados obtenidos, la ausencia de especies en los sitios no significa que los organismos no habitan en los mismos, ya que el desplazamiento de cada especie fluctúa a lo largo del gradiente del cauce. Sin embargo, los muestreos realizados sirven como una aproximación para saber hasta dónde se han dispersado. La distribución y abundancia de la Carpa común, Lobina negra y Tilapia del nilo a lo largo del cauce se relaciona con la interacción de factores como presencia de cultivos y ganado aledaños al cauce, modificaciones por construcción de gasolinera, asentamientos humanos y planta tratadora de agua (Figura 19). Asimismo, la vegetación fuera y dentro del cauce permite la disponibilidad de alimento para que las especies lleven a cabo su ciclo de vida, siendo el cauce un sitio de reproducción y crecimiento para las tres especies.

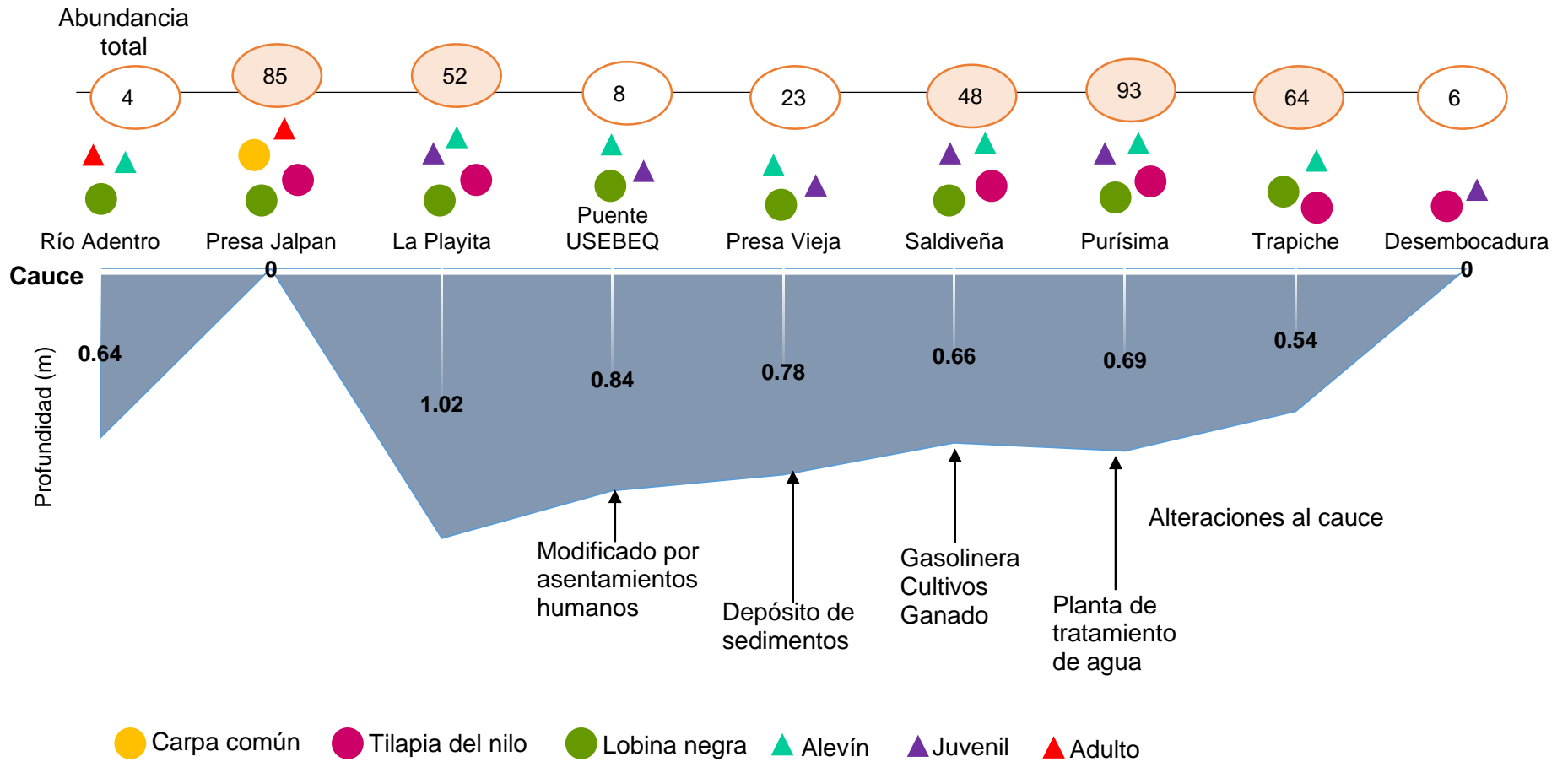


Figura 19. Distribución y abundancia de la Carpa común, Tilapia del Nilo y Lobina negra.

La distribución y abundancia de las especies se debe a la sinergia entre los factores bióticos y abióticos, influyendo en la composición de los ensambles de peces: la preferencia de hábitat, la relación predador-presa, la disponibilidad de alimento y a menudo la biología reproductiva de las especies (Arceo-Carranza y Vega-Cendejas, 2009). Asimismo, la distribución de peces se asocia a sitios con mayor vegetación la cual funciona como refugio y alimento (Ayala-Pérez *et al.*, 2008).

La abundancia, talla promedio (cm) y peso promedio (gr) de cada especie por época del año, se muestran en los cuadros 9, 10 y 11. Las tres especies exóticas invasoras presentaron mayor abundancia, peso y talla en la época de secas (abril-mayo) e inicio de secas (diciembre-enero), mientras que en la época antes de lluvia (junio), se registró menor abundancia así como menor peso y talla.

Los resultados anteriores sirven como base, para saber dónde se pueden aprovechar las especies (distribución), la cantidad del recurso (abundancia) y la talla y peso para indagar en los posibles usos, y en que época del año se podría tener un mayor aprovechamiento de las mismas. Asimismo, la distribución y abundancia de las especies en los diferentes sitios de las zonas funcionales media y baja de la microcuenca permite visualizar el grado de beneficio a las actividades por el cambio de uso de suelo y vegetación descrito en el cuadro (7). Si bien, la abundancia en las diferentes épocas del año indican la cantidad que se puede aprovechar en cada época (secas e inicio de secas) las actividades agrícolas de temporal y riego aledañas a los sitios de muestreo son una oportunidad para sustituir los fertilizantes químicos por biofertilizantes a base de residuos de pescado.

Esta oportunidad, se puede fortalecer con las épocas de siembra, es decir, en lluvias las semillas deben estar dentro de los surcos, lo que significa que en época de secas donde se puede realizar mayor cantidad de biofertilizantes o composta con restos de pescado, para la época que se los agricultores deben sembrar, dicho biofertilizante ya estaría elaborado. La colaboración de biofertilizantes y composta en las zonas agrícolas, podría contribuir a la mejora de la calidad del suelo y calidad de los cultivos.

Cuadro 9. Abundancia por época del año de la Carpa común

Zona funcional	Sitio	Variable	Carpa común		
			Seca	Antes de Lluvias	Inicio de Secas
Zona baja	Presa Jalpan	Abundancia	6	0	23
		Talla (cm)	34	0	32.69
		Peso (gr)	994	0	233.33

Cuadro 10. Abundancia por época del año de la Lobina negra.

Zona funcional	Sitio	Variable	Lobina negra		
			Seca	Antes de Lluvia	Inicio de Seca
Zona media	Río Adentro	Abundancia	2	2	0
		Talla (cm)	20.2	8.2	0
		Peso (gr)	169.3	12.7	0
Zona baja	Presa Jalpan	Abundancia	3	0	11
		Talla (cm)	23.9	0	25.2
		Peso (gr)	179.9	0	328.7
	La Playita	Abundancia	33	2	0
		Talla (cm)	11.5	15.1	0
		Peso (gr)	31.4	62.7	0
	Puente USEBEQ	Abundancia	5	3	0
		Talla (cm)	9.5	2.67	0
		Peso (gr)	45.74	1.80	0
Presa Vieja	Abundancia	7	15	1	
	Talla (cm)	6.39	6.41	10.01	
	Peso (gr)	11.46	7.55	39.27	
Saldiveña	Abundancia	5	0	0	
	Talla (cm)	10.82	0	0	
	Peso (gr)	25.34	0	0	
La Purísima	Abundancia	20	1	17	
	Talla (cm)	7.24	5.70	11.14	
	Peso (gr)	13.36	4.06	27.32	
El Trapiche	Abundancia	52	12	0	
	Talla (cm)	3.81	6.33	0	
	Peso (gr)	1.50	5.03	0	

Cuadro 11. Abundancia por época del año de la Tilapia del Nilo.

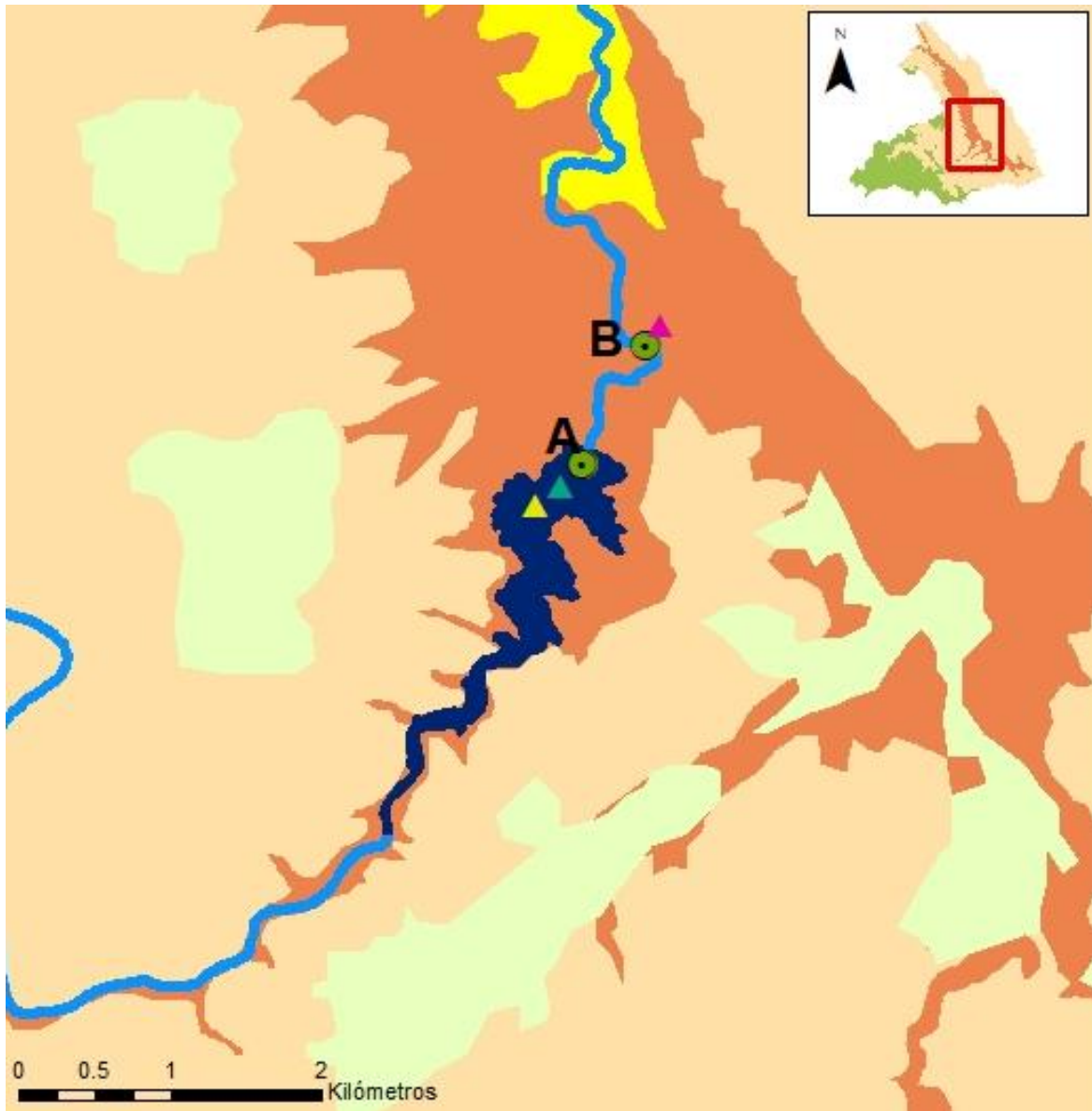
Zona funcional	Sitio	Variable	Tilapia del Nilo		
			Secas	Antes de Lluvias	Inicio de Secas
Zona baja	Presa Jalpan	Abundancia	24	0	18
		Talla (cm)	21.1	0	21.6
		Peso (gr)	346.7	0	374.1
	La Playita	Abundancia	5	7	5
		Talla (cm)	6.4	10.4	4
		Peso (gr)	2.8	39.0	2.7
	Saldiveña	Abundancia	19	4.00	20
		Talla (cm)	8.2	12.38	5.48
		Peso (gr)	46.8	81.71	7.32
	La Purísima	Abundancia	10	9	36
		Talla (cm)	6.3	4.39	8.58
		Peso (gr)	23.0	5.46	26.27
	El Trapiche	Abundancia	0	0	6
		Talla (cm)	0	0	9.63
		Peso (gr)	0	0	39.23

5.2 Sitios prioritarios para el aprovechamiento de peces exóticos invasores.

Sitios aprovechables en la época de secas (abril-mayo)

En época de secas (abril-mayo) la Presa Jalpan fue el sitio aprovechable para la Carpa común y la Tilapia del Nilo (Figura 20). El peso, la talla y abundancia de ambas especies es adecuada para aprovecharlos y realizar composta, biofertilizantes, artesanías o platillos típicos.

En este sitio se puede fomentar un mercado local durante esta época, ya que se realiza un torneo de pesca de Lobina negra y podría brindar una oportunidad para aumentar los ingresos y atraer al turismo. Debido a que el torneo de pesca deportiva de la Lobina se realiza a finales de abril, la Presa Jalpan no fue un sitio aprovechable para dicha especie. Sin embargo, no significa que en este sitio no se encuentre la Lobina, más bien se debe a que en la época de secas se establece un período de veda previo al torneo, por lo que no se permite pescar dentro de la Presa Jalpan.



Simbología

Especies












	Carpa común		Cauce principal		Agricultura de Riego
	Lobina negra		Microcuenca Jalpa		Agricultura de Temporal
	Tilapia del Nilo		Presa-Jalpa		Zona alta
					Zona media
					Zona baja

Figura 20. Sitios aprovechables en la época de secas

Por otro lado, en el presente proyecto el sitio La Playita (Figura 20) es un buen lugar para capturar Lobina negra en la época de secas. La mayor abundancia de peces se encuentra en la zona baja de la microcuenca, esta zona podría ser la de mayor

aprovechamiento para llevar a cabo una de las alternativas como el uso de composta o biofertilizantes. Dichos productos se pueden implementar para la agricultura de temporal para mejorar la calidad del suelo y de los cultivos. La agricultura de temporal en la zona baja abarca 15.22 km², por lo tanto el uso de composta o biofertilizantes podría extenderse a la zona media y alta.

Por otro lado, los sitios que no se pueden aprovechar se debe a dos razones, la primera es porque fueron sitios con abundancia alta, pero se colectaron peces de tamaño y peso inmaduros. La segunda, porque aunque la talla y peso de los peces era aprovechable, la abundancia fue baja, por lo que el esfuerzo de captura implicaría mayor costo que beneficio al aplicar una oportunidad de aprovechamiento. Sin embargo, a pesar de no ser sitios potenciales, hay que tener en cuenta que la dinámica poblacional de cada especie fluctúa a lo largo del gradiente del cauce principal, por lo cual la abundancia, talla y peso se irá modificando en las distintas épocas.

Una de las oportunidades para controlar las especies en los sitios no potenciales para usos productivos, es llevar a cabo un torneo local de pesca en el cauce principal para niños, ya que durante los muestreos realizados en el presente proyecto se logró visualizar la presencia de niños capturando peces por diversión. Esta oportunidad, debe acompañarse de educación ambiental, dado que el enfoque de cuencas sirve como base para fomentar el interés de pobladores menores de edad hasta adultos, visualizando la importancia de controlar las poblaciones de las especies exóticas invasoras.

Sitios aprovechables en la época inicio de secas (diciembre-enero)

En la época inicial de secas, el sitio con mayor potencial para ser aprovechado fue la Presa Jalpan (Figura 21). La Carpa común, la Tilapia del Nilo y la Lobina negra, se pueden aprovechar para diferentes usos (Cuadro 12). En esta época el aprovechamiento artesanal puede ser uno de los usos con mayor beneficio, ya que durante los meses previos al torneo de pesca (abril) se podrían realizar productos con curtido de piel y el torneo de pesca sería una atracción para que los turistas compren artículo de piel de pescado.

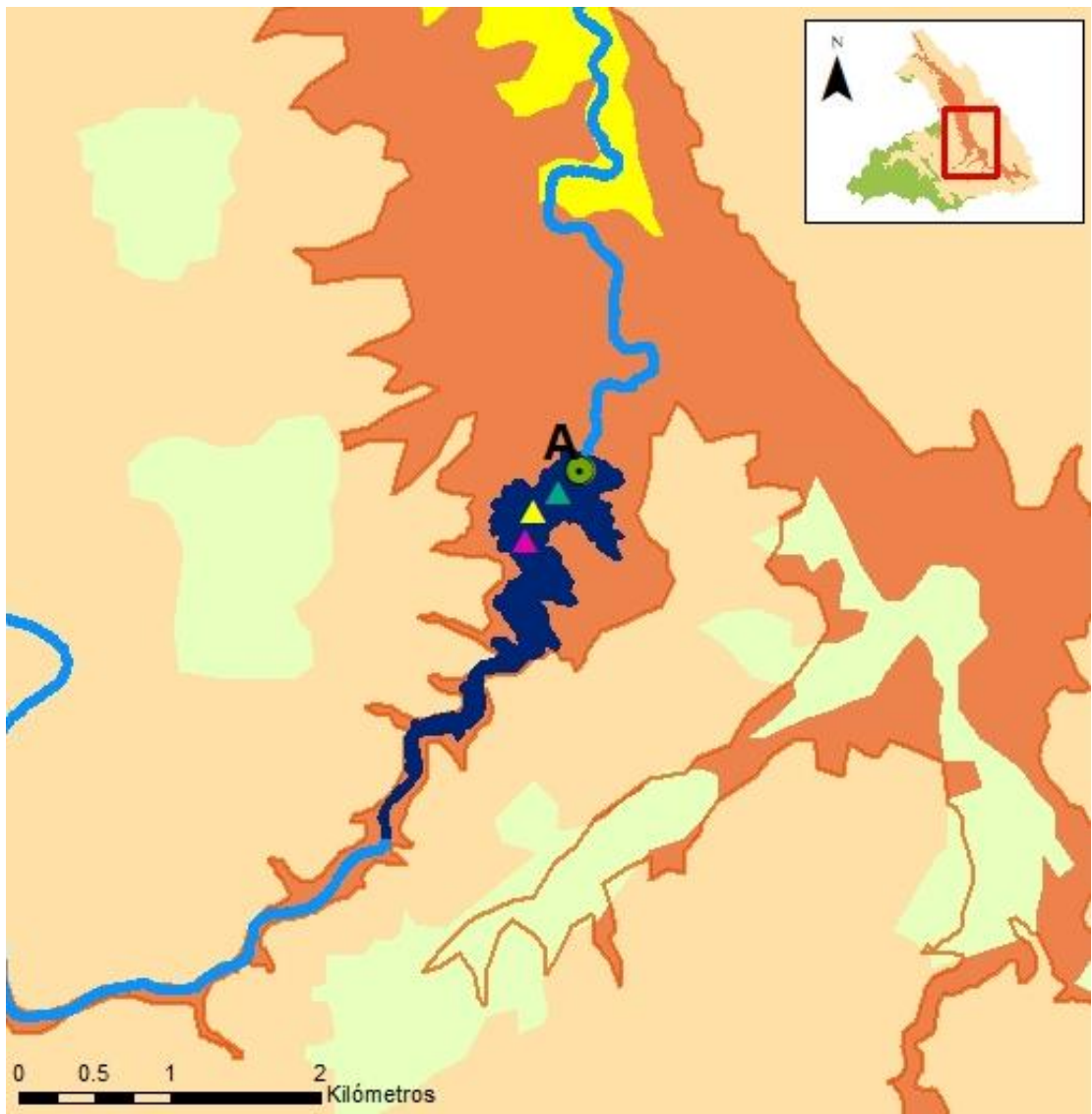
La Carpa común presenta mayor potencial para su aprovechamiento, aunque esta especie no es de agrado para los pobladores por su sabor. Una de las potencialidades podría ser un concurso de comida tradicional con la finalidad de mejorar el sabor del pescado con otros productos propios de la región como, chile, jitomate, calabaza, laurel, entre otros. El uso de productos locales, podría fomentar el comercio beneficiando a los pobladores o incluso a los turistas. Si se logra preparar un platillo de Carpa que pierda el sabor “fangoso” por el cual, la población se niega a consumirla, se podría incidir en el consumo de otras variedades de platillos con hortalizas y pescado. De acuerdo con Rivera-Cruz *et al.*, (2008), establecen que la combinación de recursos naturales y cultura han aumentado los ingresos económicos de sus poblaciones rurales con proyectos que resaltan las peculiaridades culturales de la población y las bellezas naturales de su entorno.

La creación de un concurso o mercado para fomentar diversas formas de preparar pescado, se asocia con incluir un mayor número de productos locales. Lo cual, incentiva al consumidor a adquirir productos utilizados en el platillo que fue de su agrado. El turismo basado en el ámbito gastronómico asociado a fiestas, actos religiosos y eventos sociales, atrae a numerosos turistas degustadores de la comida tradicional, quienes consumen los productos típicos (Pastor, 2005).

A pesar que estas oportunidades colaboran en el sector económico, dentro del enfoque de cuencas se establece que las acciones realizadas para el manejo de adecuado de los recursos naturales, la calidad de vida es también uno de los objetivos principales de dicho enfoque. Por lo que, el aprovechamiento de peces exóticos invasores de forma productiva puede coadyuvar a la conservación de fauna nativa y a su vez, mejora los ingresos adicionales de las personas. De acuerdo con el Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras (2010). Los programas de manejo de especies invasoras deben contemplar como acción prioritaria desarrollar incentivos económicos dentro de planes de atención integral para controlar las especies.

Asimismo, en la época inicio de secas, es pertinente llevar a cabo el uso de composta o biofertilizantes, para implementarlos en la agricultura de temporal y con ello beneficiar la calidad del suelo y de los cultivos. De acuerdo con Ayala-Pérez *et*

al., (2015), la composta a base de pescado contiene 7.74% de nitrógeno y 34.7% de cenizas por lo tanto, podría ser un complemento parcial de fertilizante nitrogenado.



Simbología

Especies

▲ Carpa común	● A, Presa Jalpan	■ Agricultura de Riego
▲ Lobina negra	▬ Cauce principal	■ Agricultura de Temporal
▲ Tilapia del Nilo	○ Microcuenca Jalpan	■ Zona alta
	■ Presa-Jalpan	■ Zona media
		■ Zona baja

Figura 21. Sitios aprovechables en la época inicio de secas

Cuadro 12. Posibles usos y beneficios en los sitios prioritarios en la época de secas e inicio de secas para las tres especies exóticas invasoras de peces.

Usos		Beneficio a la microcuenca
Consumo	Conservación de biodiversidad	El aprovechamiento de especies exóticas invasoras, podría contribuir a disminuir su población y con ello, a que las especies nativas recuperen su nicho y sigan su ciclo de vida (Saad-Alvarado, 2016)
	Favorecer incentivos económicos locales	La diversificación de actividades productivas permiten la generación de alternativas económicas (García <i>et al.</i> 2008). En este caso, la venta de pescado podría contribuir a mejorar los ingresos para los habitantes de la microcuenca y que no contravenga los lineamientos de la ANP. (Rivera-Cruz <i>et al.</i> 2008).
	Favorecer la organización social	La conformación de ferias gastronómicas podría contribuir al tejido social, ya que es un escenario para la colaboración y la generación de identidad (Rivera-Cruz <i>et al.</i> 2008).
	Creación de emprendimientos locales	Además de las ferias gastronómicas, las familias pueden emprender un local de venta de pescado, como comida corrida, comida para llevar, o comida a domicilio. La diversificación de actividades productivas permiten la generación de alternativas económicas (García <i>et al.</i> 2008).
	Favorecer la diversidad gastronómica	Los diferentes platillos propuestos podrían contribuir a una diversidad de preparación de pescado, con la cual, se aprovechen de manera sustentable los recursos de las milpas y los silvestres (cultivos y laurel, por ejemplo).
	Favorecer la identidad tradicional	Con base en la diversidad gastronómica, los platillos originales expuestos en ferias podrían llegar a ser únicos, de tal manera que su preparación identifique a la región. Además la actividad artesanal puede significar una ruta hacia el desarrollo comunitario (Rivera-Cruz <i>et al.</i> 2008)
	Favorecer la atracción turística	La diversidad y originalidad de los platillos es una forma de atraer al turismo. La artesanía es un patrimonio cultural que puede convertirse en una alternativa de turismo rural y generar empleos (Rivera <i>et al.</i> , 2008)

Salud	Conservación de la biodiversidad	El aprovechamiento de especies exóticas invasoras, podría contribuir a disminuir su población y con ello, a que las especies nativas recuperen su nicho y sigan su ciclo de vida (Saad-Alvarado, 2016).
	Favorece la organización social	La conformación de ferias gastronómicas podría contribuir al tejido social, ya que es un escenario para la colaboración y la generación de identidad (Rivera-Cruz <i>et al.</i> 2008).
	Favorece la vinculación entre ciencia y conservación	Además de controlar la población de especies invasoras, al coleccionar los organismos, su aprovechamiento medicinal podría fomentar la elaboración de estudios e investigaciones científicas. Asimismo las investigaciones sociales podrían contribuir a difundir las actividades de esta propuesta y que exista una vinculación social (Orozco <i>et al.</i> 2017)
	Favorece la creación de proyectos innovadores	El interés por aprovechar cada parte de un recurso, requiere de nuevas ideas y capacitación que fomenta la originalidad de los proyectos
Alimento animal	Conservación de biodiversidad	El aprovechamiento de especies exóticas invasoras, podría contribuir a disminuir su población y con ello, a que las especies nativas recuperen su nicho y sigan su ciclo de vida (Saad-Alvarado, 2016).
	Favorece incentivos económicos locales	La diversificación de actividades productivas permiten la generación de alternativas económicas (García <i>et al.</i> 2008). En este caso, la venta de pescado podría contribuir a mejorar los ingresos para los habitantes de la microcuenca y que no contravenga los lineamientos de la ANP. (Rivera-Cruz <i>et al.</i> 2008).
	Favorece la organización social	La conformación de ferias gastronómicas podría contribuir al tejido social, ya que es un escenario para la colaboración y la generación de identidad (Rivera-Cruz <i>et al.</i> 2008).
	Creación de emprendimientos locales	Además de las ferias gastronómicas, las familias pueden emprender un local de venta de pescado, como comida corrida, comida para llevar, o comida a domicilio. La diversificación de actividades productivas permiten la generación de alternativas económicas (García <i>et al.</i> 2008).
	Reduce los gastos en alimento para ganado y peces	Al crear este producto se puede combinar el alimento para ganado y peces con el alimento habitual por lo que su rendimiento será mayor, disminuyendo gastos en alimentos que requieran mayor procesamiento

Usos	Beneficios	Continuación
Agrícolas	Conservación de biodiversidad	El aprovechamiento de especies exóticas invasoras, podría contribuir a disminuir su población y con ello, a que las especies nativas recuperen su nicho y sigan su ciclo de vida (Saad-Alvarado, 2016).
	Favorece la calidad del suelo	De acuerdo con Ayala-Pérez et al., (2015), la composta a base de pescado contiene 7.74% de nitrógeno y 34.7% de cenizas, por lo tanto, podría ser un complemento parcial de fertilizante nitrogenado
	Favorece los cultivos de traspatio	De acuerdo con Ayala-Pérez et al., (2015), la composta a base de pescado contiene 7.74% de nitrógeno y 34.7% de cenizas, por lo tanto, podría ser un complemento parcial de fertilizante nitrogenado.
	Disminuye el uso de fertilizantes químicos	El uso de fertilizantes ecológicos disminuye la contaminación de la calidad del suelo y a su vez, los cultivos llegan a ser 100% orgánicos
Artesanal	Conservación de biodiversidad	El aprovechamiento de especies exóticas invasoras, podría contribuir a disminuir su población y con ello, a que las especies nativas recuperen su nicho y sigan su ciclo de vida (Saad-Alvarado, 2016).
	Favorece incentivos económicos locales	La diversificación de actividades productivas permiten la generación de alternativas económicas (García et al. 2008). En este caso, la venta de pescado podría contribuir a mejorar los ingresos para los habitantes de la microcuenca y que no contravenga los lineamientos de la ANP. (Rivera-Cruz et al. 2008).
	Favorece la atracción turística	La diversidad y originalidad de los platillos es una forma de atraer al turismo. La artesanía es un patrimonio cultural que puede convertirse en una alternativa de turismo rural y generar empleos (Rivera- Cruz et al. 2008
	Favorece la organización social	La conformación de ferias gastronómicas podría contribuir al tejido social, ya que es un escenario para la colaboración y la generación de identidad (Rivera-Cruz et al. 2008).
	Favorece la identidad tradicional	Con base en la diversidad gastronómica, los platillos originales expuestos en ferias podrían llegar a ser únicos, de tal manera que su preparación identifique a la región. Además la actividad artesanal puede significar una ruta hacia el desarrollo comunitario (Rivera et al. 2008)

	Beneficios	Continuación
	Creación de emprendimientos locales	Además de las ferias gastronómicas, las familias pueden emprender un local de venta de pescado, como comida corrida, comida para llevar, o comida a domicilio. La diversificación de actividades productivas permiten la generación de alternativas económicas (García <i>et al.</i> 2008).
	Fomenta la participación conjunta entre instituciones y pobladores	Los apoyos económicos de dependencias hacia los artesanos requieren de organización, capacitación y mutua comunicación para aprovechar las especies. Además de controlar la población de especies invasoras, al coleccionar los organismos, su aprovechamiento medicinal podría fomentar la elaboración de estudios e investigaciones científicas. Asimismo las investigaciones sociales podrían contribuir a difundir las actividades de esta propuesta y que exista una vinculación social (Orozco <i>et al.</i> 2017)
	Favorece la creación de proyectos innovadores	El interés por aprovechar cada parte de un recurso, requiere de nuevas ideas y capacitación que fomenta la originalidad de los proyectos
Combustible	Favorece incentivos económicos locales	La diversificación de actividades productivas permiten la generación de alternativas económicas (García <i>et al.</i> 2008). En este caso, la venta de pescado podría contribuir a mejorar los ingresos para los habitantes de la microcuenca y que no contravenga los lineamientos de la ANP. (Rivera-Cruz <i>et al.</i> 2008).
	Favorece la organización social	La conformación de ferias gastronómicas podría contribuir al tejido social, ya que es un escenario para la colaboración y la generación de identidad (Rivera-Cruz <i>et al.</i> 2008).
	Creación de emprendimientos locales	Además de las ferias gastronómicas, las familias pueden emprender un local de venta de pescado, como comida corrida, comida para llevar, o comida a domicilio. La diversificación de actividades productivas permiten la generación de alternativas económicas (García <i>et al.</i> 2008).
	Fomenta la participación conjunta entre instituciones y pobladores	Los apoyos económicos de dependencias hacia los artesanos requieren de organización, capacitación y mutua comunicación para aprovechar las especies. Además de controlar la población de especies invasoras, al coleccionar los organismos, su aprovechamiento medicinal podría fomentar la elaboración de estudios e investigaciones científicas. Asimismo las

	investigaciones sociales podrían contribuir a difundir las actividades de esta propuesta y que exista una vinculación social (Orozco <i>et al.</i> 2017)
Favorece la creación de proyectos innovadores	El interés por aprovechar cada parte de un recurso, requiere de nuevas ideas y capacitación que fomenta la originalidad de los proyectos

Usos: **Consumo** (pescado asado al horno, al carbón, frito, estofada, hervida, al vapor, filete ahumado o con hierbas, machaca ahumada, hamburguesa de pescado aplanado, filete, nuggets, entero, gelatina, galletas). **Salud** (Piel para quemaduras y colágeno). **Alimento animal** (Harina). **Agrícolas** (Ensilados, fertilizantes y composta). **Artesanal** (Carteras, bolsas, cinturones, collares, pulseras, aretes, zapatos, detalles de piel para accesorios). **Combustible** (Biodiesel).

Las diferentes formas de aprovechar un recurso requieren de la participación de actores clave que realicen tareas específicas para la ejecución de cada propuesta, por lo que fue necesaria la visión de los interesados.

5.3 Acciones sociales que se relacionan con el aprovechamiento de peces exóticos invasores

Los principales actores clave que fueron entrevistados para describir las acciones enfocadas para la introducción y aprovechamiento de peces exóticos invasores se muestran en la figura 22.

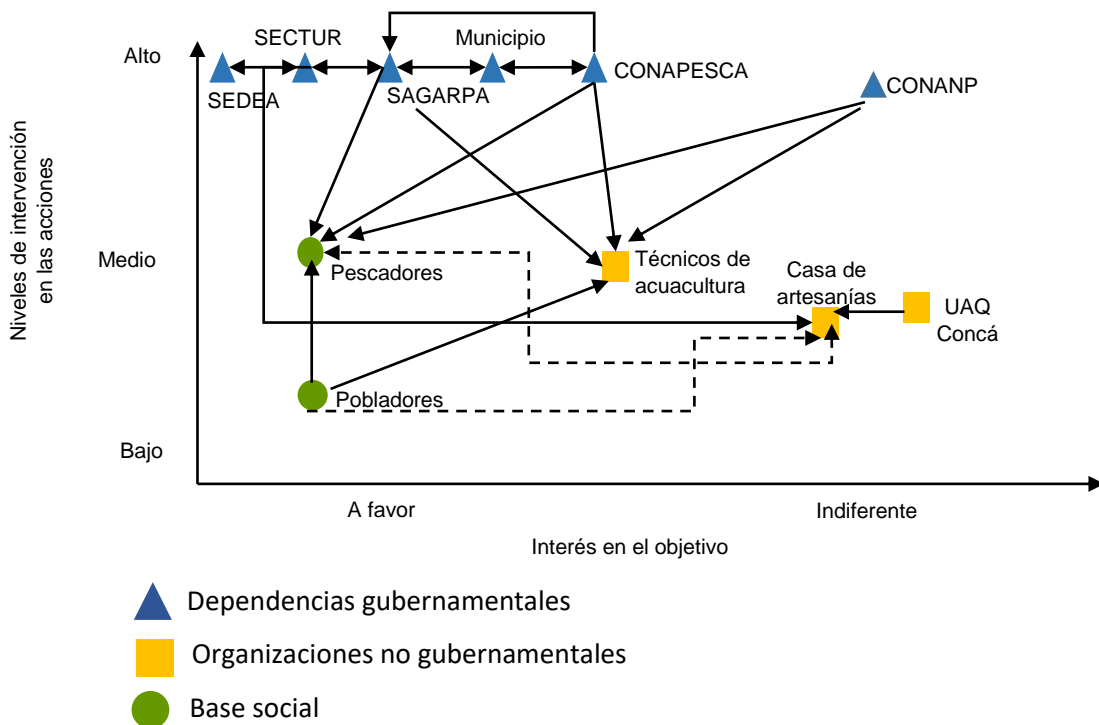


Figura 22. Interés de los actores clave en las especies objetivo y su nivel de intervención en las acciones.

Actores que intervienen en la introducción

SAGARPA: La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, es una dependencia del poder ejecutivo federal y dentro de sus objetivos se encuentra proporcionar el ejercicio de una política de apoyo que permita producir mejor. La colaboración de este actor para llevar a cabo un manejo integral de peces exóticos invasores se relaciona con planificar la reintroducción de alevines en la Presa Jalpan contemplando previamente el riesgo que la introducción conlleva

con las especies nativas. Asimismo, la SAGARPA es un actor de oportunidad para fomentar el uso de biofertilizantes orgánicos en el municipio ya que la microcuenca del Río Jalpan se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda y a su vez, es indispensable su participación como colaborador para fomentar el control de EEI, una vez que han sido introducidas.

CONAPESCA: La Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca tiene el principal objetivo de formular y proponer políticas y lineamientos internos que faciliten el proceso de planeación sectorial, así como evaluar el cumplimiento de los principales programas y proyectos a fin de desarrollar y fortalecer las capacidades institucionales. La colaboración de este actor en el presente proyecto se relaciona con el control de registro de pesca para analizar la abundancia de peces y estimar el máximo recurso aprovechable. A su vez, es un actor de oportunidad para capacitar a los pobladores y fomentar el manejo productivo como beneficio económico y ambiental.

SEDEA: La Secretaría de Desarrollo Agropecuario tiene como objetivo Promover un modelo económico dentro del sector agropecuario, fundamentado en el ser humano, mediante una administración integral, sustentable y participativa de procesos regionales de producción y comercialización a través de: Lograr la producción de alimentos y materias primas suficientes para satisfacer las necesidades de ingresos de los productores y lograr el desarrollo sustentable y el buen uso de los recursos naturales del estado. La colaboración de este actor en el presente proyecto se relaciona con la oportunidad de apoyar y fomentar el uso de biofertilizantes orgánicos en las actividades agrícolas, para mejora de la calidad del suelo y calidad de los cultivos.

SECTUR: La Secretaría de Turismo tiene como misión conducir el diseño e implementación de las políticas públicas orientadas a fortalecer el desarrollo de la actividad turística, promover la innovación en el sector, mejorar la calidad de los servicios turísticos y la competitividad del turismo nacional, impulsando estrategias transversales que articulen las acciones gubernamentales, del sector privado y social, contribuyendo al crecimiento sustentable e incluyente del turismo. La

colaboración de este actor en el presente proyecto se relaciona con promover las alternativas de uso como una actividad artesanal y propia de la región. Los productos artesanales derivados del pescado, son una oportunidad para dar a conocer la importancia de controlar EEI a las personas que lo consuman. Asimismo, su participación coadyuva a fomentar un torneo de pesca infantil en el cauce principal o actividades recreativas alternas al torneo de pesca o en cualquier otro momento, así como promover los mercados artesanales locales o expos ambientales motivando a los pobladores a participar para controlar la abundancia de peces exóticos invasores (municipiodejalpan.gob.mx).

Municipio de Jalpan: Su misión es ser un gobierno municipal de la partición social y del bienestar de las familias, con el firme compromiso de la inclusión social, buscando siempre mejorar la calidad de vida de sus habitantes. La colaboración de este actor en el presente proyecto se relaciona con el fomento de la importancia que cada persona representa al tener conocimiento sobre el aprovechamiento adecuado de los recursos. Al igual que SECTUR, la participación de este actor es fundamental para promover mercados artesanales locales y expos ambientales coadyuvando a mejorar la calidad de vida de las personas (Plan Municipal de Desarrollo de Jalpan 2015-2018).

Actores de oportunidad para el control de introducción

CONANP: La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, es un actor principal en la colaboración del control y manejo de peces exóticos invasores. En el presente proyecto su participación se relaciona con el monitoreo de especies exóticas invasoras para llevar a cabo acciones de manejo. La CONANP, es un actor primordial en el proyecto ya que es uno de los colaboradores en el trabajo que se llevó a cabo, asimismo la experiencia con la que cuenta al capacitar a las personas a través de talleres de educación ambiental, permite planificar una alternativa de aprovechamiento con mayor eficiencia y participación entre dependencias y pobladores.

Actores que intervienen en el aprovechamiento

Pescadores: Aprovechan los peces para autoconsumo y venta local. La colaboración de estos actores en el presente proyecto se relaciona con saber las necesidades y problemas reales que viven día con día los pescadores con la finalidad de proponer una alternativa que disminuya dichos problemas y satisfaga sus necesidades, así como tomar en cuenta las experiencias que han tenido al llevar a cabo medidas de manejo de peces. Por otro lado, su participación es de vital importancia para llevar a cabo las propuestas planteadas en el presente proyecto, González com. pers.

Técnicos de acuicultura: Capacitan a los productores que tienen granjas de cultivo de peces para aumentar su producción y vender el pescado a nivel local. La colaboración de estos actores se relaciona con la oportunidad de contar con recursos alternos a la presa y al cauce principal, por lo que la producción de peces en las granjas puede tener otras alternativas de comercio como las artesanías y biofertilizantes, aparte de la venta local que ya realizan Pazarán, com. Pers.

Actores de oportunidad para el aprovechamiento

UAQ Concá: Cuenta con un Laboratorio de Bioingeniería Acuícola con la finalidad de preservar especies nativas, así como fomentar el cultivo controlado de peces. Este Laboratorio surge ante la necesidad de fomentar el desarrollo regional, conservando los recursos naturales, y apoyar la formación académica de los estudiantes en este campus. La colaboración de este actor en el presente proyecto se relaciona con el fomento de cambiar la visión de cultivar especies exóticas invasoras por especies nativas, disminuyendo los riesgos ambientales que las EEI ocasionan. Asimismo, dicho actor representa la oportunidad de capacitar a las personas interesadas en las granjas de peces la importancia que genera el cuidado y control de las granjas previniendo el escape de especies hacia el cauce (Peña com. Pers).

Casa de artesanías: Es un espacio dedicado a mostrar la creatividad de los artesanos de la región; tiene a la venta artesanías de los cuatro municipios serranos, destacando los artículos de palma, cerámica, barba de pino y madera, además de

algunos productos de consumo como las conservas, dulces de guayaba y licores de frutas de la región, incluye también la venta de miel, café de la región y bordados. La colaboración de este actor en el presente proyecto se relaciona con promover los artículos artesanales como carteras, cinturones, pulseras, y otros productos que lleven piel de pescado, con la finalidad de coadyuvar en los ingresos económicos locales. Asimismo, es un actor de oportunidad para dar a conocer en otros lugares diferentes a la región los productos por medio de ferias y exposiciones (<http://jalpandeserrapueblomagico.com/artesantias.html>).

Actores indirectos para el aprovechamiento

Pobladores: Consumen el pescado comercializado en la región y son uno de los actores que puede llegar a desarrollar la alternativa de manejo. La colaboración de estos actores en el presente proyecto se relaciona con saber los gustos y preferencias del sabor y tamaño del pescado. La participación de la población fue de gran importancia para indagar en la posible viabilidad de aceptar productos con piel de pescado.

Narrativa de las acciones asociadas a las EEI de peces.

En el cauce principal de la microcuenca se construyó la presa Jalpan en el año 1977, con el objetivo de obtener agua para riego de cultivos y uso doméstico para las localidades de Jalpan, Piedras anchas, Embocadero, Saldiveña, El Lindero y El Zapote. La concesión, para utilizar el agua de la presa está bajo la Comisión Estatal del Agua, sin embargo desde hace 20 o 30 años, los pobladores de la microcuenca introdujeron especies de peces exóticos invasores por medio del Municipio de Jalpan y desarrollaron la actividad pesquera como menciona Heladio (Ex presidente de SAGARPA) *“La pesca que se realiza en la presa es una actividad que no está considerada dentro de la concesión, y para que sea concesionada debe iniciarse un proceso que lleva mucho tiempo”*. A pesar de lo anterior, la actividad pesquera ha tomado un rol importante para los pescadores, hasta el momento se cuenta con cinco permisos para pescar los cuales fueron dados por SAGARPA, esta dependencia gubernamental busca aumentar la producción de pescado. Los permisos corresponden a las siguientes personas: Mario González Suarez, Silvia,

Sostenes, Santiago Lázaro e Isidoro Arreguin, se expidieron hace seis o siete años y deben reportar la cantidad que extraen de la presa a SAGARPA, quien pasa el reporte a CONAPESCA. Las especies que tienen permitido capturar son la mojarra, el bagre, la carpa y Lobina, Heladio (Ex presidente de SAGARPA) comentó *“La Lobina se captura solo en el torneo de pesca, pero no sé con certeza si también está permitido capturarla”*, sin embargo, esta especie es capturada por pescadores clandestinos y en el torneo de pesca se realiza una captura y libera.

El seguimiento de la reintroducción de peces exóticos invasores en la presa la realizan SAGARPA, CONAPESCA, SEDEA, SECTUR y el Municipio de Jalpan. Estas dependencias gubernamentales hacen un trato de palabra para determinar la fecha y cuantos alevines reintroducirán, Heladio (Ex presidente de SAGARPA) mencionó: *“La cantidad de alevines varía dependiendo la capacidad que tenga el Centro piscícola de Conca, se introducen de 10 000 a 15 000 alevines aproximadamente tres veces al año antes del torneo de pesca y la introducción se realiza cuando la presa deja de verter agua en la cortina”*. Al respecto, Adriana (Directora de Turismo) argumentó: *“Cada año se realizan siembras de alevines, los pescadores le llaman forraje, una se realiza en diciembre, otra en enero en coordinación con SAGARPA y SEDEA y se traen del centro de Conca, siembran entre 10 000 y 11 000 alevines pero no sé qué especies son”*.

La Lobina negra y la carpa fueron las primeras especies en introducir, hace aproximadamente 20 años. Estos peces los han traído de diferentes lugares como Aguascalientes, Colima, Huichihuayan, y en la actualidad quien les da las especies es el centro piscícola de Conca. Para que la población permanezca además de la reintroducción que realizan, se establece una época de veda la cual consta de un acuerdo verbal administrativo, entre la administración municipal, y la secretaría de seguridad pública del municipio de Jalpan, los cinco o 10 comisionarios de pesca, la CONAPESCA y la SAGARPA, *“El proceso correcto de establecer la veda es con evaluaciones y estudios previos, pero lleva mucho tiempo y sale muy caro”*. (Escalante, H. Ex presidente de SAGARPA, 2017).

El periodo de veda varía entre tres o cuatro meses y se establece para que la Lobina se reproduzca y engorde y la asesoría que toman en cuenta es la de los pescadores por el conocimiento práctico que ya tienen. Los pescadores son los principales actores que se benefician de las especies invasoras, sin embargo, a través del tiempo se han enfrentado a una serie de problemas que ha afectado su economía, tal es el caso de la presencia de pescadores clandestinos, Rafael (Jefe de la Unidad de Fomento y Regulación Pesquera y Acuícola en CONAPESCA): *“Los pescadores clandestinos llegan a quitar las redes de los pescadores legales lo cual conlleva a una disminución en la entrada económica de los mismos. Ante esta situación no se sabe la producción neta de la presa, ya que los pescadores legales reportan mensualmente lo que capturan y se tiene una aproximación, sin embargo al no estar controlada la pesca clandestina se desconoce la capacidad de producción”*.

Una estrategia de manejo para el aumento de la producción del pescado que se realizó, fueron las jaulas flotantes, Rafael (Jefe de la Unidad de Fomento y Regulación Pesquera y Acuícola en CONAPESCA) mencionó *“Se tenía un proyecto de jaulas flotantes en la presa, la especie que se cultivaba era bagre y después tilapia, esta alternativa fue propuesta por los mismos pescadores para disminuir el esfuerzo pesquero y tener mayor producción. Económicamente les fue bien, pero las jaulas requieren mayor mantenimiento y comenzaron a tener problemas con la compra de crías ya que los costos se elevaron”*. Al respecto, Mario (pescador de la presa Jalpan) comentó: *“Se pusieron unas jaulas para producir pescado pero no funcionaron porque se producía mucho y en ese entonces (70´s u 80´s) la gente del municipio era muy poca. Dentro de esos cultivos trajeron una tilapia anaranjada que la gente no conocía y no la consumía, el negocio de la jaula se fue perdiendo y soltamos los peces. Después metimos la tilapia gris y se pusieron redes”*.

El proyecto de las jaulas flotantes no funcionó por diversos motivos, los principales fueron que el mantenimiento requería más tiempo y los pescadores comenzaron a tener problemas con los proveedores de crías por la distancia ya que los peces eran de Colima. Durante el período de espera, el Centro piscícola de Conca les dio alevines para que la producción no disminuyera, sin embargo, los pescadores se vieron en la necesidad de buscar otro proveedor de Huichihuayan, y ahí

consiguieron crías y alimento. A pesar de que ya habían resuelto el problema, pasaron tres meses para darse cuenta que las crías que les llevaron seguían teniendo un tamaño pequeño, Mario (pescador de la presa Jalpan) argumentó *“nos dimos cuenta que nos entregaron peces cargados y estaban teniendo crías, cuando paso todo esto nos cansamos de que no nos entregaban los peces a tiempo ni sexados, y decidimos liberar los peces”*.

Al tener las jaulas flotantes, se formó una cooperativa de pesca la cual estaba a cargo de Guillermo Rocha, uno de los pobladores que antes era pescador, posteriormente el cargo paso a Quintín Zarate. La cooperativa tenía la función de comercializar el pescado, pero no duró mucho tiempo, ya que los pescadores se dieron cuenta que económicamente no les convenía y en ocasiones no les pagan y este fue otro de los motivos por los cuales no siguieron con el proyecto de las jaulas, sin embargo, Mario (pescador de la presa Jalpan) comentó: *“Cuando estaba la cooperativa de pesca, se vendían como 20 kilos, a nosotros nos pagaban a \$20.00 el kg., y los de la cooperativa lo vendían a \$35.00, y en ocasiones ni nos pagaban. Nos quejamos con SAGARPA, se desintegro la cooperativa, y comenzamos a pescar de forma individual”*.

En la actualidad, los pescadores que hay son de subsistencia, en ocasiones venden el pescado a personas de la misma localidad, para Mario (pescador de la presa Jalpan) como un comentario personal mencionó que: *“la pesca es muy importante para el sustento de mi familia, y cuando no se puede pescar me ayudo de otros trabajos”*. En la presa Jalpan se llevan a cabo torneos de pesca de Lobina negra y de Carpa, y los pescadores se ven beneficiados económicamente al rentar sus lanchas o equipo de pesca a los participantes o bien un incentivo que les dan por ser parte de los jueces que evalúan el torneo.

El torneo de pesca está organizado por SECTUR principalmente y con ayuda de SAGARPA y Sedea. Hasta ahorita llevan 18 años con el torneo de pesca de Lobina con 120 participantes aproximadamente y el torneo de carpa inició hace cinco o seis años entre 50 y 60 participantes, Adriana (Directora de Turismo) comentó que *“la finalidad de hacer el torneo de pesca de la carpa es para disminuir la población de esta especie, ya que las personas no la consumen por tener muchas espinas.*

Durante el torneo de la Carpa se dan permiso para que las personas puedan llevarse cierta cantidad de pescado para consumo, a diferencia del Torneo de la Lobina que es captura y libera, por lo que los participantes tienen prohibido llevarse organismos de esta especie”.

El torneo se organiza con la colaboración de Mario (Pescador), el director de SAGARPA, SEDEA, SECTUR, el Subdelegado de pesca, director de seguridad pública y protección civil. Se arman las bases del torneo, se evalúan, se hace la convocatoria se difunde (SECTUR). Seguridad pública y protección civil colaboran con los rondines, SEDEA apoya con los jueces (10 a 20 jueces que pertenecen a la sociedad pesquera y canotaje). Durante el torneo hay rondines para recolección de basura, Adriana (Directora de Turismo) argumento: *“En general, trabajamos en la zona de la presa Jalpan y el río, principalmente en campañas de limpieza con ayuda de los estudiantes de COBAQ y dos Universidades de Jalpan”.* Otras actividades que se destacan para el turismo son la renta de lanchas, hidrobikes y kayak.

Las dependencias gubernamentales están dispuestas a colaborar con nuevos proyectos que ayuden al turismo, actividades recreativas y a la producción económica. SAGARPA es una dependencia que por medio de extensionismo fomenta recursos para el apoyo de proyectos, Raúl (Presidente de SAGARPA del municipio de Jalpan) dijo *“recientemente estamos impulsando apoyos a proyectos que propongan un valor agregado para mejorar la productividad, la forma para regular que no exploten los recursos de manera descontrolada una vez que ven el potencial económico son los candados normativos”.*

Uno de los proyectos que se está realizando por medio de extensionismo es un apoyo a granjas acuícolas, en lo personal Sofía (Técnica de acuicultura) mencionó *“inicié a trabajar con 36 productores de los municipios de Jalpan, Arroyo Seco y Pinal de Amoles, estos productores lo vieron como negocio o como un ahorro para el sustento de su familia, solo 30 han seguido con el proyecto por dos años, y en la actualidad se tienen 19 granjas y 80 estanques con buena infraestructura”.*

Las especies que cultivan en las granjas son tilapia (gris, blanca roja) y bagre no nativo (*Ictalurus punctatus*), para seleccionar las especies se basan en el clima de

la zona, la calidad del agua y la sensibilidad de las especies. Las siembras las realizan con 25 000 crías aproximadamente y las traen de varios estados, Guanajuato, Chiapas, Tamaulipas y Toluca ya que se fijan en las tallas y que el cultivo sea solo de machos para el cultivo de tilapia, con el fin de evitar la competencia de alevines y adultos, Sofía (Técnica de acuacultura) argumentó, *“si se cultivan igual hembras, la población aumentaría y tendríamos problemas de falta de oxígeno y las especies no crecerían como debieran hacerlo”*, mientras que el cultivo de bagres siembran tanto machos como hembras.

El agua que utilizan para la actividad la obtienen de manantiales que se encuentran dentro del terreno de los productores, del río, o de la presa, y los desechos los ocupan para el riego de huertas que los mismos productores tienen, Sofía (Técnica de acuacultura) comentó, *“hay personas que tienen bastante cantidad de agua y realizan el recambio diario como Don José que se encuentra en Ayutla, y en otros lugares cada 15 días o cada semana”*.

Los acuicultores de la región producen siete toneladas al año, sin embargo Sofía (técnica de acuacultura) mencionó *“la producción de pescado que hasta el momento se tiene dentro de la región de Jalpan y Ayutla no es suficiente para la demanda real de la población”*. Ante esta situación vendedores de pescado externos a Jalpan y Ayutla comercializan el pescado que las granjas de cultivo no pueden abastecer, sin embargo, dicha venta les ha perjudicado ya que el costo es menor a comparación del costo del pescado producido en la localidad, debido a que los productores locales elevan el precio para el mantenimiento de sus granjas. Sofía (Técnica de acuacultura) mencionó *“uno de los problemas a los que nos enfrentamos como técnicos es el seguimiento de asesoría a los dueños de las granjas de cultivo, ya que el contrato que tenemos es temporal y para entrar renovarlo, se requiere entrar nuevamente a la convocatoria, el cual es un proceso que requiere tiempo y en ese lapso los productores se quedan cinco meses sin asesoría, lo cual se vuelve problema porque los avances que ya se tenían sobre cuidados, producción y mantenimiento recaen”*. A su vez, mencionó que *“la falta de interés de algunos productores es otra causa por la cual los proyectos recaen”*.

En ocasiones, los proyectos que se realizan no funcionan porque no son rentables, ante esta situación, en la Universidad Autónoma de Querétaro Campus Concá se tiene planeado realizar una granja acuícola rentable, Guillermo (Docente del Campus Concá) mencionó, *“Dentro de las prácticas de manejo se contemplaran trampas para que los organismos no se escapen a otro cuerpo de agua y se busca realizar un protocolo para ser ejecutado y dirigirse a los productores de la comunidad para que puedan manejar su propia granja”*.

La especie que se quiere cultivar es la tilapia por la demanda que tiene por parte de los pobladores, sin embargo se pretende en un futuro cultivar especies nativas que puedan ser rentables para las granjas, Guillermo (Docente del Campus Concá) dijo, *“La finalidad de utilizar especies nativas en los cultivos es para cambiar la visión de solo cultivar tilapia por lo que, se pretende cambiar el modelo productivo con otras especies para reducir el impacto que pueda llegar a causar la tilapia”*. Dentro de este objetivo se pretende concientizar a las personas sobre el manejo que se le da a las especies, asimismo argumentó Guillermo (Docente del Campus Concá) *“para lograr el cambio de paradigma en la población sobre el cultivo de tilapia a cultivo de especies nativas se debe hacer una prueba de rentabilidad y capacitación sobre la producción de la especies”*.

El valor agregado que se le pueda dar al pescado es una de las maneras de cambiar la visión sobre el uso de la tilapia, como un argumentó personal Sofía (Técnica de acuicultura) dijo, *“los restos del pescado se pueden utilizar para harina para el ganado o hacer composta”*. Por otro lado, y como otra alternativa se han realizado cursos para darle valor agregado a los peces, sin embargo no le han dado seguimiento, la Esposa del Sr. Mario, (pescador de la presa Jalpan), comento al respecto, *“Nos dieron un curso sobre las cosas que se pueden hacer con la piel de pescado, por parte de CONAPESCA, pero el biólogo que dio el curso quedo de convocarnos para enseñarnos el procedimiento y ya no nos volvieron a hablar”*.

El valor agregado de las especies exóticas invasoras es una oportunidad para lograr un manejo integral de la actividad pesquera, ya que se puede tener la iniciativa de que no sea solo un proyecto productivo, sino que además fomente el interés por la educación ambiental y vaya más allá de un fin económico, bajo este argumento,

Guadalupe (Encargada de la Casa de Artesanías) menciona, *“la casa de artesanías está abierta a nuevas propuestas que puedan identificar a la región y hay un interés por colaborar con el presente proyecto”*.

Una de las dependencias encargadas de fomentar el interés por la educación ambiental es la CONANP, esta dependencia a través de talleres, vigilancia y protección de los recursos naturales, monitoreo e investigación biológica, desarrollo de proyectos alternativos, tanto productivos y de conservación son las acciones que ha ejecutado para conservar parte de la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda (RBSG). Ulises Torres (Coordinador de monitoreo de la biodiversidad en la CONANP) mencionó que dentro de la RBSG, se han identificado una docena de EEI, tanto de flora como de fauna, al respecto dijo *“Se inició el monitoreo en el 2016 para reconocer las especies de EEI y comenzar a generar bases de datos que puedan dar información al respecto, para tomar decisiones de trabajo. Así mismo, se han tenido colaboraciones con universidad de Querétaro para trabajar con dos grupos de EEI que existen en una cuenca central de la reserva: Moluscos y peces”*.

Al respecto, las medidas de vigilancia que se han tomado para controlar la introducción de especies exóticas invasoras es la educación ambiental y planes de compensación: *“Hay dos medidas de vigilancia para controlar la introducción, ambas en un nivel bajo. Con educación ambiental se han transmitido conocimientos e información con pláticas y la otra, es la revisión de planes de compensación de obras de infraestructura, para evitar que EEI lleguen a lugares donde se pretende realizar actividades de reforestación o restauración”*, dijo Ulises Torres (Coordinador de monitoreo de la biodiversidad en la CONANP). Sin embargo uno de los puntos débiles que presenta la CONANP para que las normas se lleven a cabo de forma adecuada, es la falta de capacidad para ejecutar en ciertas áreas, *“Aunque las normas en materia de ANPs es amplia, para varias cosas el personal del ANP no está facultado, como la capacidad de detener o confiscar en caso de delitos ambientales, así mismo, muchas instituciones de los tres niveles de gobierno deberían solicitar la opinión sobre proyectos a la reserva, no lo hacen y se omiten reglamentos”* (Ulises Torres, Coordinador de monitoreo de la biodiversidad en la CONANP).

Dicha situación, se podría contrarrestar con una coordinación intrasectorial: *“A través de la coordinación intrasectorial, que es algo que hemos tratado de facilitar y gestionar para realizar acuerdos. El estar coordinados nos permite trabajar por un bien común y fortalecer proyectos”*, a su vez, mencionó que el éxito de los proyectos se da cuando estos se siguen a mediano plazo *“Para cualquier proyecto exitoso debe haber continuidad por parte de la sociedad y apoyo de las instituciones por un mínimo de 5 años”* (Ulises Torres, Coordinador de monitoreo de la biodiversidad en la CONANP).

A su vez, el éxito de los proyectos está acompañado de la participación conjunta de los interesados por lo que, es indispensable conocer la perspectiva de los pobladores al realizar una nueva propuesta. En el presente proyecto, los pobladores de la microcuenca están involucrados en el consumo de los peces exóticos invasores y han argumentado sus opiniones de la siguiente manera.

Se realizaron 109 encuestas en total de las cuales 46 personas fueron hombres y 63 mujeres. Las 17 localidades que se visitaron fueron, Acatitlan (9 personas encuestadas), Arroyo las cañas (7), Ayutla (1), Capulines (1), El Fraile (1), El Lindero (26), El Rayo (18), Manzanillos (3), Parque acuático (1), Piedras Anchas (10) La Presa (6), Puerto Hondo (2), Río Adentro (1), Rivera del Río (3), Saldiveña (13), San Martín (3) y Teocho (4). Las respuestas más relevantes para el presente proyecto fueron las siguientes. Las preguntas que no tuvieron relevancia para el objetivo del presente proyecto se muestran en el Anexo 3.

El 56% de las personas encuestadas saben que los peces que hay en la presa y el Río son especies exóticas, mientras que el 44% no sabía. Por otro lado, el 88% de las personas no sabe en qué año fueron introducidos los peces, mientras que el 22% menciona una aproximación (Figura 23).

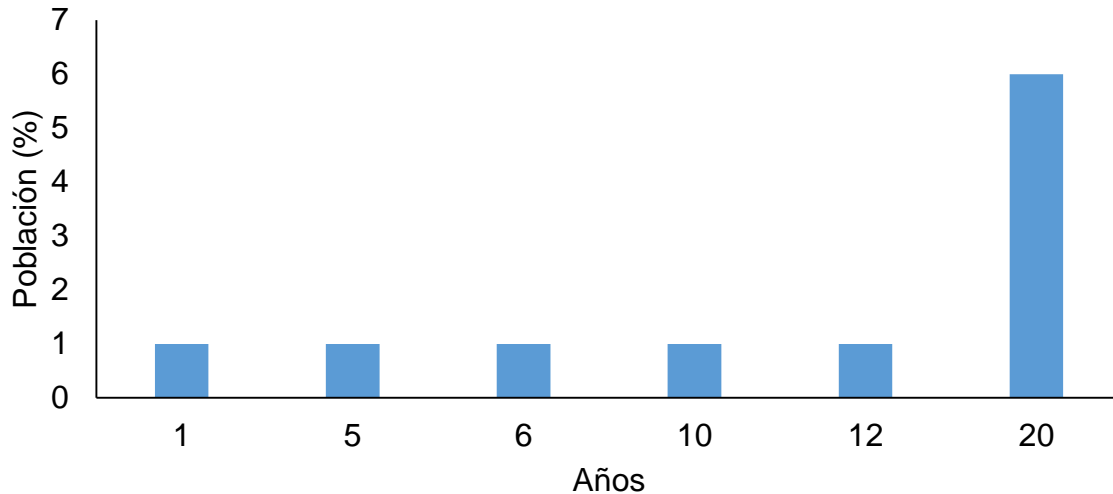


Figura 23. Porcentaje de la población que menciona un año aproximado de la introducción de peces exóticos.

El 81% de los encuestados no saben los problemas que las especies exóticas pueden llegar a ocasionar, mientras que el 18% de los encuestados dijo que uno de los principales consecuencias de la presencia de peces exóticos invasores era la pérdida de biodiversidad, Solo el 1% mencionó que sabía que los peces exóticos causaban daños pero no dijo qué problema podría causar.

El 6% de la población mencionó que la Lobina negra es la especie que se captura más, el 61% dijo que es la mojarra, el 18% menciona la mojarra y la tilapia mientras que el 15% dijo que la tilapia era la especie que se captura con mayor frecuencia. Los principales usos que se le dan a la especie son el autoconsumo (40%), autoconsumo y venta (50%), autoconsumo, venta y recreativo (1%) y venta (9%). De las personas encuestadas, el 7% prefiere consumir Lobina negra mientras que el 62% prefiere la mojarra, el 11% la mojarra y tilapia y el 20% la tilapia. El tamaño del pescado lo prefieren mayor a 10cm (23%), mayor a 20cm (53%), mayor a 30cm (12%) y de todos los tamaños (13%). Para la preparación del pescado, el 58% lo prepara frito, el 32% frito y en caldo, el 9% en caldo y el 1% frito y al mojo de ajo.

Por lo que, el uso común que le dan al pescado es el consumo, sin embargo, al preguntarles si sabían que se podía realizar artesanías con piel de pescado el 97% dijo que no y el 13% respondió que sí. Al platicar con las personas sobre si les

gustaría aprender a realizar artesanías con la piel de pescado el 72% dijo que sí, el 25% menciono que no, y el 3% dijo que tal vez.

Con base a lo anterior, la perspectiva de los pobladores, dependencias gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y pescadores, permitió afirmar la falta de información sobre los impactos negativos que las especies invasoras ocasionan ante un manejo inadecuado de las mismas. Asimismo, el análisis de la información refleja que la presencia de peces exóticos invasores no es un problema para la región, ya que muchos de los pobladores como pescadores, consumidores u organizadores de torneos se ven beneficiados. Sin embargo, a pesar de los beneficios económicos que hasta el momento la presencia de especies han generado, los pescadores e interesados de la población están abiertos a conocer nuevas formas para aprovechar las especies. Por lo que, la opinión de los actores clave permitió hacer un análisis de factibilidad para determinar si los posibles usos propuestos son apropiados con relación a las necesidades de los actores clave, y si los subproductos derivados pueden contribuir a conservar la estructura y función de la microcuenca, lo cual comprende la siguiente etapa.

Cabe mencionar, que la factibilidad de los usos propuestos en el presente trabajo vista de forma independiente no siempre cumple con la contribución a la funcionalidad de la cuenca la cual es parte fundamental del enfoque de cuenca, sin embargo, la aplicación de varios usos potenciales en conjunto aproximan el manejo adecuado de las especies con dicho enfoque.

5.4 Integración del aprovechamiento de peces, las acciones sociales para su aprovechamiento y los beneficios a la microcuenca

La perspectiva de los diferentes actores permitió inferir la factibilidad de los posibles usos para el aprovechamiento de las tres especies de peces exóticas invasoras (Cuadro 13).

Cuadro 13. Factibilidad de los posibles usos para el aprovechamiento de EEI en la microcuenca del Río Jalpan.

Usos		Factibilidad						Viabilidad
		AO	AR	C	I	IS	M	
Gastronómicos	Asada al horno	2	3	3	3	3	3	Viable
	Al carbón	2	3	3	3	3	3	Viable
	Frita	2	3	3	3	3	3	Viable
	Estofada	2	3	3	3	3	3	Viable
	Hervida	2	3	3	3	3	3	Viable
	Al vapor	2	3	3	3	3	3	Viable
	Filete (ahumado, con hierbas)	2	3	3	3	3	3	Viable
	Machaca de Tilapia ahumada	2	3	3	3	3	3	Viable
	Hamburguesa de pescado aplanado	2	3	3	3	3	3	Viable
	Filete de tilapia fresco o congelado en diferentes presentaciones.	2	3	3	3	3	3	Viable
	Nuggets de tipalia	2	3	3	3	3	3	Viable
	Tilapia entera	2	3	3	3	3	3	Viable
	Gelatina	2	3	1	1	3	2	Poco viable
	Harina ahumada de carcasa	2	3	1	2	3	2	Poco viable
Galletas	2	3	1	2	3	2	Poco viable	
Salud	Piel para quemaduras	2	3	1	1	3	1	No viable
Alimento animal	Harina	2	1	2	2	3	2	No viable
	Ensilados	2	2	2	2	3	2	Poco viable

Agrícolas	Fertilizante	2	2	2	3	3	3	Poco viable
	Composta	2	2	3	3	3	3	Viable
Cosméticos	Colágeno	2	1	1	1	3	1	No viable
Artesanal	Curtido de piel (carteras, cinturones, zapatos)	2	3	2	3	3	3	Viable
	Aretes con escamas	2	3	2	3	3	3	Viable
Combustible	Biodiesel a base de aceite de pescado	2	1	1	3	3	1	No viable

AO: Abundancia obtenida, AR: Abundancia requerida. C: Capacitación, I: Infraestructura, IS: Interés social y M: Mercado.

Con base a la información anterior, el aprovechamiento de peces exóticos invasores con mayor viabilidad para su funcionamiento son, las artesanías con piel de pescado, escamas y huesos, la composta y los usos gastronómicos, ya que la abundancia que se requiere para realizar alguna de estas alternativas no es abundante a comparación de las otras alternativas, lo cual es una de las principales limitantes para poder desarrollar y potencializar su uso.

Bajo este esquema, se determinaron las alternativas viables para la época de secas e inicio de secas (Cuadro 14) las cuales se podrían realizar en las tres zonas funcionales de la microcuenca.

Cuadro 14. Alternativas viables para el manejo de peces exóticos invasores en la microcuenca del Río Jalpan,

Alternativas viables	ZF	Contribución a la microcuenca	Actores que intervienen
Venta de pescado durante el torneo de pesca y para la comunidad (entero, filete, nuggets)	Baja	Favorece los ingresos adicionales	Pescadores, pobladores, SECTUR, Municipio de Jalpan, Técnicos de acuacultura y SAGARPA.
		Favorece la atracción turística	
		Favorece la organización social	
		Conservación de biodiversidad	
		Favorece la diversidad de alimentos	
		Creación de emprendimientos locales	
		Favorece identidad tradicional	

Artesanías con piel de pescado	Baja	<u>Favorece los ingresos adicionales</u> <u>Favorece la atracción turística</u> <u>Favorece la organización social</u> <u>Favorece la identidad tradicional</u> <u>Conservación de biodiversidad</u> <u>Creación de emprendimientos locales</u> <u>Participación conjunta entre instituciones y pobladores</u> <u>Favorece la creación de proyectos innovadores</u>	Pescadores, artesanos, SECTUR, SAGARPA, SEDEA, Municipio de Jalpan, CONANP, Casa de artesanías, Técnicos de acuacultura y CONAPESCA.
Composta	Alta, Media y Baja	<u>Favorece la calidad del suelo</u> <u>Favorece los cultivos de traspatio</u> <u>Disminuye el uso de fertilizantes químicos</u> <u>Conservación de biodiversidad</u> <u>Disminuye la contaminación por malos olores</u> <u>Favorece los cultivos de riego y temporal</u>	Pescadores, pobladores, SAGARPA, SEDEA y Técnicos de acuacultura

ZF: Zona funcional donde se podría ejecutar la acción.

Alternativa 1. Venta de pescado en diferentes presentaciones

Acciones propuestas

1. Promover la venta en mercados locales. La venta de pescado de diversas formas de preparación (filete, frito, caldo, ceviche, nuggets, entre otros), podría ser una alternativa de comercio familiar.
2. Promover concursos de preparación de pescado.
3. Promover la venta de pescado durante el torneo de pesca.
4. Promover la venta de pescado en Expos ambientales.

Contribución a la microcuencia

1. Componente socioeconómico. La ejecución de cualquier acción propuesta, podría aumentar los ingresos adicionales de los vendedores de pescado, favorecer la organización social por la coordinación de concursos o expos ambientales.
2. Componente ambiental. La colecta de peces funciona como control de las especies invasoras.
3. Componente cultural. La venta de pescado preparado, podría mejorar la atracción turística y la identidad cultural.

Actores de intervención

1. Pescadores. Participan en la colecta, preparación de pescado y venta.
2. Pobladores. Colaboran como consumidores de pescado, compra-venta de pescado fresco para prepararlo y venderlo.
3. Secretaría de turismo. Participa como actor de difusión y organización de concursos y expos ambientales.
4. Municipio de Jalpan. Actor de difusión de concursos, expos ambientales y apoyos económicos para el fomento de actividades turísticas.
5. Técnicos de acuicultura. Participan como vendedores de pescado fresco o preparado.
6. SAGARPA. Actor de difusión de concursos, expos ambientales por medio del Programa de Fomento a la Productividad Pesquera y Acuícola (Componente de Fomento al Consumo).

Alternativa 2. Artesanías con piel de pescado

Acciones propuestas

1. Promover el curtido de pescado para realizar artesanías
2. Promover la venta de artículos como carteras, aretes o bolsas con piel de pescado en mercados locales o casa de artesanías del municipio de Jalpan.
3. Promover ferias de artículos artesanales.

Contribución a la microcuencia

1. Componente socioeconómico. La ejecución de cualquier acción propuesta, podría aumentar los ingresos adicionales de los pescadores, artesanos y pobladores dedicados a realizar artículos con piel de pescado.
2. Componente ambiental. La colecta de peces funciona como control biológico de las especies invasoras.
3. Componente cultural. Las artesanías podrían aumentar la atracción turística y la identidad cultural.
4. Componente político-institucional. La colaboración de dependencias gubernamentales como la CONANP y/o SAGARPA junto con los pescadores y artesanos, podría mejorar la coordinación para futuros proyectos de investigación.

Actores de intervención

1. Pescadores. Participan en la colecta, curtido de piel y artesanías.
2. Artesanos. Oportunidad de ampliar la variación de sus productos con piel de pescado.
3. Técnicos de acuacultura. Actores que podrían vender la piel de pescado a los artesanos o pescadores que se dediquen a curtir, o bien, vender la piel curtido y/o artesanías.
4. CONANP. Actor que participa como apoyo para lograr capacitar a los interesados en cursos de curtido de piel, por medio de programas como Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES) y el Programa de Empleo Temporal (PET).

5. SAGARPA. Actor que participa como apoyo por medio del Programa de Apoyos a Pequeños Productores y Programa de Apoyos a la Comercialización.
6. Casa de artesanías. Contribuye a la difusión de artículos artesanales y compra-venta al grupo de artesanos para la comercialización de sus productos.
7. Secretaría de turismo. Participa como actor de difusión y ferias de artículos artesanales.
8. CONAPESCA. Participa como apoyo por medio del Incentivo: Acuicultura Comercial en Aguas Interiores, con el concepto de apoyo de Programa de capacitación.
9. SEDEA. Participa como apoyo por medio del programa Apoyo al Fortalecimiento de la Economía de las Familias Rurales y el programa Apoyo a la Producción y Capitalización de Productores Rurales (Servicios de manejo y prevención de riesgos).

Alternativa 3. Composta con restos de pescado

Acciones propuestas

1. Promover la composta de pescado en cultivos de traspatio.
2. Promover la composta como sustituto de fertilizantes químicos.

Contribución a la microcuencia

1. Componente ambiental. La colecta de peces funciona como control biológico de las especies invasoras. El uso de la composta es una alternativa para disminuir la aplicación de fertilizantes químicos y por consiguiente el uso de la composta podría mejorar la calidad del suelo.
2. Componente socioeconómico. El uso de composta podría disminuir los gastos de fertilizantes en cultivos de traspatio.
3. Componente político-institucional. El uso de composta en los cultivos de traspatio podrían fomentar la disminución de apoyos para fertilizantes químicos dados por las dependencias gubernamentales.

4. Componente cultural. La aplicación de la composta en cultivos de traspatio podría contribuir a incentivar la educación ambiental y la importancia de sustituir los fertilizantes químicos por orgánicos.

Actores de intervención

1. Pescadores. Participan en la colecta de los restos de pescado para realizar composta.
2. Pobladores. Actores principales en el uso de restos de pescado u otros restos orgánicos para realizar composta y utilizarla en cultivos de traspatio, jardín o macetas.
3. SEDEA. Participa como apoyo por medio del programa Apoyo al Fortalecimiento de la Economía de las Familias Rurales y el programa Apoyo a la Producción y Capitalización de Productores Rurales (Servicios de manejo y prevención de riesgos).
4. SAGARPA. Actor que participa como apoyo por medio del Programa de Fomento a la Agricultura (Componente de mejoramiento productivo de suelo y agua) y del Programa de apoyos a pequeños productores (proyecto de seguridad alimentaria para zonas rurales).
5. Técnicos de acuacultura. Actores que podrían realizar la composta con los restos de pescado generados en las granjas de cultivo.

Las alternativas anteriores se pueden realizar en la época de secas en la Presa Jalpan utilizando la Carpa común y la Tilapia del Nilo, y la Lobina negra en el sitio La Playita. Durante la época inicio de secas, el sitio con mayor potencial es la Presa Jalpan para las tres especies. Sin embargo, a pesar de no presentar las condiciones óptimas para aprovechar las especies en los otros sitios como (Río Adentro, El Trapiche, Presa Vieja, Puente USEBEQ, Saldiveña, La Purísima y Desembocadura), no significa que las condiciones serán similares durante todo el año. El comportamiento de las especies es variable debido a la dinámica de los organismos por lo que, habrá épocas del año que esos sitios puedan ser potenciales para su aprovechamiento.

Asimismo, la factibilidad de las otras propuestas planteadas en la Cuadro 13 puede variar, dependiendo las necesidades de la población, ya que si una de las alternativas es de su interés, se puede lograr un aprovechamiento sustentable dentro de la microcuenca.

Cabe mencionar que cada acción, conlleva a un riesgo similar el cual se basa en una reintroducción de mayor abundancia de peces a la actual, para seguir aprovechando las especies. Sin embargo, se recomienda realizar estudios sobre la capacidad de la presa Jalpan la cual es el foco de introducción para soportar y mantener en buenas condiciones las especies, así como no perder de vista que esa acción ocasionaría mayor presión a las especies nativas. Por otro lado, al analizar la abundancia de las especies, la perspectiva social sobre introducir especies sin previo conocimiento de la capacidad que la presa pueda soportar, y el nulo manejo sobre el control poblacional de las especies que hasta el momento se tiene, puede ser un indicador positivo de reintroducción especies de forma controlada. Es decir, si hasta el momento se siguen reintroduciendo especies sin mantener un manejo controlado de dichas reintroducción, se esperaría que el sistema respondería positivamente a una reintroducción controlada.

CONSIDERACIONES FINALES

Las invasiones biológicas son una de las principales causas de pérdida de biodiversidad. Sin embargo especies como *Cyprinus carpio* (Carpa común) *Micropterus salmoides* (Lobina negra) y *Oreochromis niloticus* (Tilapia del nilo) a pesar de ser peces exóticos invasores en la microcuenca del Río Jalpan, lejos de ser vistas como un problema ambiental, son una fuente de ingresos adicionales para los pescadores y organizadores del torneo de pesca. Por tal motivo, su reintroducción ha sido continua desde hace 30 años aproximadamente.

Esta situación conlleva a proponer una alternativa de manejo que respondiera al equilibrio ambiental y necesidades de interés económico de la población. Dentro de este proyecto, el enfoque de cuencas permitió responder la pregunta de investigación siendo este enfoque, una herramienta para visualizar el problema de forma integral.

La metodología utilizada para cumplir con el objetivo fue pertinente, sin embargo se recomienda profundizar en la factibilidad de las propuestas una vez que estas se implementen, ya que los costos y accesibilidad de los actores puede variar a través del tiempo. Asimismo, es recomendable considerar un análisis de riesgo para cada propuesta, con la finalidad de aumentar las probabilidades de éxito.

Las ventajas del presente proyecto es promover el aprovechamiento de especies como una forma de acercamiento hacia la población para involucrarlos en el cuidado del ambiente. Así como fomentar la participación conjunta de los actores clave, siendo esta una oportunidad para lograr el trabajo multidisciplinario para el manejo de peces exóticos invasores.

Por otro lado, una de las desventajas vista a lo largo del proyecto, es el desconocimiento de los riesgos de introducir peces exóticos invasores por parte de la población y dependencias como SAGARPA y SECTUR. El desconocimiento de los riesgos conlleva a una introducción descontrolada por lo que la acción de reintroducir sin tener un manejo controlado lo cual, es otra desventaja.

Sin embargo, el proyecto plantea un cambio de visión sobre cómo manejar las invasiones biológicas en una microcuenca, vista desde diferentes paradigmas hacia un beneficio común. Las propuestas relevantes durante la época de secas e inicio de secas fueron las artesanías como carteras, cinturones, pulseras, collares y aretes, las cuales podrían contribuir al ingreso adicional económico, participación conjunta, conservación, tradición cultural, educación ambiental y la mejora en la calidad de vida de las personas.

Otra de las alternativas fue la composta con restos de peces, la cual podría ser una oportunidad para disminuir el uso de fertilizantes químicos, ayudando a conservar la calidad del suelo, mejorar la calidad de los cultivos de temporal y riego en las zonas altas, medias y bajas de la microcuenca. La diversidad para la preparación de alimentos, es otra de las alternativas propuestas la cual podría contribuir a la originalidad de los platillos siendo un potencial para atraer al turismo, además el fomento de ferias y concursos de platillos podría incentivar a la población a innovar.

Por lo tanto, se concluye que el enfoque de cuencas es una herramienta que permite adecuar las necesidades, fortalezas y debilidades del proyecto hacia una propuesta viable, marcando una pauta para lograr un manejo integral en la microcuenca del Río Jalpan.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar-Umaña, I. (2007). Marco político e institucional. Más vale prevenir que lamentar. Las cuencas y la gestión de riesgo a los desastres naturales en Guatemala. FAO, Guatemala. Págs. 45.

Aguirre-Muñoz, A. y Mendoza-Alfaro, R. (2009). Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 277-318.

Alberich, T., Arnanz, L., Basagoiti, M., Belmonte, R., Bru, P., Espinar, C., García, N., Habegger, S., Heras, P., Hernández, D., Lorenzana, C., Martín, P., Montañés, M., Villasante, T. y Tenze, A. (2009). Manual de metodologías participativas. CIMAS, Madrid.

Amador-del Ángel, L.E. y Wakida-Kusunoki, A.T. (2014). Peces invasores en el sureste de México. En 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. Capítulo 25, 425-433 p.

Arceo-Carranza, D. & M.E. Vega-Cendejas. (2009). Spatial and temporal characterization of fish assemblages in a tropical coastal system influenced by freshwater inputs: northwestern Yucatan peninsula. *Rev. Biol. Trop.* 57: 89-103.

Ayala-Pérez, L. A., Vega-Rodríguez, B. I., Terán-González, G.J. y Martínez-Romero, G.E. (2015). El pez diablo en México: Guía para administradores y usuarios de recursos pesqueros. UAM-Xochimilco.

Ayala-Pérez, L.A., J. Ramos-Miranda, O. Chávez-Rivero, G.L. Flores-Beltrán & V. Nava-Hernández. (2008). La comunidad de peces asociada a la pesca del camarón en la porción occidental de la costa de Campeche, México. *Actas de la XVII Bienta de la Real Sociedad Española de Historia Natural.* Madrid.

Baigún, C.R.M. (2013). Manual para la gestión ambiental de la pesca artesanal y las buenas prácticas pesqueras en la cuenca del Río Paraná, Argentina. Primera edición. Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales/Wetlands International. Buenos Aires, Argentina. Págs 90.

Barba-Macías, E., Mendoza-Carranza, M., Trinidad-Ocaña, C., Juárez-Flores, J., Martínez-Gutiérrez, M.L. (2015). Contrastes en el manejo del cangrejo azul y el pez diablo: Perspectiva de los pobladores de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla, Tabasco. *El Colegio de la Frontera Sur.*

Barrenechea, P., Rodríguez Miranda, A. y Troncoso, C. (2014) "Análisis de potencialidades para el desarrollo local. Un método aplicado a regiones de Uruguay para priorizar recursos.". Serie Documentos de Trabajo, DT 13/2014. Instituto de

Economía, Facultad de Ciencias Económicas y Administración, Universidad de la República, Uruguay.

Baxter, R.M. (1977). Environmental effects of dams and impoundments. *Annual Review of Ecology and Systematics* 8: 255-238.

Bhaskar, R., y J. Pederson. 2003. Exotic species: An ecological roulette with nature. MIT Sea Grant College Program, Coastal Resources Fact Sheet, Cambridge.

Born, W., F. Rauschmayer e I. Bräuer. (2005). "Economic evaluation of biological invasions: a survey", *Ecological Economics*, 55:321-336.

Calvo-Domingo, G. y Zeledón-Montero, A. (2012). La importancia del manejo de cuencas. La experiencia de la Comisión para el ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Reventazón. <https://es.calameo.com/read/0015881182c0bd6a32bdf> (Fecha de consulta 15 de agosto de 2018).

Capdevila- Argüelles, L., Zilletti, B., y Suárez-Álvarez, V. A. (2013). Causas de la pérdida de biodiversidad: Especies Exóticas Invasoras. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia. Sección biológica*.

Castro-Díez, P., Valladares, F. y Alonso, A. (2004). La creciente amenaza de las invasiones biológicas. *Ecosistemas*, 13 (3): 61-68.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2004. Programa: "Innovación, Aprendizaje y Comunicación para la cogestión adaptativa de cuencas" – FOCUENCAS II: Propuesta para una segunda fase. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 86 p.

CDB (Convención sobre Diversidad Biológica). 2000. Enfoque por ecosistemas: ulterior elaboración conceptual. Nota de Estudio del Secretario Ejecutivo. Montreal, Canadá, CDB. 27 p

Chang, A. L., J. D. Grossman, T. Sabol-Spezio, H. W. Weiskel, J. C. Blum, J. W. Burt, A. A. Muir, J. Piovita-Scott, K. E. Veblen, E. D. Grosholz. (2009). Tackling aquatic invasions: risks and opportunities for the aquarium fish industry. *Biol. Invasions* 11: 773-785.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2016). Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/sierra_gorda.pdf (Fecha de consulta 08 de noviembre del 2016).

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2017). http://sierragorda.conanp.gob.mx/importancia_de_la_reserva.php (Fecha de consulta 09 de Julio del 2017).

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2000). Estrategia nacional sobre biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2009). Capital natural de México, vol. II : Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2010). Sistema de Información sobre Especies Invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/Estrategia_Invasoras_Mex.pdf (Fecha de consulta 04 de mayo del 2017).

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2017). <http://www.enciclovida.mx/exoticas-invasoras?grupo=Peces> (Fecha de consulta 09 de Julio del 2017).

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.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2016). Atlas del Agua en México 2016 (Regiones hidrológicas). <https://agua.org.mx/biblioteca/atlas-del-agua-en-mexico-2015-regiones-hidrologicas/>. (Fecha de consulta 29 de julio de 2018)

Contreras-Balderas, S., Ruiz-Campos, G., Schmitter-Soto, J.J., Díaz-Pardo, E. Contreras-MacBeath, T., Medina-Soto, M., Zambrano-González, L. Varela-Romero, A., Mendoza-Alfaro, R., Ramírez-Martínez, C., Leija-Tristán, M.A., Almada-Villela, P., Hendrickson, D.A. y Lyons, J. (2008). Freshwater fishes and water status in Mexico: A country-wide appraisal. *Aquat. Ecosyst. Health* 11(3):246-256.

Contreras-MacBeath, T. (2005). Fish conservation in Mexico with emphasis in livebearing species. *Viviparous Fishes*. New Life Publishers, 401-414.

Cotler, H. (2003). Características y manejo de suelos en ecosistemas templados de montaña. En: O. Sánchez, E. Vega, E. Peters, O. Monroy-Vilchis (editores).

De Graaf, J. (2000). Downstream effects of land degradation and soil and water conservation. Background paper 5, FAO, Roma.

Dourojeanni, A. (1994). La gestión del agua y las cuencas en América Latina. En *Revista de la CEPAL* No. 53.

Dourojeanni, A. 2006. Conceptos y Definiciones sobre Gestión Integrada de Cuencas. CONAMA, Santiago de Chile. 26 p.

Dynesius, M., Nilsson C. (1994). Fragmentations and flow regulation of river systems in the Northern third of the World. *Science* 266:753-762.

Emerton, L. y Howard, G. (2008). A Toolkit for the Economic Analysis of Invasive Species. Global Invasive Species Programme, Nairobi.

Escalante, H. (2017). Entrevista semi-estructurada sobre el manejo de peces en la presa Jalpan. (Informante de la SAGARPA). 04/09/2017.

FAO (2007). La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas. Roma, Italia. 143 p.

FAO. (2016). Efectos que tienen en las pesquerías otros usos de la Cuenca Hidrográfica. <http://www.fao.org/docrep/003/X6853S/X6853S05.htm>. (Fecha de consulta 03 de agosto de 2018).

FAO. (2016). <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/watershed-management/basic-knowledge/es/> (Fecha de consulta 03 de agosto de 2018).

Faustino, M. J. (2005). Del manejo a la cogestión de cuencas hidrográficas. Taller nacional de cogestión de cuencas hidrográficas. CATIE. Honduras. 18 p.

Ferreira de Silva, A. (2017). Aprovechamiento integral de la Tilapia: Producción (uso de la tecnología BFT) y Procesamiento (curtido de piel y harina para consumo humano). 12° Foro Internacional de Acuicultura. Guadalajara.

Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental. (2017). <https://agua.org.mx/que-es-una-cuenca/>. (Fecha de consulta 03 de agosto de 2018).

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2017). Departamento de pesca y acuicultura. <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies> (Consultado el 07 de octubre del 2017).

Gallardo-Torres, A., Badillo-Alemán, M., Merino-Ibarra, M. y Chiappa-Carrara X. (2014). Desplazamiento de los charales nativos (género *Chirostoma*) por dos especies de centrárquidos exóticos invasores, la lobina negra (*Micropterus salmoides*) y la mojarra de agallas azules (*Lepomis macrochirus*): Un estudio de caso en la presa de Valle de Bravo, Estado de México. En Low-Pfeng, A., Quijón, P. y Peters-Recagno, E. (editores). Especies invasoras acuáticas: Casos de estudio en ecosistemas de México (pp 457-469).

García-Azuero, A.F. (2003) Lineamientos para la planificación de un bosque modelo en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 135 p

García-Azuero, A.F., Campos-Arce, J.J., Villalobos, R., Jiménez, F. y Solórzano, R. (2005). Enfoque de manejo de recursos naturales a escala de paisaje: Convergencia hacia un enfoque ecosistémico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE Departamento de Recursos Naturales y Ambiente Turrialba, Costa Rica. Págs. 55.

García-Berthou, E., Almeida, D., Benejam, L., Magellan, K., Bae, M-J, Casals, F., Merciai, R. (2015). Impacto ecológico de los peces continentales introducidos en la Península Ibérica. *Ecosistemas* 24(1): 84-92.

García-Frapolli, E., Toledo, V. y Martínez-Alier, J. (2008). Apropiación de la Naturaleza por una comunidad maya yucateca: Un análisis económico-ecológico. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* Vol. 7: 27-42.

Garrido, A., Cuevas, ML., Cotler, H., González, D.I. y Tharme, R. (2010). El estado de alteración ecohidrológica de los ríos de México, en A.H. Cotler (coord.), *Las cuencas hidrográficas de México: diagnóstico y priorización*. SEMARNAT-INE-FGRA, México, pp. 108-111.

Garrido, A., Enríquez, C., Pérez, J. L., Luna, N., y Sánchez, O. (2009). *Zonas Funcionales de las Cuencas Hidrográficas de México. Escala 1:250000*". D. R. INECC. México. D. F.

Geilfus, F. (2009). *80 Herramientas para el desarrollo participativo. Diagnóstico, Planificación, Monitoreo y Evaluación*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Goldburg, R., y T. Triplett. (1997). *Murky waters: Environmental effects of aquaculture in the United States*. The Environmental Defense Fund, Nueva York.

González, K., Morán, L. y Negrón, J. (2017). *Los procesos administrativos aplicados a las actividades productivas y de servicios. Tópicos selectos de Turismo, Gastronomía y Sustentabilidad empresarial*. ©ECORFAN- Mérida, Yucatán.

Gutiérrez-Yurrita, P. J. (2008). *La vida silvestre de México. Derecho Ambiental y ecología*, Facultad de Ciencias Naturales, UAQ.

INAFED (Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). (2010). Secretaría de Gobernación. <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM22queretaro/index.html>. (Fecha de consulta 15 de agosto de 2018).

Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). (2010). *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Querétaro de Arteaga*. <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM22queretaro/index.html> (Consultado el 09 de abril del 2018).

Jansson R., Nilsson C., Renofalt B. (2000). Fragmentation of riparian flora in rivers with multiple dams. *Ecology* 81(4):899-903.

Jiménez, F. (2001). *Manejo de cuencas para el desarrollo sostenible*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 24 p.

Jiménez, F. (2005). Gestión integral de cuencas hidrográficas. Enfoques y estrategias actuales. Recursos, Ciencia y decisión no. 2

Kohlmann, K., Gross, R., Murakaeva, A. y Kersten, P. (2003). Genetic variability and structure of common carp (*Cyprinus carpio*) populations throughout the distribution range inferred from allozyme, microsatellite and mitochondrial DNA markers. *Aquatic Living Resources* 16:421.

López, B. W.; Castro, M. I.; Camas, G. R.; Villar, S. B. López, M. J. (2013). El manejo de cuencas como herramienta para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Folleto Técnico Núm.19. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental centro de Chiapas, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. México. 25 p

López-Zamora, I. (2009). Enlazando especies exóticas invasoras y educación ambiental. *Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana. La ciencia y el hombre. Vol. XXII. No. 2.*

Maass, J.M., y F. García-Oliva. (1990). La conservación de suelos en zonas tropicales: el caso de México. *Ciencia y Desarrollo XV (90): 21-36.*

MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). (2014). Experiencias de manejo y gestión de cuencas en el Ecuador: Indicadores para una evaluación rápida. Quito. 49p.

Mendoza-Alfaro, R., B. Cudmore, R. Orr, J.P. Fisher *et al.* (2009). Trinational risk assessment guidelines for aquatic alien invasive species. The cases for the snakeheads (*Channidae*) and armored catfishes (*Loricariidae*) in North America inland waters. Commission for Environmental Cooperation, Montreal.

Mora-Cordero, C. y Chavarría, J. (2008). Factores que afectan la cuenca del río La Estrella y recomendaciones para la gestión ambiental en su zona costera (Caribe de Costa Rica). *Biología Tropical. Vol.56, 4:191-203.*

Nilsson, C., Reidy, C., Dynesius, M., Revenga, C. (2005). Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Report. Science 308:405-408.*

Nilsson, C., Renofalt, B. (2008). Linking flow regime and water quality in rivers: a challenger to adaptive catchment management. *Ecology and Society 12 (2): 18*

Ortiz Monasterio, A. (2014). Gestión de las especies exóticas invasoras: análisis de la legislación mexicana, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.), *Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 169-184.*

Pagiola, S. (1999). The global environmental benefits of land degradation control on agricultural land. World Bank Environment Paper 16, Washington D.C.

Pinillos-Lorenzana, L.M. (2015). Túneles en Macizos calcáreos karstificados: Impacto en las obras subterráneas de los fenómenos kársticos, su evaluación y tratamiento. Tesis Doctoral. Departamento de Ingeniería y Morfología del terreno de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. Págs. 265.

Postel, S. (2000). Entering an era of water scarcity: The challenges ahead. Ecological applications 10 (4): 941-948. Publication 93 Zoological Series, 5:1-123.

Postel, S., Richter, B. (2003). Rivers for life. Managing water for people and nature. Island Press, EE.UU., 253 p.

Ramakrishna, B. 1997. Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: conceptos y experiencias. San José, Costa Rica, IICA-GTZ. 338 p.

Revenge, C., Brunner, J., Henninger, N., Kassem, K., Payne, R. (2000). Pilot Analysis of Global Ecosystems. Freshwater Systems. World Resources Institute, Washington, D.C., 83 p.

Rivera-Cruz, M. L., Alberti-Manzanares, P., Vázquez-García, V. y Mendoza-Ontiveros, M.M. (2008). La artesanía como producción cultural susceptible de ser atractivo turístico en Santa Catarina del Monte, Texcoco. Convergencia Revista de Ciencias Sociales, núm. 46. Universidad Autónoma del Estado de México.

Rosgen, D. L., (1996). Applied River Morphology. Wildland Hydrology Books, 1481 Stevens Lake Road, Pagosa Springs, Co. 81147, 385 pp.

Ruiz-Campos, G., Camarena-Rosales, F., González-Acosta, A.F., Maeda-Martínez, A.M., García de León, F.J., Varela-Romero, A. y Andreu-Soler, A. (2014). Estatus actual de conservación de seis especies de peces dulceacuícolas de la península de Baja California, México. Biodiversidad 85: 1235-1248.

Saad-Alvarado, L. (2016). Estudio sobre la viabilidad del desarrollo e implementación de instrumentos económicos para reducir el riesgo de introducciones intencionales de EEI que amenazan la biodiversidad. Informe final al Global Environment Facility (GEF) en el marco del proyecto Proyecto 00089333 Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEL, PNUD-CONABIO-SEMARNAT, México.

Salgado-Maldonado, G. y Rubio-Godoy, M. 2014. "Helminths parasites of fish of fresh water introduced". En: Especies acuáticas invasoras en México. Mendoza,

R. y P. Koleff (Eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. ISBN: 978-607-8328-04-8. Pp. 269-285.

Sanguinetti, J., Buria, L., Mamierca, L., Valenzuela, E.J., Núñez, C., Pastore, H., Chauchard, L., Ferreyra, N., Massaccesi, G., Gallo, E. y Chehébar C. (2014). Manejo de especies exóticas invasoras en Patagonia, Argentina: Priorización, logros y desafíos de integración entre ciencia y gestión identificados desde la Administración de Parques Nacionales. Asociación Argentina de Ecología. *Ecología Austral* 24:183-192.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2009). Manejo de vida silvestre. Manual Técnico para beneficiarios. <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/manejo-de-vida-silvestre.pdf> (Consultado el 07 de Octubre del 2017).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) 2001-2006. (2001). SEMARNAT, México, pp. 72 y 73.

Strayer, D.L. (2010). Alien species in fresh waters: ecological effects, interactions with other stressors, and prospects for the future. *Freshwater Biology*, 55 (1): 152-174.

Taylor, S.J. y Bogdan, R. (1984). Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Paidós. Barcelona.

Tockner, K.; Stanford, J.A. (2002). Riverine flood plains: present state and future trends. *Environmental Conservation*, 29: 308-330.

Toro, M., Robles, S., Avilés, J., Nuño, C., Vivas, S., Bonada, Jáimez-Cuéllar, P. (2002). Calidad de las aguas de los ríos mediterráneos del proyecto GUADALMED. Características físico-químicas. *Limnetica*, 21(3-4), 63-75.

Trujillo-Jiménez, P., Toledo Beto, H. (2007). Alimentación de los peces dulceacuícolas tropicales *Heterandria bimaculata* y *Poecilia sphenops* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). *Revista de biología tropical*, 55(2), 603-615.

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). (2000). Resolviendo el rompecabezas del enfoque por ecosistemas: las Reservas de la Biosfera en Acción. París, Francia, UNESCO. 32 p

Valdés-Carrera, A.C. y Hernández-Guerrero, J.A. (s/f). Zonas funcionales y unidades de paisaje físico-geográfico en la microcuenca Potrero de la Palmita, Nayarit, México.

Valenzuela, A., Sanhueza, J. y de la Barra, F. (2012). El aceite de pescado: Ayer un desecho industrial, hoy un producto de alto valor nutricional. *Revista Chil Nutr* Vol. 39, Núm. 2. Pág 201-209.

Vargas, S. y Guzmán-Ramírez, N.B. (2009). Deterioro de la cuenca del lago de Patzcuáro cambios en la identidad étnica p'urhépech. XXVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología. VII Jornadas de Sociología de la Universidad de Buenos Aires. Asociación Latinoamericana de Sociología, Buenos Aires.

Zimmermann-Timm, H. (2002). Characteristics, dynamics and importance of aggregates in rivers: an invited review. *International Review of Hydrobiologie* 87:297–240.

ANEXO 1

Entrevista

BLOQUE A

APROVECHAMIENTO DE PECES EXÓTICOS INVASORES EN LA MICROCUENCA DEL RÍO JALPAN. “DEPENDENCIAS GUBERNAMENTALES”

Nombre: _____ Sexo: ♀ ♂ Edad: _____

Institución: _____ Cargo/Puesto: _____

Fecha: _____

SAGARPA/CONANP

1. ¿Qué tipos de apoyo brinda su institución y a quienes va encaminado?
2. ¿Qué requisitos se debe cumplir para la asignación de un apoyo (enfocados a conservación ambiental)?
3. ¿Cuáles son las causas por las que se puede negar un apoyo?
 - a. -¿existe seguimiento de los proyectos aprobados?
4. ¿Qué especies (animales o plantas, etc.) son a las que se les da prioridad en los apoyos o proyectos y por qué (por qué no se usan especies locales)?
5. ¿En relación a especies no nativas, se tiene un marco normativo para el uso o introducción de éstas en la zona?
6. ¿En los proyectos donde se usan especies no nativas, se requiere de estudios previos para poder ejecutarlos (de impacto ambiental, diagnósticos, etc.)?
7. ¿Existe capacitación para el manejo de especies no nativas en los apoyos que se otorgan?
8. ¿Cuántos proyectos (y de qué tipo) se encuentran en ejecución con relación al río, la ribera y/o la presa Jalpan?
9. ¿Actualmente se tiene proyectos o acciones con relación a la conservación y cuidado del agua?
10. ¿Con cuales instituciones tienen relaciones de colaboración en la zona?
11. ¿Existen instituciones que regulen o evalúen los proyectos que se desean realizar?

12. ¿A qué se han enfrentado (dificultades y oportunidades) al colaborar con otras instituciones o dependencias?

CONANP* (solo a esta)

1. ¿Qué incidencia tiene SEMARNAT, PROFEPA y CONAGUA en la RBSG?

SEMARNAT

2. ¿Qué tipo de participación tiene su institución en la RBSG?
3. ¿En relación a los proyectos, de qué manera son evaluados para su aprobación?
4. ¿De qué manera se procede (de inicio a fin) cuando se tiene una denuncia dentro de la RBSG (específicamente en EEI peces)?
5. ¿Considera necesario la apertura de una sede en la RBSG y por qué?
6. ¿Con que institución o grupo de la RBSG tiene relación (de qué tipo)?

Secretaría de turismo

1. ¿Cuáles son las principales actividades turísticas y en dónde se realizan (presa y río)?
2. ¿Qué acciones se llevan a cabo para mitigar los posibles impactos que puedan generar las actividades turísticas sobre el río y la presa?
3. ¿Qué NOM-Oficiales regulan las actividades turísticas relacionadas con estos ambientes?
4. ¿Quién evalúa que se lleven a cabo las actividades turísticas de acuerdo a las NOM-Oficiales?
5. ¿Cómo surgió el proyecto de los torneos de pesca? (Solicitud)
6. ¿Desde cuándo se lleva a cabo?
7. ¿Cuáles son las especies que utilizan para los torneos?
8. ¿Desde cuándo se introdujeron esas especies que utilizan para el torneo?
9. ¿De dónde se obtuvieron?

10. ¿Se han realizado algunas resiembras de éstas especies?
11. ¿En qué cantidad y cada cuándo? (por qué esa cantidad) (Solicitud de los pescadores)
12. ¿De qué se alimentan? (qué se hace al respecto)
13. ¿Se les proporciona alimento? (qué, cómo, cada cuándo, dónde)
14. ¿Qué otras especies se encuentran en la presa?
15. ¿Se consideró la opinión de la población para implementar el proyecto del torneo de pesca? (énfasis en pescadores de la presa)
16. ¿Tienen alguna participación o involucramiento los pescadores locales?
17. ¿Cuántos participantes llegan? ¿De dónde vienen?
18. Podría relatar cómo es la dinámica del evento
19. ¿Qué otros beneficios y oportunidades genera el torneo a nivel local?
20. ¿Qué relación mantienen con la CONANP y Grupo Ecológico?

Nombre: _____ Sexo: ♀ ♂ Edad: _____

Tejido: _____ Cargo/Ocupación: _____

Fecha: _____

Cooperativa de artesanos

1. ¿Podría relatar cómo dio inicio este proyecto?
2. ¿Cómo se llevó a cabo la organización de la gente/artesanos?
3. ¿Cuántos y quiénes son los integrantes? ¿De dónde son?
4. ¿Qué productos son los que realizan principalmente?
5. ¿Dónde se comercializan los productos?
6. ¿Qué tan flexible es la incorporación de nuevos materiales, productos y técnicas artesanales?
7. Dentro de la cooperativa ¿Existe algún interés sobre las problemáticas ambientales de la región?
8. ¿Existen oportunidades e interés en el aprovechamiento de especies que se encuentran en el río y la presa? (peces, conchas y caracoles)

*Plática sobre el proyecto de artesanías para ver si se pudiera incorporar a la cooperativa de artesanos

UAQ-Concá

1. ¿Qué acciones y proyectos se están llevando a cabo orientados a la protección y conservación de los recursos hídricos o relacionados con el río y la presa? Si no hay, hay alguna idea, plan o intereses? (Cuáles, quiénes, dónde, cómo)
2. ¿Cómo surgió el proyecto de la unidad acuícola?
3. ¿Cuáles son los planes y objetivos para llevar a cabo la producción acuícola?
4. ¿Cuáles son los alcances? ¿Qué se busca? (uso, producción, ambiental)

5. ¿Cómo se involucra a la sociedad en este proyecto?
6. Si hay beneficio ¿Cómo se va a evaluar ese beneficio comunitario?
7. ¿Qué complicaciones han tenido para llevar a cabo el proyecto?
8. ¿Qué especies son las que están contempladas para la producción acuícola?
(Criterios de selección)
9. ¿De dónde traerán los organismos?
10. Dentro del sistema de producción ¿Qué medidas de retención de especies se han contemplado para evitar que lleguen a cuerpos de agua naturales?
11. ¿De dónde obtendrán el agua?
12. ¿Cómo será el proceso de desecho del agua?

Técnicos de Acuicultura

1. ¿Quién se encarga de gestionar la infraestructura y las especies?
2. ¿A qué perfil de personas va dirigido el apoyo?
3. Ustedes como técnicos, ¿reciben capacitación constante, de quién?
4. ¿Cómo seleccionan las especies que se van a cultivar?
5. ¿Realizan evaluaciones cuando utilizan especies no nativas?
6. ¿Existe algún registro de los sistemas de producción de la región?
7. ¿Qué tipo de seguimiento realizan para mantener los cultivos en buenas condiciones?*
8. ¿Cuáles son las principales razones para implementar proyectos de producción acuícola?
9. ¿Qué hacen con el pescado que se produce?

*Platicar proyecto y decirles la oportunidad de brindar el servicio de las artesanías

Nombre: _____ Sexo: ♀ ♂ Edad: _____

Localidad: _____ Ocupación: _____

Fecha: _____

Pescadores

1. ¿Qué importancia tiene para usted pescar? (vive de la pesca)
2. ¿Qué importancia tiene la pesca en la presa para la región?
3. ¿Cuáles son los peces de importancia pesquera?
4. ¿Requieren de algún permiso para llevar a cabo su actividad?
5. ¿Quién lo otorga?
6. ¿Qué requisitos debe reunir?
7. ¿En qué época del año aumenta la actividad pesquera?
8. ¿Cuándo son las temporadas de veda?
9. ¿Cómo le afecta? ¿Y qué hace al respecto?
10. ¿Cuántos peces sacan en un día, en promedio?
11. ¿Cuáles son los instrumentos y medios que usan para pescar?
12. ¿Cuál es el horario de pesca?
13. Una vez capturados ¿Qué hacen con ellos (se los comen o los venden)?
14. ¿Cómo le hace para venderlo?
15. ¿Quiénes son los compradores?
16. ¿Cuál es el costo por Kg de cada especie?
17. ¿Cuáles de los peces que se encuentran en la presa no son nativos?

18. ¿Desde cuándo y con qué finalidad fueron introducidos?
19. De estos ¿cuáles se siembran, cuántos y cada cuándo, cuántos? (la siembra es solicitada)
20. ¿Sabe de dónde los traen?
21. ¿Quiénes son los principales beneficiados con la introducción de estos peces?
22. ¿Se han presentado problemas relacionados con estos peces? ¿Cuáles?
23. ¿Tiene conocimiento sobre algunas enfermedades humanas relacionadas con los peces?
24. ¿Qué opina sobre el torneo de pesca?
25. ¿Cómo les beneficia el torneo de pesca?
26. ¿De qué manera participan en el torneo de pesca?
27. ¿Cómo ha cambiado la pesquería?
28. ¿Qué opinión tiene de cómo se está desarrollando actualmente la pesca? (Considera que se le ha dado un buen manejo)
29. ¿Y cómo le gustaría que fuera? (Cómo podría mejorar)
30. ¿Qué especies nativas considerarían como una oportunidad de desarrollo económico?
31. ¿Estaría interesado en conocer y trabajar en otras formas de aprovechamiento de los peces?

ANEXO 2

Entrevista

POBLADORES

APROVECHAMIENTO DE PECES EXÓTICOS INVASORES EN LA MICROCUENCA DEL RÍO JALPAN.

Nombre: _____ Sexo: ♀ ♂ Edad: _____

Localidad: _____ Ocupación: _____

Fecha: _____

1. ¿Sabe usted que algunos de esos peses son especies exóticas introducidas?
2. ¿Usted sabe en qué año se comenzó a introducir estos peces?
3. ¿Usted sabe que estas especies exóticas pueden ocasionar muchos problemas?
4. Y de estos peces, ¿Sabe cuál es el que se pesca o sacan con más frecuencia?
5. ¿Conoce cuáles son los usos que se les dan a los peces que pescan en la Presa de Jalpan?
6. ¿Cuál es el pez que prefiere sacar para su consumo?
7. ¿Quién pesca principalmente los peces?
8. ¿Durante que época del año, se pesca con mayor frecuencia?
9. Por lo general ¿A qué hora del día pesca? ¿Por qué?
10. ¿Cuál es el principal lugar de pesca en Jalpan?
11. ¿Conoce en que parte de rio Jalpan se encuentran más peces?
12. ¿Sabe que cantidad pescan en un día?
13. ¿Qué tamaño de peces son preferentes?

14. ¿Sabe cuáles son los nombres comunes de los peces que se encuentran en la presa Jalpan?
15. ¿Cuál es la preparación típica del pescado en Jalpan?
16. ¿Cuál es la preparación típica del pescado en Jalpan?
17. A este platillo (o platillos) ¿Se le reconoce con algún nombre en especial?
18. ¿Sabe cómo es el manejo de cada uno de estos peces que hay tanto en la presa como en el río?
19. ¿Ha escuchado acerca de las artesanías que se pueden realizar por medio de la piel de pescado?
20. ¿A usted le gustaría aprender a realizar este tipo de artesanías?
21. ¿Si usted tuviera la oportunidad de trabajar elaborando artesanías con la piel y huesos del pescado lo haría?