



RECUPERACIÓN
AMBIENTAL
DE LA CUENCA
DEL LAGO DE
PÁTZCUARO

**“MANEJO INTEGRAL PARA EL CONTROL DE MALEZAS
ACUÁTICAS, ESPECIES INVASORAS Y REMOCIÓN DE
SEDIMENTOS EN APOYO A LA RECUPERACIÓN DE ESPECIES
EMBLEMÁTICAS Y MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL
LAGO.”**

TC-0850.4

INFORME FINAL

**SUBCOORDINACIÓN DE HIDROBIOLOGÍA Y EVALUACIÓN
AMBIENTAL**

COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA



FUNDACIÓN
GONZALO RÍO ARRONTE, I.A.P.

México, 2012

**COORDINADOR DEL PROGRAMA DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL
LAGO DE PÁTZCUARO**

DR. NAHÚN A. GARCÍA VILLANUEVA

SUPERVISORES DEL PROYECTO

MIGUEL ANGEL CÓRDOVA RODRÍGUEZ
RAMÓN PÉREZ GIL SALCIDO (FGRA)

JEFE DE PROYECTO

RUBÉN I. HUERTO DELGADILLO

AUTORES:

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

PERLA E. ALONSO EGUÍA-LIZ
MARCO A. MIJANGOS CARRO
MARICELA MARTÍNEZ JIMÉNEZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

SERGIO VARGAS VELÁZQUEZ.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

CARLOS F. ORTÍZ PANIAGUA

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

ALFREDO AMADOR GARCÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

LUIS ZAMBRANO

MARISA MAZARI HIRIART

FAUNAM A.C.

INÉS ARROYO QUIROZ

VICTOR H. FLORES ARMILLAS

UNIVERSIDAD DE TEXAS EN EL PASO

JESSICA A. FONG CISNEROS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA IZTAPALAPA

MIGUEL RODRÍGUEZ SERNA

CONTENIDO

I. ANTECEDENTES SOBRE LA RECUPERACIÓN AMBIENTAL DEL LAGO DE PÁTZCUARO.....	1
I.1 OBJETIVO.....	3
I.2 RESULTADOS ESPERADOS.....	3
I.3 LA CUENCA Y EL ÁREA DE ESTUDIO.....	4
I.4 FLORA Y VEGETACIÓN ACUÁTICAS EN LA REGIÓN.....	7
I.5 CUANTIFICACIÓN DE PLANTAS ACUÁTICAS.....	9
II. VEGETACIÓN.....	12
II.1 EVALUACIÓN MEDIANTE IMÁGENES DE SATÉLITE.....	12
II.4.1 Comunidades de hidrófitas muestreadas.....	25
II.4.2 Transiciones Tipo I.....	28
II.4.3 Transiciones Tipo II.....	43
II.4.4 Transiciones Tipo III.....	49
III. PRONOSTICOS AMBIENTALES PARA EL LAGO DE PÁTZCUARO.....	54
III.1 OBJETIVOS.....	54
III.2 RESULTADOS.....	60
IV. EXTRACCIÓN DE PLANTAS ACUÁTICAS ENRAIZADAS FLOTANTES Y SEDIMENTOS ASOCIADOS, ASÍ COMO VEGETACIÓN EMERGENTE FLOTANTE.....	107
IV.1 CONTROL DE MALEZAS ACUÁTICAS.....	108
IV.1.1 Control biológico.....	108
IV.1.2 Control físico o mecánico.....	109
IV.1.3 Control químico.....	110
IV.1.4 Manipulación del hábitat.....	111
IV.1.5 Actividades de la extracción de vegetación acuática en el lago de Pátzcuaro.....	112
IV.1.6 Resultados de la limpieza del dren Tzurumútaro.....	115
IV.2 CONTROL DE HIDRÓFITAS ENRAIZADAS EMERGENTES, ENRAIZADAS SUMERGIDAS Y FLOTANTES, ASÍ COMO SUS SEDIMENTOS ASOCIADOS EN LOS SENOS JARÁCUARO-JANITZIO Y ERONGARICUARIO.....	118
IV.2.1 Introducción.....	118
IV.2.2 Actividades de control y remoción de vegetación en el canal de Erongarícuaro.....	123
V. ANÁLISIS ECOLÓGICO DE LAS POBLACIONES EXÓTICAS Y NATIVOS DEL LAGO DE PÁTZCUARO.....	128
V.1 ANÁLISIS ECOLÓGICO DE LA POBLACIÓN DE CARPAS (CYPRINUS CARPIO) LOBINA (MICROPTERUS SALMOIDES) Y TILAPIA (TILAPIA MELANOPEURA) EN EL LAGO DE PÁTZCUARO, MICH.....	128
V.1.1 Introducción.....	128
V.1.2 Método.....	130
V.1.3 Resultados generados.....	130
V.1.4 Composición de la captura (otras especies).....	144
V.1.5 Conclusiones.....	148
V.2 SITIOS PARA LA SOBREVIVENCIA DE ACHOQUES Y PECES NATIVOS Y ANÁLISIS POBLACIONAL DE PECES EXÓTICOS EN EL LAGO DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN.....	149
V.2.1 Introducción.....	149
V.2.2 Método.....	151
V.2.3 Resultados.....	155
V.2.4 Discusión.....	169
VI. MONITOREO BIOLÓGICO.....	173

VI.1	MONITOREO BIOLÓGICO Y DE RECUPERACIÓN ECOLÓGICA DEL LAGO.....	173
VI.1.1	<i>Introducción</i>	173
VI.1.2	<i>Método</i>	175
VI.1.3	<i>Resultados</i>	176
VI.1.4	<i>Conclusiones</i>	181
VII.	PROGRAMA DE CONTROL DE LAS ESPECIES EXÓTICAS INTRODUCIDAS.	182
VII.1	SITUACIÓN SOCIORGANIZATIVA DE LOS PESCADORES DEL LAGO DE PÁTZCUARO Y LA COMERCIALIZACIÓN DE LA CARPA COMÚN.....	182
VII.1.1.	<i>Introducción</i>	182
VII.1.2.	<i>La percepción local sobre las políticas públicas en lago y pesca</i>	183
VII.1.3.	<i>Las acciones respecto a la carpa (Cyprinus carpio)</i>	190
VII.1.4.	<i>Acciones para la regulación y ordenamiento oficial de la pesca</i>	193
VII.1.5.	<i>Panorama institucional</i>	197
VII.1.6.	<i>Situación sociorganizativa de los pescadores</i>	205
VII.1.7.	<i>El manejo de la pesca como recurso común</i>	224
VII.1.8.	<i>Comercialización de la carpa común</i>	231
VII.1.9.	<i>Conclusiones y recomendaciones</i>	248
VII.2	DESARROLLO DE PLAN ESTRATÉGICO DE BENEFICIO ECONÓMICO PARA LA EXTRACCIÓN DE LA CARPA DEL LAGO DE PÁTZCUARO.	252
VIII.	ESTRATEGIA PARA APOYAR LA RECUPERACIÓN DE LOS PECES NATIVOS DEL LAGO DE PÁTZCUARO A TRAVÉS DEL MANEJO DE ESPECIES EXÓTICAS: PROPUESTAS PARA EL MANEJO DE LA CARPA COMÚN CYPRINUS CARPIO.....	308
VIII.1	METODOLOGÍA.....	308
VIII.2	RESULTADOS.....	325
VIII.3	DISCUSIÓN.....	358
VIII.4	CONCLUSIONES.....	365
VIII.5	RECOMENDACIONES.....	366
VIII.6	CONSIDERACIONES FINALES.....	370
IX.	REFERENCIAS.....	374

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura I-1. Localización del área de estudio	4
Figura II-1. Imagen de satélite y cálculo de las coberturas durante el año de 1976, para la zona sur del lago de Pátzcuaro.....	14
Figura II-2. Imagen de satélite y cálculo de las coberturas durante el año de 1986, para la zona sur del lago de Pátzcuaro.....	14
Figura II-3. Imagen de satélite y cálculo de las coberturas durante el año de 1996, para la zona sur del lago de Pátzcuaro.....	15
Figura II-4. Imagen de satélite y cálculo de las coberturas durante el año de 2005, para la zona sur del lago de Pátzcuaro.....	15
Figura II-5 Imagen de satélite y cálculo de las coberturas durante el año de 2006, para la zona sur del lago de Pátzcuaro.....	15
Figura II-6. Variación de la superficie total del lago de Pátzcuaro de acuerdo con diferentes autores.	16
Figura II-7. Resultados de la dinámica de la cobertura de la vegetación acuática de 1976 a 2008 en la zona sur del Lago de Pátzcuaro.	17
Figura II-8. Localización de los 55 sitios o estaciones de muestreo al 06 de Diciembre de 2008. Retícula UTM-ITRF92(m) Región 14. Para detalles ver MAPA BASE.....	24
Figura II-9. Esquematación generalizada del perfil de comunidades de Transición Tipo I. Las particularidades de la composición y estructura se señalan en el texto.....	28
Figura II-10. Esquematación de las transiciones tipo II. Hay libres flotadoras en la porción mas distal de la orilla, hidrófitas con hojas flotadoras y finalmente hidrófitas emergentes cuya identidad distingue los subtipos que se señalan en el texto.	44
Figura II-11. Esquematación de la Transición Tipo III: <i>Potamogeton-Nymphaea -Schoenoplectus- Typha...</i>	49
Figura III-1 Resumen del procedimiento metodológico.....	59
Figura III-2 Localización del área de estudio.	60
Figura III-3 Principales elevaciones y espejo del embalse (cota 2,037 m) en la cuenca, con base en el MDT.62	62
Figura III-4 Abundancia proporcional de superficie los ejidos más grandes en la cuenca.	67
Figura III-5 Distribución espacial de la marcha de la temperatura media mensual en la cuenca.....	71
Figura III-6 Distribución espacial de la marcha de la precipitación mensual acumulada en la cuenca.	72
Figura III-7 Distribución espacial de la marcha de la evaporación mensual acumulada en la cuenca.....	72
Figura III-8 Distribución espacial de la marcha de la precipitación mensual acumulada en la cuenca, promedio de 2007 a 2009.	72
Figura III-9 Diagrama ombrotérmico con la generalización de la marcha de la temperatura, precipitación y evaporación en el conjunto de la cuenca, la línea azul marina es la precipitación promedio observada de 2007 a 2009.....	77
Figura III-10 Cambios de los valores de CN en la cuenca de 1998 a 2008.	78
Figura III-11 Precipitación diaria en 5 estaciones de la cuenca para 2007 y para dos estaciones en 2008. La escala descendente es precipitación en mm en todos los casos.....	80
Figura III-12 Escurrimiento superficial (hm ³) anual (2007) simulado para las unidades de la cuenca.....	81
Figura III-13 Comparativo proporcional en barras de los principales cambios en USV en el periodo 1998-2008 en la cuenca.....	84
Figura III-14 Tendencia del cambio de uso del suelo observado (1998-2008) y proyectado (2018) conforme a rutinas de cadenas Markovianas. VER MAPA escala 1.50,000.....	91
Figura III-15 Pronóstico de la condición proporcional de uso de suelo en el área bajo la cota de 2,040 m s.n.m. en el año 2018.	92
Figura III-16 Pronóstico de la condición proporcional de uso de suelo en la unidad de escurrimiento 7 en el año 2018.....	93
Figura III-17 Pronóstico de la condición proporcional de uso de suelo en la unidad de escurrimiento 10 en el año 2018.....	93
Figura III-18 Pronóstico de la condición proporcional de uso de suelo en la unidad de escurrimiento 4 en el año 2018.....	94
Figura III-19 Pronóstico de la condición proporcional de uso de suelo en las microcuencas en las orillas del lago en el año 2018.	94
Figura III-20 Pronóstico de la condición proporcional de uso de suelo en la unidad de escurrimiento 18 (Tzurumútar) en el año 2018.....	94
Figura III-21 Pronóstico de la condición proporcional de uso de suelo en la unidad de escurrimiento 19 (Pátzcuaro) en el año 2018.....	95

Figura III-22 Esquematzación del Mapa de Naturalidad de Orilla de embalse.....	105
Figura IV-1. Ubicación de la vegetación acuática del lago de Pátzcuaro en la región Sur, (senos Pátzcuaro y Jarácuaro), y ubicación de los canales perimetrales.	112
Figura IV-2 Área de trabajo de las actividades de control y remoción de la vegetación	119
Figura IV-3 Primera estimación de avance	119
Figura IV-4 Segunda estimación de avance	121
Figura IV-5 Tercera estimación de avance	122
Figura IV-6 El área de trabajo se queda incluida en el rectángulo verde presentado en la figura. Se realizaron trabajos cubriendo 10 ha de control de vegetación.....	126
Figura V-1 Localidades de pesca en el Lago de Pátzcuaro.	131
Figura V-2 Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de individuos ponderado en metros del arte de pesca para cada región.....	135
Figura V-3 Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de biomasa ponderada en metros del arte de pesca para cada región.	135
Figura V-4 Densidad de carpa en ind/Ha por comunidad.	135
Figura V-5 Biomasa de carpa en Kg/Ha en cada comunidad.	135
Figura V-6 Largo patrón promedio en centímetros, de las carpas capturadas en cada una de las comunidades.	137
Figura V-7 Relación entre la Densidad de carpa y el peso promedio de los individuos.....	137
Figura V-8 Relación entre la CPUE de carpa y el esfuerzo	138
Figura V-9 Relación talla-peso para <i>Cyprinus carpio</i>	138
Figura V-10 Curvas de crecimiento en base a la ecuación de von Bertalanffy (1934). Talla estimada en la bibliografía (Li 68), talla estimada con los datos de Pátzcuaro (Li 34).	139
Figura V-11 Porcentaje de machos, hembras y juveniles del total de las capturas.	140
Figura V-12 Porcentaje de machos, hembras, juveniles para cada una de los sitios trabajados. H =Hembras, M =Machos y J = Juveniles.....	140
Figura V-13 Porcentaje de individuos capturados (figura izquierda) y kilogramos capturados (figura derecha) de las especies más abundantes durante la época de secas.	145
Figura V-14 Porcentaje en número de individuos por especie en cada comunidad.....	145
Figura V-15 Porcentaje en biomasa por especie en cada comunidad.....	145
Figura V-16 Temperaturas promedio a lo largo del día en el agua en cuatro diferentes estaciones. Tzin = Tzinzuntzan, Ucas = Ucasanastacua, Pacan = Pacanda y Boya = boya cerca de Pátzcuaro e Ihuatzio.	146
Figura V-17 Intensidad de luz promedio a lo largo del día en el agua en cuatro diferentes estaciones. Tzin = Tzinzuntzan, Ucas = Ucasanastacua, Pacan = Pacanda y Boya = boya cerca de Pátzcuaro e Ihuatzio.	146
Figura V-18 Regiones de pesca en el lago de Pátzcuaro. Imagen obtenida a partir de Google Earth.	151
Figura V-19 Puntos de muestreo para las variables fisicoquímicas. Los puntos rojos corresponden a los sitios muestreados durante la temporada de lluvias, y los azules a la temporada de secas.....	152
Figura V-20 Puntos de muestreo para el análisis de nutrientes, bacteriológico y de densidad de quironómidos. 1: Tzinzuntzan; 2: San Jerónimo; 3: Cuello; 4: Pacanda; 5: Napizaro; 6: Janitzio; 7: Jarácuaro; 8: Camino Hitzio; 9: Ihuatzio; 10: Embarcadero. A: Lluvias (rojo), B: Secas (blanco). Imagen obtenida a partir de Google Earth.	154
Figura VI-1 <i>Riqueza y calidad del agua de las localidades de Pátzcuaro junio 2010</i>	180
Figura VII-1 Áreas de pesca por unión de pescadores	227
Figura VII-2 Diagrama de flujos de vías de comercialización de la carpa del Lago de Pátzcuaro	233
Figura VII-3 Flujos de pescado provenientes de y hacia otras partes del país.	239
Figura VII-4 Flujo comercial regional de la carpa del Lago de Pátzcuaro y de la Presa de Infiernillo.	239
Figura VII-5 Localización de los centros de acopio de carpa.....	277
Figura VII-6 Ubicación planta de ensilaje de pescado	277
Figura VII-7 Organigrama	287

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla II-1. Superficies establecidas por diferentes autores para el lago de Pátzcuaro en diferentes épocas...	16
Tabla II-2. Coordenadas de los sitios o estaciones de muestreo al 06 de Diciembre de 2008.	21
Tabla II-3. Subtipos de la Transición Tipo I: Hidrófitas flotadoras libres – Hidrófitas adheridas a un substrato, emergentes.	27
Tabla II-4. Subtipos de la Transición Tipo II: Hidrófitas libre flotadoras – Hidrófitas adheridas a un substrato con hojas flotantes – Hidrófitas adheridas a un substrato, emergentes.	27
Tabla II-5. Composición y estructura de una comunidad de transición tipo IA: <i>Ceratophyllum-Arundo-Schoenoplectus</i>	29
Tabla II-6. Composición y estructura de una comunidad de transición tipo IB: <i>Ceratophyllum-Eichhornia-Schoenoplectus</i>	30
Tabla II-7. Composición y estructura de una comunidad de transición tipo IC: <i>Ceratophyllum-Eichhornia-Typha</i>	31
Tabla II-8. Composición y estructura de las comunidades de transición tipo ID: <i>Eichhornia-Arundo-Typha</i>	33
Tabla II-9. Composición y estructura de las comunidades de transición tipo IE: <i>Eichhornia-Herbáceas</i>	34
Tabla II-10. Composición y estructura de la transición <i>Eichhornia-Herbáceas-Schoenoplectus</i> en los sitios 34 y 40.	36
Tabla II-11. Composición y estructura de la transición <i>Eichhornia-Otras flotadoras- Herbáceas</i> en el sitio 6. .	37
Tabla II-12. Composición y estructura del sitio 5, (Csubtipo IH) característico de los sitios observados en la costa Noroeste del lago, hasta las inmediaciones de Tzintzuntzan.	38
Tabla II-13. Composición y estructura de la transición subtipo IH en la porción sur del lago.	39
Tabla II-14. Composición y estructura de la transición tipo I. <i>Eichhornia - Typha</i>	40
Tabla II-15. Composición y estructura de las transiciones subtipo J.	42
Tabla II-16. Composición y estructura de las transiciones subtipo K Otras flotadoras – <i>Typha</i>	43
Tabla II-17. Composición y estructura de las Transiciones Tipo II L: <i>Nymphaea - Eichhornia-Schoenoplectus</i>	44
Tabla II-18. Composición y estructura de la comunidad Transición Tipo II M: <i>Ceratophyllum-Nymphaea-Schoenoplectus-Typha</i>	46
Tabla II-19. Composición y estructura de los sitios característicos del subtipo de Transición IIN <i>Ceratophyllum-Nymphaea-Typha</i>	48
Tabla II-20. Composición y estructura de los sitios característicos de Transiciones Tipo III: <i>Potamogeton-Nymphaea -Schoenoplectus- Typha</i>	50
Tabla III-1 Categorías de USV seguidas en el análisis de los dos periodos de tiempo 1998-2008.	55
Tabla III-2 Uso del suelo en la cuenca de Pátzcuaro en la década de los 90's.	65
Tabla III-3 Población total y número de localidades por municipio en el conteo de INEGI de 2005.	66
Tabla III-4 Localización de las salidas de las unidades de escurrimiento superficial en la cuenca.	68
Tabla III-5 Modelos de regresión lineal para la eventual distribución de temperatura, precipitación y evaporación con base en la altitud y el MDT.	69
Tabla III-6 Promedios mensuales de precipitación en las 7 estaciones con pluviómetros automatizados administrados por IMTA en la cuenca.	71
Tabla III-7 Reclasificación de las categorías de Uso de suelo y vegetación al factor Kc.	74
Tabla III-8 Valores promedio de ETc (en mm) para el año 2008, de cada una de las subunidades de escurrimiento y promedio mensual de la cuenca.	75
Tabla III-9 Equivalencias de tipos de uso de suelo y vegetación en la cuenca con valores de CN.	77
Tabla III-10 Valores promedio de CN por subunidad de escurrimiento en 1998 y 2008.	78
Tabla III-11 Comparativo absoluto y proporcional de cambio de USV 1998-2008.	83
Tabla III-12 Resultados del Análisis CROSSTAB 1998-2008.	85
Tabla III-13 Tipos de CUSV en la cuenca y proporción afectada de la misma.	86
Tabla III-14 Abundancia proporcional de categorías de CUSV por subunidad de escurrimiento.	88
Tabla III-15 Criterios de aptitud para el despliegue de las categorías de USV empleadas para la cuenca.	90
Tabla III-16 Pronósticos de condición proporcional de uso de suelo en el año 2018 por unidad de escurrimiento.	96
Tabla III-17 Estimación de la erosión Actual por IMTA 2005 en la cuenca de Pátzcuaro.	97
Tabla III-18 Estimación de erosión actual por unidad de escurrimiento en la cuenca ajustado a 5 categorías.	98
Tabla III-19 Superficie (ha) por categorías de erosión por núcleo agrario en la cuenca.	100
Tabla III-20 Resultados en orden ascendente de valor de "r" de los distintos modelos de ajuste de los modelos de regresión de parámetros físicos "crudos" con la biomasa de hidrófitas en el lago.	104

Tabla III-21 Criterios de estructuración del Análisis Multicriterio de Naturalidad de Orilla de Embalse.	104
Tabla V-1 Estimación del tamaño poblacional de carpas (N) en función de las carpas capturadas en la primer visita (M), número total de carpas capturadas durante la segunda visita (C), número de carpas recapturadas durante la segunda visita (R) y (ND) no hay dato para esas comunidades.	136
Tabla V-2 Medición de los parámetros	147
Tabla V-3 Puntos de muestreo para el análisis de nutrientes, análisis bacteriológico y análisis de densidad de quironómidos.	154
Tabla V-4 Predominancia de las fuentes de contaminación de acuerdo con Geldreich y Kenner (1969). CF: coliformes fecales; EF: enterococos fecales.	167
Tabla V-5 Índice para determinar las fuentes de contaminación en cada uno de los sitios del lago de acuerdo con Geldreich y Kenner (1969). CF: coliformes fecales; EF: enterococos fecales.	167
Tabla V-6 Densidad de quironómidos en lirio (ind/kg). Los sitios marcados con un asterisco se encuentran dentro de las zonas de pesca.	168
Tabla V-7 Densidad de quironómidos en sedimento (ind/kg) en temporada de lluvias y secas. Los sitios marcados con un asterisco se encuentran dentro de las zonas de pesca.	169
Tabla VI-1 Ubicación de sitios de muestreo y condiciones ambientales junio 2010	176
Tabla VI-2 Ubicación de sitios de muestreo y condiciones ambientales julio 2009.	177
Tabla VI-3 Riqueza encontrada en las localidades durante junio 2010	178
Tabla VI-4 Valores de importancia ecológica de la comunidad de macroinvertebrados durante junio 2010 ..	179
Tabla VI-5 Estimadores de riqueza vs riqueza real encontrada en el lago	180
Tabla VII-1 programas más importantes para el sector pesquero del Lago de Pátzcuaro.	183
Tabla VII-2 Proyectos de acuicultura en el Lago de Pátzcuaro, la ribera y las islas.	191
Tabla VII-3 Financiamiento obtenido para el sector pesquero en 2005	192
Tabla VII-4 Financiamiento solicitado para 2006	192
Tabla VII-5 Perfil sociodemográfico del pescador del Lago de Pátzcuaro	210
Tabla VII-6 Registro oficial de las organizaciones de pescadores del Lago de Pátzcuaro.	213
Tabla VII-7 Pescadores registrados y pescadores activos por comunidad	214
Tabla VII-8 Organizaciones pesqueras por comunidad y municipio (2005).	222
Tabla VII-9 Características de las redes agalleras por especie.	223
Tabla VII-10 Registro de capturas periodo 1981-2005 (ton).	223
Tabla VII-11 Lista de puntos de venta de pescado en la región del Lago de Pátzcuaro.	237
Tabla VII-12 Principales productos ofertados en los puntos de venta en la región Lago de Pátzcuaro*	246
Tabla VII-13 Escenarios propuestos	255
Tabla VII-14 Calendario de actividades	257
Tabla VII-15 Requerimientos nutricionales cerdas reproductoras.	263
Tabla VII-16 Formula alimenticio promedio para ganado porcino	264
Tabla VII-17 Fórmula alimenticia promedio ganado bovino	264
Tabla VII-18 Cantidad de ganado	271
Tabla VII-19 Propiedades del Acido sulfúrico	276
Tabla VII-20 Insumos	282
Tabla VII-21 tambores de 100 L.	282
Tabla VII-22 Escenarios	283
Tabla VII-23 ESCENARIO 1: 250 kg/día carpa	283
Tabla VII-24 ESCENARIO 2: 500 kg/día carpa	284
Tabla VII-25 ESCENARIO 3: 750 kg/día carpa	284
Tabla VII-26 ESCENARIO 4: 1000 kg/día carpa	285
Tabla VII-27 Inversión inicial	300
Tabla VII-28 Maquinaria y equipos de control de calidad	300
Tabla VII-29 Gastos de operación y mantenimiento	301
Tabla VII-30 Insumos	301
Tabla VII-31 Materiales	302
Tabla VII-32 Resultados de corrida financiera para el proyecto de Ensilaje de pescado a partir de la carpa del Lago de Pátzcuaro.	303
Tabla VII-33 Relación al proceso de implementación de la alternativa e extracción.	305
Tabla VIII-1 Entrevistas realizadas con personas clave por sector	309
Tabla VIII-2 Zonas de refugio de especies nativas en las cuales no se puede llevar a cabo ningún tipo de aprovechamiento pesquero de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-036-Pesc-2005 (DOF, 2009). 323	
Tabla VIII-3 Sucesos sociales, políticos, legales, de índole regulatoria y económicos relacionados con el manejo pesquero en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán.	326

Tabla VIII-4 Variación anual de pescadores registrados operando en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán.....	337
Tabla VIII-5 Variación anual de embarcaciones y artes de pesca registradas.....	338
Tabla VIII-6 Relación de organizaciones e instituciones que mantienen funciones sobre el manejo pesquero del Lago de Pátzcuaro.	339
Tabla VIII-7 Propuestas de los entrevistados relacionadas con el manejo pesquero del Lago de Pátzcuaro	346
Tabla VIII-8 Opciones de intervención sugeridas.....	355
Tabla VIII-9 Resultados del Sistema de calificación comparativa del grado de sustentabilidad para las distintas opciones de intervención	357

CONTENIDO DE GRAFICAS

Grafica V-1 Biomasa total (Kg) de peces capturados en ambas temporadas. A: temporada de lluvias, B: temporada de secas.	155
Grafica V-2 Densidad de peces en número de individuos y biomasa por especie entre temporadas. A: densidad de individuos en lluvias, B: densidad de individuos en secas, C: densidad de biomasa en lluvias, D: densidad de biomasa en secas, E: densidad promedio.....	156
Grafica V-3 Densidad total por sitios en número de organismos y biomasa (gramos) en ambas temporadas.	156
Grafica V-4 Largo patrón promedio de las especies en cada uno de los sitios.....	157
Grafica V-5 Factor de condición por especie en ambas temporadas.....	158
Grafica V-6 Captura por unidad de esfuerzo de cada especie por sitio en las diferentes temporadas. El valor de CPUE en gramos se presenta sobre la barra negra y el valor de CPUE de organismos se encuentra del lado derecho del rombo blanco.....	159
Grafica V-7 Análisis de contenido estomacal de cada especie por sitio.	161
Grafica V-8 Mapas de interpolación para las variables: Profundidad, temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos disueltos totales, turbidez y transparencia de Secchi. La letra A corresponde al muestreo realizado durante la temporada de lluvias, y la letra B a la temporada de secas. En la parte inferior de cada mapa se muestra el intervalo de valores.....	164
Grafica V-9 Concentración de nutrientes en el lago. Concentración de amonio (a), nitratos (b), nitrógeno total (c), ortofosfatos (d) y fósforo total (e). Los sitios marcados con un asterisco se encuentran dentro de los sitios de pesca.	165
Grafica V-10 Cuantificación de coliformes fecales (a) y enterococos fecales (b) en el Lago de Pátzcuaro. Los sitios marcados con un asterisco se encuentran dentro de los sitios de pesca. La línea color rojo indica los lineamientos para la protección de vida acuática y fuente de abastecimiento (1,000 UFC/100 mL).	166
Grafica V-11 Densidad de quironómidos (ind/kg) en lirio y sedimento en ambas temporadas.....	168
Grafica V-12 Densidad de quironómidos (ind/kg) por sitios en ambas temporadas. Los sitios marcados con un asterisco se encuentran dentro de las zonas de pesca.	168
Grafica V-13 Densidad de quironómidos (ind/kg) por sitios en ambas temporadas. Los sitios marcados con un asterisco se encuentran dentro de la zonas de pesca.	169
Grafica VIII-1 Densidades de pesca total en el lago de Pátzcuaro 1981-2005 (Orbe-Martínez et al., 2002; Rodríguez, 2003; Rojas, 2006 y DOF, 2009).....	332
Grafica VIII-2 Densidades de pesca total en el lago de Pátzcuaro 1981-2005 relacionadas con acontecimientos históricos clave relacionados con el manejo pesquero en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán (Orbe-Martínez et al., 2002; Rodríguez, 2003; Rojas, 2006; DOF, 2009).....	333
Grafica VIII-3 Variación anual de embarcaciones y artes de pesca registradas con densidades de pesca total en el Lago de Pátzcuaro 1981-2005 (Orbe-Martínez et al., 2002; Rodríguez, 2003; Ortiz, 2004; Rojas, 2006; Chauvet et al., 2009; DOF, 2009; García, 2009).....	339

CONTENIDO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía II-1. a) Recorrido en vehículo doble tracción: acceso al lago 1 km al	18
Fotografía II-2. Despliegue de una <i>Unidad de Muestreo Circular de 1m²</i> en uno de los sitios. (En cada sitio se levantaron 10 unidades como las de la figura).	18
Fotografía II-3. Reacondicionamiento del formato de levantamiento de información de campo.	20
Fotografía II-4. Procedimiento para la obtención de muestras para estimación de biomasa. a) Cosecha y b) acopio en costales de manta.	24
Fotografía II-5. Material vegetal en proceso de secado de las especies acuáticas usadas en artesanías en el embarcadero hacia la isla La Pacanda. Este tipo de material fue medido y luego pesado para las estimaciones de biomasa.	25
Fotografía II-6. Aspecto del "Tular" en el sitio 10. Obsérvese la presencia de juveniles del género <i>Salix</i>	32
Fotografía II-7. Transición <i>Eichhornia-Arundo-Typha</i> en las inmediaciones del sitio 9.	32
Fotografía II-8. transición <i>Eichhornia-Herbáceas-Schoenoplectus</i> en las inmediaciones el sitio 40.	35
Fotografía II-9. a) Quema de chuspata (<i>Typha dominguensis</i>) en los alrededores de San Andrés Tziróndaro y b) "Chinampeo" con <i>Eichhornia</i> al sur de Ihuatzio.	40
Fotografía II-10. Comunidades de Transición Tipo II M <i>Ceratophyllum-Nymphaea-Schoenoplectus-Typha</i> en las inmediaciones del sitio 33.	46
Fotografía II-11. Comunidades tipo IIN: Transición <i>Ceratophyllum-Nymphaea-Typha</i> en las inmediaciones del sitio 21. Ver Mapa Fotomosaico para detalles espaciales.	47
Fotografía IV-1. Canal perimetral II, frente al poblado de Jarácuaro. Acercamiento de la problemática en esta zona.	112
Fotografía IV-2. Vista interior (de la fotografía anterior) de la situación existente en la cobertura de la vegetación frente a Jarácuaro. Con la presencia de <i>Eichhornia crassipes</i> como principal problema en asociación con <i>Typha dominguensis</i>	112
Fotografía IV-3. Otra vista de la misma región con la presencia de <i>Nymphaea mexicana</i> y <i>Typha dominguensis</i>	112
Fotografía IV-4. Otra vista de la situación interior en la región de Erongarícuaro, con la presencia de <i>Potamogeton pectinatus</i> (sumergida en primer plano), <i>Nymphaea mexicana</i> , y <i>Typha dominguensis</i>	113
Fotografía IV-5. Una vista más de la asociación de <i>Eichhornia crassipes</i> , <i>Nymphaea mexicana</i> y <i>Typha dominguensis</i> , en la porción oriente de Jarácuaro.	113
Fotografía IV-6. Aspectos de las actividades de dragado en el Canal Perimetral II por parte de la Comisión de Pesca del estado.	113
Fotografía IV-7. Formación de camellones de vegetación y sedimentos producto de las acciones de dragado.	113
Fotografía IV-8. Ubicación del dren Tzurumútaró (área de trabajo) y el lago de Pátzcuaro.	114
Fotografía IV-9. Aspecto general de la infestación del dren Tzurumútaró.	114
Fotografía IV-10. Aspecto de la infestación por <i>Berula erecta</i>	114
Fotografía IV-11. Presencia de <i>Berula erecta</i> y <i>Eichhornia crassipes</i> (acercamiento).	114
Fotografía IV-12. Aspectos de los trabajos de limpieza en el dren con maquinaria pesada y apoyo para agregar los tapetes de vegetación.	116
Fotografía IV-13. Otra vista de los mismos trabajos de limpieza en donde se observa parte del dren ya libre de malezas.	116
Fotografía IV-14. Otro aspecto de la infestación del dren por <i>Berula erecta</i>	117
Fotografía IV-15. Aspecto del dren antes de las acciones de limpieza.	117
Fotografía IV-16. Aspecto del dren después de las acciones de limpieza. Se observan los montículos de vegetación a ambos márgenes del dren listos para ser incinerados.	117
Fotografía IV-17 Despalotizador, vista del abrevadero cinco a Janitzio, inicio de trabajos 22 de octubre de 09.	120
Fotografía IV-18 29 de Octubre de 2009.	120
Fotografía IV-19 Vista del abrevadero cinco al área de trabajo, 22 de octubre de 2009.	120
Fotografía IV-20 Vista al abrevadero cinco, 22 de octubre de 2009.	120
Fotografía IV-21 Vista al abrevadero cinco, 22 de octubre de 2009.	120
Fotografía IV-22 Vista del abrevadero cinco al área de trabajo 29 de octubre de 2009.	120
Fotografía IV-23 Vista de la entrada al abrevadero cinco, al fondo el despalotizador donde cierra la estimación dos.	121
Fotografía IV-24 Vista donde termina el área de la estimación uno e inicia la estimación dos, al fondo el despalotizador cerrando el área de la estimación dos.	121
Fotografía IV-25 Vegetación donde termina el área de la estimación dos e inicia la tres.	121



Fotografía IV-26 Vista del limite entre el espejo de agua del lago y la vegetación que se tritura.	121
Fotografía IV-27 Despalotizador triturando vegetación en el área de la estimación dos, vista del lago a la vegetación.	122
Fotografía IV-28 Vegetación triturada en el área de la estimación tres, vista de donde termina la área de la estimación dos e inicia la tres.	122
Fotografía IV-29 Vegetación triturada en la área de la estimación tres	122
Fotografía IV-30 Vegetación triturada en la área de la estimación tres	122
Fotografía IV-31 Despalotizador, trabajando en la área de la estimación tres.....	122
Fotografía IV-32 Despalotizador, en la área de la estimación tres, vista del lago a la ribera.	123
Fotografía IV-33 Vista del canal de Erongarícuaro, antes y después del control y remoción de la vegetación.	123
Fotografía IV-34 Vista en campo del área de trabajo donde se aprecian malezas sumergidas y enraizadas emergentes.	126
Fotografía IV-35 Otra vista del área de trabajo en la que ya se ha hecho control de tule y carrizo, la baja profundidad durante el mes de junio no permitió la continuidad del trabajo de las máquinas.	126
Fotografía IV-36 Vista después de los trabajos de limpieza, en la que actualmente se esta dando mantenimiento.	126
Fotografía IV-37 Otra vista hacia el seno Jarácuaro-Janitzio en el que se aprecia la infestación por malezas enraizadas sumergidas, uno de los principales problemas en esta zona somera del lago.....	126
Fotografía IV-38 Vista actual de la misma zona con el espejo de agua recuperado.....	127
Fotografía IV-39 Vista general a la salida del canal de Erongarícuaro hacia el interior del lago de Pátzcuaro, donde proliferan principalmente malezas como la ninfa (Nimphaea mexicana) y la hojilla (Potamogeton pectinatus)	127
Fotografía IV-40 Otra vista de la misma área presentando la misma problemática.	127
Fotografía IV-41 Vista del canal de Erongarícuaro hacia la salida al lago de Pátzcuaro.	127
Fotografía VI-1 Florecimiento fitoplanctónico (color vered) en la localidad de Chupícuaro, el 02 de junio 2010 a las 14:00 hrs	177
Fotografía VII-1 Maquinaria para preparación de ácidos	279
Fotografía VII-2 Molienda	280
Fotografía VII-3 Materia prima molida.....	280
Fotografía VII-4 Alimento para ganado bovino	280
Fotografía VII-5 Alimento para ganado porcino	280
Fotografía VII-6 Alimento para pollos.....	281

I. ANTECEDENTES SOBRE LA RECUPERACIÓN AMBIENTAL DEL LAGO DE PÁTZCUARO.

El Lago de Pátzcuaro está sufriendo un proceso natural y acelerado de eutroficación, donde el material de los suelos que conforman la cuenca, es acarreado por la erosión, provocando gran asolvamiento al vaso, aunada con una notable disminución en su profundidad y la descarga de aguas residuales no tratadas, así como descargas no puntuales, favoreciendo por lo tanto el desarrollo de las plantas acuáticas y semiacuáticas en toda la periferia del cuerpo de agua.

Estas plantas vasculares acuáticas y semiacuáticas son organismos que crecen desde los márgenes de un cuerpo de agua hasta un poco más de 5 metros de profundidad, y se dividen en 6 grupos, según la forma de vida: hidrófilas arraigadas emergentes, hidrófilas arraigadas de hojas flotantes, hidrófilas arraigadas sumergidas, hidrófilas libres sumergidas e hidrófilas libres flotadoras.

Ecológicamente las plantas vasculares acuáticas ocupan un lugar importante dentro de un sistema acuático, ya que junto con el fitoplancton, el perifiton vegetal y las algas macroscópicas, forma el primer eslabón de la cadena alimenticia, constituyendo además, el hábitat de invertebrados y aves acuáticas, así como también en la participación como sustrato para la producción de los peces. Otro aspecto importante que tienen algunas especies de plantas acuáticas, particularmente en el lago de Pátzcuaro, es en cuanto a su utilización para la fabricación de artesanías, y como forraje para el ganado.

Sin embargo, a pesar de que las hidrófilas constituyen un importante recurso que beneficia a los organismos que habitan el lago, así como a los lugareños de la ribera e islas, estas plantas acuáticas pueden llegar a ocasionar serios problemas cuando proliferan en gran medida, impidiendo la entrada de luz hacia el interior del cuerpo de agua, necesaria para las plantas sumergidas, acelera el proceso de eutroficación con la gran cantidad de materia orgánica no metabolizada en el sistema, además de que dificultan la navegación y la pesca. En el lago de Pátzcuaro estos problemas se están presentando, sobre todo en la parte sur (Erongarícuaro, Jarácuaro, Pátzcuaro y Tzurumútaru) en donde se ha estimado una cobertura de 1,907 (IMTA, 2005) ha aproximadamente, entre vegetación sumergida, enraizada emergente y flotante.

Por tal motivo y previendo un aumento progresivo de ésta cobertura, es necesario establecer una estrategia de control, que permita establecer la estrategia a mediano y largo plazo, para la recuperación del espejo de agua del lago, sin afectar económica y ecológicamente a este importante cuerpo de agua. Por lo anterior se debe establecer un programa de control integral de la vegetación acuática potencialmente en riesgo de convertirse en malezas, mediante el empleo

de las técnicas más apropiadas considerando control manual, mecánico, químico y biológico.

Particularmente en cuanto al control biológico, numerosos estudios muestran agentes de control que han sido evaluados tanto en su eficacia como de controladores de la maleza, así como su especificidad e inocuidad para el ser humano, utilizando en forma conjunta y sinérgica dos agentes de control del lirio acuático: insectos altamente específicos y hongos patógenos. Estos agentes de control formarán parte del programa de control integral específicamente para lirio acuático, y constituirá la primera etapa de acciones posteriores que se deberán realizar por lo menos durante 3 años consecutivos para el control sustentable de esta maleza.

Por otra parte, Pátzcuaro cuenta con 10 especies ícticas endémicos (Chacón 1986), siendo uno de los más importantes por su relevancia cultural y económica los conocidos pescado blanco *Chirostoma* sp, el acocil *Cambarellus pazcuarensis* y el muy importante ajolote *Ambystoma dumerili* (achoque) que se encuentra sujeta a protección especial de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-59).

La problemática ecológica asociada a las especies introducidas en sistemas tan frágiles como son los lagos, está bien documentada y se resume en factores como competencia con especies nativas por espacio y alimento, depredación no controlada sobre fauna nativa, problemas de pérdida genética de especies ya sea por extinción o bien hibridación, introducción de parásitos y enfermedades y alteraciones severas de los procesos y equilibrios ecológicos que finalmente se manifiesta en una pérdida de la biodiversidad original.

En el caso del lago de Pátzcuaro las especies introducidas son: la carpa *Cyprinus carpio*, la trucha *Micropterus salmoides*, mojarra *Tilapia melanopleura* y finalmente otra especie también conocida como carpa pero perteneciente a la especie *Ctenopharyngodon idella*. De manera particular la especie *Cyprinus carpio* se considera de hábitos omnívoros y cuyos hábitos de búsqueda del alimento, provocan daño y desaparición de la vegetación acuática y aumento en la turbidez del agua, efecto denominado bioturbación; los efectos indirectos están relacionados con la turbidez en la columna de agua ya que la constante agitación de sedimentos mientras busca su alimento, resulta en una suspensión de los sólidos y los nutrientes, particularmente del fósforo, lo que a su vez puede provoca un incremento rápido de la población de algas fitoplanctónicas. Por su parte el aumento en la turbidez provoca pérdida de macrófitos que repercute en la disminución del zooplancton (Schriveret al. 1995) lo que provoca posible control sobre el fitoplancton, perdiéndose la posibilidad de una autorregulación natural.

Debido a las claras condiciones de fragilidad ecológica como las que se observan en lagos como Pátzcuaro, en donde se cuenta con un gran número de

endemismos y en donde las condiciones de eutrofización aún no son tan altas que se pueda considerar como un sistema en total estado de alteración, los esfuerzos para su recuperación debe incluir la erradicación y/o control de las especies exóticas animales y vegetales. Con ello se espera que los procesos ecológicos que le dan sostén a un sistema acuático, den la pauta a un incremento considerable en su estabilidad y resistencia y con ello en su recuperación.

1.1 Objetivo.

Establecimiento de un programa piloto de control y manejo de la vegetación acuática enraizada flotante, emergente y flotante, junto con florecimientos algales, en los senos Jarácuaro y Pátzcuaro del lago, a través de la combinación de métodos complementarios (control manual, mecánico, químico y biológico) siguiendo los principios básicos del Programa de Control de Malezas Acuáticas.

Erradicación y/o control de las especies exóticas introducidas y recuperación de especies emblemáticas del lago (pez blanco, acumara y achoque).

1.2 Resultados esperados.

- Reducción de la vegetación acuática enraizada flotante, emergente, flotante, y sedimentos asociados, además de los florecimientos algales, presentes al sur del lago en los senos Jarácuaro y Pátzcuaro.
- Establecimiento de una estrategia de control a mediano y largo plazo de la vegetación acuática, para el apropiado mantenimiento del espejo de agua y con menos impacto sobre los ambientes del lago.
- Evaluación de la disposición de la vegetación extraída, y selección de suelos apropiados para tal fin.
- Reducción de la cobertura del lirio acuático en la zona de trabajo. Liberaciones masivas insectos de las dos especies de *Neochetina*. Puesta en marcha en el lago de Pátzcuaro de una unidades de cría masiva de dos especies de *Neochetina*.
- Programa de monitoreo permanente, a través de indicadores biológicos (macroinvertebrados bentónicos) para determinar los efectos de las actividades de restauración y de recuperación de especies sensible y de importancia económica y cultural como son el pescado blanco (*Chirostoma sp.*) y el axolote (*Ambystoma dumeril*).

1.3 La cuenca y el área de estudio.

El área de estudio es el embalse de una cuenca endorréica de origen igneo-tectónico (Barrera-Bassols 1992 *in* Toledo 1992) que se localiza sobre el Eje Neovolcánico en el estado de Michoacán (Figura I-1). Pertenece a la vertiente norte del estado y se incluye en la Región Hidrológica Lerma-Chapala-Santiago (RH12G). Se ubica aproximadamente entre las siguientes coordenadas geográficas:

Longitud: 101°25' y 101° 54' al Oeste del Meridiano de Greenwich
Latitud: 19°25' y 19°45' Norte

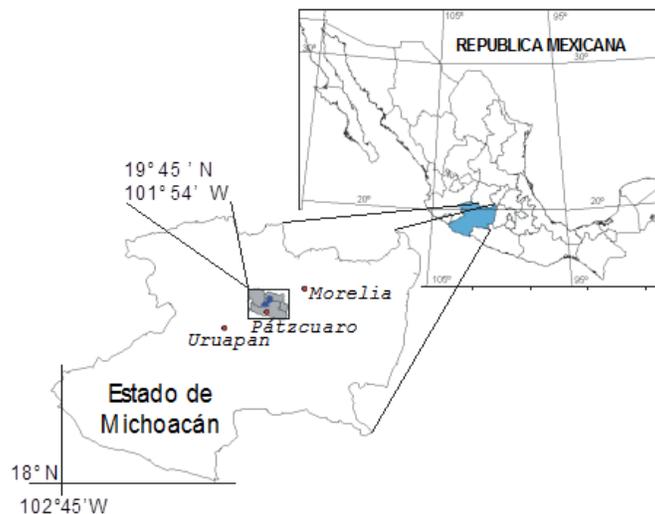


Figura I-1. Localización del área de estudio

Según diversos autores (Chacón 1993b, Alavarez-Icaza y Garibay 1992, *in* Toledo 1992, y Gómez-Tagle 1994) la cuenca se extiende a lo largo de aproximadamente 1,000 km² de superficie, de los cuales unos 900 km² corresponden a la porción terrestre (área de captación) y 100 km² al espejo del lago, incluyendo las islas. De acuerdo con Amador (2000) la cuenca del Lago de Pátzcuaro comprende una superficie de 919.4 km² extendida a lo largo de 324.3 km de longitud perimetral. Del total de superficie de captación, 829.3 km² (90.2 %) correspondían a la porción en tierra firme, 88.9 km² (9.7 %) al espejo del lago y 1.2 km² (0.13 %) al área ocupada por las islas Pacanda, Yunuén, Tecuén y Janitzio. Estas cifras fueron extraídas de la cartografía de INEGI (DETENAL 1978).

De acuerdo con De Buen 1944 (Citado por Chacón 1993) la superficie del espejo del lago a mediados del siglo pasado era estimada en 11 km².

Por otro lado, el INEGI (1993) señala que la cuenca forma parte de la Subprovincia Neovolcánica Tarasca, y por el intervalo de altitudes (de 2,037 m a 3,420 m), la inclinación de las pendientes y el tipo de sustrato geológico que presenta, se

distinguen al menos 7 paisajes geomorfológicos: Gran sierra volcánica compleja con llanos; Pequeños llanos aislados, Malpais, Vaso lacustre, Pequeños llanos aislados con lomeríos; Lomeríos de colinas redondeadas y Mesetas lávicas (INEGI, 1993). El proceso geológico volcánico del Cuaternario es el que mejor se encuentra representado en la región (INEGI, *op. cit.*). Predominan las andesitas, basaltos, riolitas, tobas riolíticas, aluviones y escorias volcánicas (Gomez-Tagle 1994).

La cuenca tiene una historia natural directamente vinculada a la formación del eje Neovolcánico, que constituye uno de los macroeventos geológicos más importantes recientes pues éste le confirió su configuración actual a la mayor parte de nuestro país. De acuerdo con Barrera-Bassols (1992), la evolución de la cuenca incluye las siguientes etapas:

- Etapa genética, de gran inestabilidad igneo-tectónica (la cuenca, aún abierta, drenaba hacia Cuitzeo). Inicia en el Plioceno y se desarrolla con la formación de los principales edificios volcánicos que circundan la cuenca (el Zirate al Norte; el Frijol al Sur; la Virgen y el Chivo al Suroeste y el Guacapia y Tariáqui al centro-occidente y centro-oriente respectivamente).
- Etapa formativa de estabilidad climática. Se conforma la fosa tectónica hace 60,000 años así como la fisiografía actual de la región. Se presentan eventos ígneos en menor intensidad y proporción que la etapa anterior, pero de gran densidad por el área.
- En el área de estudio existen por lo menos dos casetas meteorológicas administradas por la Comisión Nacional del Agua: Pátzcuaro y Santa Fe de la Laguna. Como en ellas se aprecia, la principal presencia de precipitación es durante el verano y las temperaturas más cálidas se alcanzan antes del mes de junio lo que caracteriza un clima templado.

En este sentido Gómez Tagle (1994) señala que precisamente el clima predominante en la cuenca es del tipo **C(w₂)(w)b(e)g**, es decir, templado subhúmedo con lluvias de verano, extremoso y con la temperatura más cálida antes del mes de Junio.

En la cuenca se presentan al menos 18 categorías de suelo (Álvarez-Icaza *et al.* 1996), todos ellos de formación residual a partir de cenizas volcánicas, producto de las erupciones más recientes en el período Cuaternario, así como de la intemperización de tobas, rocas basálticas, brechas y andesitas. Más del 50% son suelos profundos, en algunos casos pedregosos y gravosos. Una cuarta parte de los tipos de suelos son delgados y una proporción mínima son suelos someros.

Los suelos más importantes de la región son los Andosoles que son profundos, negros y pardo-rojizos, muy ligeros pues su espacio poroso es muy abundante y presentan una densidad de masa menor a 0.85, caracterizados en su porción

mineral por la presencia de halófanos, que son materiales amorfos de alta capacidad de intercambio catiónico y alta retención de Fósforo. La saturación de las bases es moderada, como los contenidos de Calcio, Sodio y Magnesio, mientras que los contenidos de Potasio son bajos.

La textura dominante de estos suelos es de migajón arcillosa por lo que su permeabilidad es media y su drenaje moderado. Andosoles húmicos, mólicos y ócricos presentan, respectivamente, un contenido de materia orgánica rico, moderado y pobre. Los más ricos son fuertemente ácidos y los otros muestran un grado de acidez moderado. En segundo orden de importancia se presentan los Luvisoles y Acrisoles. Son suelos rojos localizados en zonas de relieve montañoso, donde prevalecen los climas templados. Son también de origen residual, desarrollados a partir de rocas volcánicas (INEGI, 1993).

Caballero *et al.* (1992) *in* Toledo (1992) señalan que 60% de la extensión terrestre de la cuenca está cubierta de pinares y encinares. El resto de la superficie se distribuye entre matorrales de *Baccharis*, derivados de estos bosques; pastizales y otras comunidades arbustivas. En la carta de tipos de vegetación que presentan estos autores, se reconocen además: Ambientales, Bosques cultivados, Matorral xerófilo, Zacatonal de altura, Pastizal inducido y seis tipos de "paisajes agrícolas".

Gómez-Tagle (1994), reporta la presencia de las siguientes comunidades:

- Bosque de Oyamel; se encuentra en las mayores elevaciones (2,400-3,420 m s.n.m.) y las especies representativas son: *Abies religiosa*, *Pinus pseudostrobus*, *Quercus laurina*, *Arbutus glandulosa* y *Clethra mexicana*.
- Bosque de Encino-Pino; es el más abundante en la zona forestal, lo componen numerosas especies tanto arbóreas como arbustivas y herbáceas, (2,150-2,800 m s.n.m.). Las especies de encino más frecuentes son: *Quercus candicans*, *Q. castanea*, *Q. crassipes*, *Q. deserticola*, *Q. obtusata*, *Q. rugosa* y entre los pinos: *Pinus teocote*, *P. lawsonii*, *P. leiophylla*, *P. michoacana*, *P. montezumae* y *P. pseudostrobus*.
- Bosque de Encino; localizado principalmente en pedregales, donde los suelos son pobres o delgados. Se presentan *Quercus candicans*, *Q. crassipes*, *Q. laurina*, *Q. obtusata* y *Q. rugosa*.
- Matorral subtropical; conformado por especies secundarias con características de xerofitismo entre las que destacan: *Acacia pennatula*, *Euphorbia caliculata*, *Ipomoea murucoides*, *Opuntia lasiacantha*, *Yucca filifera* y *Agave salmiana*.

Diversos trabajos desarrollados a principios de la década de los 90's (Álvarez-Icaza y Garibay 1992 *in* Toledo 1992 , Gómez-Tagle 1994 y Álvarez-Icaza *et al.* 1996),

clasifican en cuatro categorías el uso del suelo de la cuenca. Se reconoce que actividades como la ganadería se desarrolla, dependiendo de la época del año, tanto en matorrales como en bosques y terrenos agrícolas. Las dos grandes agrupaciones del uso agrícola en la cuenca, son las superficies de agricultura de riego y las de agricultura de temporal.

Por la extensión de su área de captación, su condición endorréica y la precipitación promedio anual, se estima que la cuenca recibe una entrada de agua de aproximadamente 1,000 millones de m³ anualmente. La evapotranspiración constituye el principal mecanismo de salida hídrica, con un volumen total de 700 millones de m³ aproximadamente. De este modo, 300 millones de m³ de agua escurren en forma de arroyos superficiales o en forma de agua infiltrada. De estos, 100 millones corresponden a las aguas superficiales y los restantes 200 millones de m³ recorren a través de varios mecanismos los horizontes litológicos y edáficos subsuperficiales. Ambos flujos llegan al lago sin grandes pérdidas de sus volúmenes iniciales (Barrera-Bassols 1992 *in* Toledo 1992). El espejo lacustre, cuyo embalse tiene un volumen aproximado de 505 millones de m³, tiene una fluctuación media anual de 70 cm en su nivel. Esta salida representa 30% del volumen total del lago, por lo que este mecanismo de flujo hídrico puede deberse al tipo de litología (bastante permeable) y la posibilidad de desagüe por la apertura cíclica de fracturas en su lecho tal como propone West 1948 (citado por Barrera-Bassols *op. cit.*).

1.4 Flora y vegetación acuáticas en la región.

En orden cronológico, entre los trabajos más significativos sobre flora y vegetación acuática de la región destaca el trabajo de Lot y Novelo de 1988 (citados por Chacón 1993) que es referido prácticamente por todos los autores consultados. De acuerdo con Chacón (*op. Cit*) se reportan para el lago de Pátzcuaro la existencia de 49 especies incluidas en 23 familias. Las comunidades de plantas emergentes están representadas por *Scirpus americanus*, *Typha latifolia*, *Sagittaria gramínea* y *Cyperus niger*. Estas especies bajo condiciones favorables de pendiente del terreno y de nutrientes pueden encontrarse en sitios de hasta 4 m de profundidad. La vegetación acuática sumergida con hojas flotantes se encuentra representada por comunidades de *Nymphaea mexicana* y *Potamogeton illinoensis*, estas especies se encuentran frecuentemente asociadas con vegetación acuática típicamente sumergida (*Potamogeton latifolius*, *Najas guadalupensis*, *ceratophyllum demersum*, *Utricularia gibba* y *U. vulgaris*).

Por otro lado, García (1990) presentó un listado, un mapa de distribución y una serie de descripciones botánicas y pone de relieve la diversidad florística de plantas acuáticas en el área de estudio. Señala la presencia de 57 especies pertenecientes a 24 familias y comprendiendo 40 géneros siendo la mejor representada la familia Poaceae seguida por la Cyperaceae.

Ramos y Novelo (1993) realizaron un estudio de flora y vegetación acuáticas de la laguna de Yuriria en Guanajuato. Encontraron una riqueza de 47 especies pertenecientes a 25 familias, de las cuales las mejor representadas son Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae, Lemnaceae, Polygonaceae y Apiaceae. Destaca como forma biológica dominante las herbáceas, entre estas, las hidrófitas enraizadas emergentes alcanzaron un total de 27 especies. Solamente dos elementos aarbóreos fueron registrados (*Taxodium mucronatum* y *Salix chilensis*). La vegetación acuática está dominada por extensos tulares someros de *Typha dominguensis* y *Scirpus californicus*. Atribuyen a la proliferación de *Eichhornia crassipes* la continúa pérdida de hábitats acuáticos y el evidente proceso de deterioro del embalse. Presentan las siguientes definiciones de tipos de plantas acuáticas o Hidrófitas:

- Tolerantes (T).- Son aquellas plantas que llevan a cabo gran parte de su ciclo de vida en suelos completamente secos, pero que pueden tolerar por corto tiempo el suelo inundado o alta humedad en el suelo.
- Subacuáticas (S).- Son las plantas que llevan a cabo gran parte de su ciclo de vida en el agua y no pueden sobrevivir por largo período de tiempo en suelos completamente secos; generalmente se les encuentra en el margen de los ambientes acuáticos.
- Acuáticas Estrictas (A).- Las plantas que realizan prácticamente todo su ciclo de vida dentro del agua, ya sea sumergidas, emergiendo o flotando.

Definiciones que derivan a su vez en los siguientes conceptos:

- Hidrófitas enraizadas emergentes. Plantas enraizadas al substrato; emergiendo, sumergidas o con las hojas sobre la superficie del agua. Sus estructuras vegetativas y órganos reproductores fuera del agua.
- Hidrófitas enraizadas de hojas flotantes. Plantas con las hojas sobre la superficie del agua y con los órganos reproductores emergiendo
- Hidrófitas enraizadas sumergidas. Plantas sumergidas; con sus estructuras vegetativas inmersas completamente en el agua; sus órganos reproductores pueden estar sumergidos o emerger y quedar por encima de la superficie del agua.
- Hidrófitas libremente flotadoras. Plantas flotando libremente en la superficie del agua. Sus estructuras vegetativas y órganos reproductores se mantienen por encima del agua; solamente su sistema radical se encuentra sumergido.

- Hidrófitas libremente sumergidas. Sus estructuras vegetativas y sistema radical se mantienen sumergidas; solamente sus órganos reproductores se encuentran sobre la película de agua.

Rojas y Novelo (1995) describen la flora y la vegetación acuáticas del Lago de Cuitzeo. Señalan que se trata de un área propicia para la sorprendentemente alta diversidad de plantas acuáticas y subacuáticas debido a la poca profundidad, el gran número de manantiales y su considerable extensión. Indican que registraron 92 especies correspondientes a 70 géneros y 40 familias. Las hidrófitas enraizadas emergentes están dominadas por los géneros *Typha*, *Scirpus*, *Cyperus*, *Eleocharis* y *Phragmites*. De las enraizadas sumergidas *Potamogeton pectinatus* es el elemento que cubre más de la mitad de la parte oriental del lago.

Por su parte, Martínez y García (2001) para una serie de localidades selectas del estado de Querétaro, presentan un listado y mapas de distribución en la entidad de 118 especies de plantas acuáticas y subacuáticas, las cuales comprenden 65 géneros y 43 familias de pteridofitas, gimnospermas y angiospermas. Señalan que esas localidades son ríos, charcos temporales, presas y canales de riego y que en general se encuentran contaminados, cubiertos por *Eichhornia crassipes* y *Lemna* spp.

Madrigal *et al* (2004) describen la flora y la vegetación del Lago de Zirahuén, un lago muy cercano al área de estudio. Reportan la presencia de 93 especies pertenecientes a 35 familias y 55 géneros, de las cuales 25 especies son tolerantes, 42 subacuáticas y 24 acuáticas estrictas. Las formas de vida corresponden a los tipos enraizadas emergentes, enraizadas sumergidas, enraizadas de hojas flotantes y libremente sumergidas. La vegetación se encuentra distribuida a lo largo de la línea de costa, presentándose a partir de la zona de inundación temporal y en algunos casos hasta los 12 m de profundidad a manera de individuos aislados. Estos autores emplean el método de Titus (1993 citado por Madsen 1999) para la estructuración de campañas de muestreo basadas en técnicas de intercepción de líneas que arroja datos cuantitativos de la distribución y abundancia de las plantas acuáticas, permite un riguroso análisis estadístico y permite la observación y cuantificación individual de especies.

1.5 Cuantificación de plantas acuáticas.

El uso de métodos cuantitativos para plantas acuáticas no se ha estandarizado, como tampoco lo ha sido la obtención de parámetros de ecosistemas acuáticos tales como los aspectos bióticos de fauna o los componentes físico-químicos propiamente del agua. Incluso –señala Madsen (*op. Cit.*)– cuando se considera el muestreo de biomasa acuática, la cual está ampliamente aceptada a través de cuantificar la biomasa del conjunto de comunidades de plantas acuáticas. Sin embargo, existen considerables divergencias en la implementación de la técnica

que no permitan la comparación de datos. Mientras que el muestreo a la biomasa a través de sitios de dimensiones fijas proporciona estimaciones precisas de la abundancia de plantas tanto en el cuerpo de agua como en las unidades de muestreo, estas son más costosas, demandantes de tiempo y no resultan apropiadas para medir todos los aspectos de la comunidad vegetal. En contraste, el método de intercepción de línea ha sido más ampliamente usado en humedales terrestres y sistemas acuáticos, requiere de menores recursos. Han sido usadas para diversos propósitos incluyendo la medición directa de cobertura de especies claves. En el presente trabajo se acopló el uso de los dos enfoques, levantando sitios de dimensiones fijas de 1 m², empleado convencionalmente en diversos trabajos para descripción y caracterización la estructura de las comunidades vegetales y una somera descripción del gradiente horizontal del sitio para su eventual adecuación y descripción conforme al método de transecto sugerido por Titus (1993 citado por Madsen 1999).

El uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las técnicas de Percepción Remota (PR) han contribuido significativamente desde hace por lo menos 2 décadas a facilitar con buenos márgenes de precisión distintos aspectos de la estructura de las comunidades vegetales, entre cuyos parámetros destaca precisamente la obtención de biomasa. La Percepción Remota (PR), es decir la adquisición mediante sensores transportados en naves aéreas o espaciales de datos concernientes a la radiación electromagnética que es reflejada o emitida por la superficie de la tierra en diversas propiedades y longitudes de onda (Justice and Townshend 1981), es actualmente una de las herramientas más poderosas y flexibles para estudios del ambiente y de los recursos naturales.

Diversos parámetros de la estructura de la vegetación, empezando por el tipo de vegetación, frecuencia, área basal, diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) y cobertura de las especies presentes, generalmente son evaluados mediante información levantada en campo conforme a los procedimientos convencionales en ecología vegetal descritos por Cottam y Curtis (1959), Mueller-Dumbois & Ellenberg (1974), Matteucci y Colman (1982), Greigh-Smith (1983), Bonham (1989) y Cox (1990). Dichas evaluaciones pueden servir para fines prácticos de inventario forestal o como base para investigaciones diversas entre las que destaca la caracterización de las cubiertas vegetales locales, regionales y globales. Las distintas técnicas que relacionan la información contenida en imágenes satelitales para delinear mapas predictivos de la vegetación o para comprender funciones relacionadas con atributos estructurales de ésta como: biomasa, densidad, cobertura y área foliar han sido ampliamente documentados y constituyen trabajos de utilidad práctica en la toma de decisiones (Fassnacht et al 1997, St-Onge & Cavayas 1997, Martin et al. 1998, Gemmell 1999, Franco-López et al. 2001, Gemmell et al. 2001, Tommpo et al. 2002, Wasseige & Defourny 2002 y Gaveau et al 2003).

Desde los primeros lanzamientos de la serie Landsat la precisión en la calidad de la información proveniente de dichos sensores es utilizable en la clasificación de la cobertura y vegetación de la superficie de la tierra y ha venido desarrollándose a través de numerosas técnicas que básicamente podrían incluirse en uno de los siguientes dos grupos: (1) las técnicas de restauración de la información (y que eventualmente incorporan datos “adicionales” o “colaterales” del ambiente) y (2) las técnicas de procesamiento digital que mejoran las imágenes basadas en patrones diferenciales de reflectancia (Fahsi et al 2000).

También desde los primeros lanzamientos, diversos investigadores se percataron de la imposibilidad de cartografiar estructura de comunidades vegetales con gran detalle, particularmente en lo que respecta a composición florística usando las escenas multiespectrales entonces disponibles, por lo que cobró auge por una parte el desarrollo de técnicas de clasificación mejoradas a partir de datos ambientales “adicionales” o “colaterales” y los análisis multitemporales en los que se busca una condición diferencial de la estacionalidad-caducidad del follaje con objeto de inferir diferencias en composición florística de las especies dominantes de una determinada categoría de vegetación (Justice y Townshend 1981 y Martin et al 1998). Derivado de lo anterior, los principales aspectos de la estructura de la vegetación identificables mediante técnicas de percepción remota se han referido comúnmente a: (1) variables continuas (abundancia o importancia de una especie) y (2) variables categóricas (tipo de vegetación y presencia o ausencia de una especie).

El incremento de la disponibilidad de información proveniente de sensores remotos en diversa resolución espacial, temporal y espectral, ofrece la posibilidad de identificar y monitorear características biofísicas de los ecosistemas, siendo particularmente importantes –desde el punto de vista de su manejo- aquellas propiedades de la superficie asociadas con los cambios espacio-temporales de la vegetación. Los Índices de Vegetación y las técnicas de clasificación siguen siendo dos conjuntos de herramientas aplicables al reconocimiento de variables continuas y categóricas relacionadas con la vegetación. El Índice de Vegetación Normalizado (NDVI por sus siglas en inglés) es una de las transformaciones más sencillas y más comúnmente empleadas en las inspecciones preliminares de la vegetación mediante procesamiento digital de imágenes satelitales (Derring y Haas 1980; Lyon y McCarthy 1995 y Jensen 1996 citados por Senay y Elliot 2000). Se usan las bandas roja e infrarroja porque la vegetación generalmente presenta una reflectancia relativamente baja en la primera y una reflectancia alta en la segunda. Las áreas vegetadas producirán valores altos, además se prefiere la normalización porque ayuda a compensar cambios de otros factores que influyen en las condiciones de iluminación como la pendiente de la superficie y la orientación de la exposición de laderas o aspecto (Lillesand & Kiefer 1987). Senay y Elliott (2000) demostraron la utilidad de este índice en el reconocimiento de patrones estacionales de senescencia y verdor.

II. VEGETACIÓN.

II.1 Evaluación mediante imágenes de satélite.

La superficie ocupada del lago de Pátzcuaro es detectada en imagen por satélite con base a la interpretación de sus patrones (tonos, texturas y formas o rasgos), los cuales son asociados por la interpretación visual a sus valores espectrales registrados por la imagen. Mediante la técnica de procesamiento digital de la imagen los valores se clasifican para obtener la ubicación, distribución y cuantificación de la superficie.

Adquisición del material: Del acopio de imágenes por satélite del IMTA, fueron seleccionadas cinco imágenes multitemporales en formato geotif, tres del sensor Landsat TM tomadas en: marzo 28 de 1976, abril 06 de 1986 y abril 01 de 1996, y dos del sensor SPOT tomadas en: marzo 29 de 2005 y febrero 22 de 2008. Todas ellas en el periodo de la época de estiaje, libres de nubes.

Preproceso y Combinación de bandas: Se realizaron despliegues en falso color de la imagen, probando diferentes realces y combinación de bandas con el fin de identificar aquellos que ofrecieran mejor contraste de colores. En el despliegue en falso color se utilizaron tres bandas, donde se asignó una a cada cañón de color de la pantalla (rojo, verde y azul), esta asignación se emplea dependiendo de qué recurso se desee resaltar.

Generación de compuestos: Determinando el realce y la combinación de bandas adecuados para el lago se generó una imagen de falso color en el formato del software PCI, con la finalidad de dar elementos para la evaluación de los resultados.

Proceso de imágenes, Clasificación y Selección de bandas: Se emplearon seis bandas disponibles del sensor Landsat TM y las cuatro del sensor SPOT para la clasificación de interés, con el propósito de disponer el mayor número de elementos para la identificación de los rasgos de la superficie.

Algoritmos: El algoritmo de clasificación automatizada se divide en dos grupos: no supervisada y supervisada, la primera supone el barrido y ubicación en el espacio espectral de los píxeles que conforman la imagen y el empleo de reglas de decisión para agrupar o determinar las agrupaciones de píxeles que se

forman en el espacio espectral. Cada agrupación es posteriormente analizada para determinar el rasgo de la superficie del lago. La clasificación supervisada supone la existencia de zonas del espacio espectral asociadas a un determinado rasgo y cuyas fronteras son proporcionadas por el intérprete.

Para llevar la clasificación de imágenes se realizan clasificaciones no supervisadas, pero cuando estas no logran determinar adecuadamente los diferentes patrones que existen en la zona de estudio, se cambia a trabajar con algoritmos supervisados.

Campos de entrenamiento: Para tener el conocimiento y alimentar los algoritmos supervisados, la técnica que es empleada se conoce como campos de entrenamiento. Esta consiste en los recorridos de campo, el registro de los datos y el análisis visual de las imágenes. El intérprete tiene el conocimiento de la ubicación de los rasgos existentes en la imagen. Este conocimiento delimita la frontera de la zona de estudio y extrae los valores espectrales de los píxeles que se encuentran dentro de ella, esto permite sacar un promedio de reflectancia de cada banda para diferentes áreas.

Clasificación digital: Definidos los campos de entrenamiento se obtiene las firmas espectrales para los diferentes rasgos y se procede a alimentar los algoritmos con los datos y realizar la clasificación digital de la imagen.

Clases evaluadas: Corresponden a las definidas por INEGI de la carta temática de uso del suelo y vegetación. Las clases a evaluar fueron tres principalmente; agua, hidrófitas e isla.

II.2 Evaluación mediante imágenes de satélite; verificación en campo de la cobertura, densidad y biomasa de las plantas acuáticas; pruebas de laboratorio y análisis bromatológico.

A partir de las imágenes señaladas mencionadas en la metodología y mediante el tratamiento de las mismas, se determinó como actividad inicial, la dinámica de la cobertura de la vegetación acuática en diferentes décadas a partir de 1976; este análisis nos ofrece un primer indicio del comportamiento de la vegetación que se ha presentado en el lago, en este caso solo en la parte sur, a

partir del cual podemos observar, los sitios y la tendencia en el crecimiento o infestación, para enfocar los esfuerzos de control sobre estos lugares.

Los resultados obtenidos se presentan de manera esquemática en la Figura II-1 a Figura II-5:

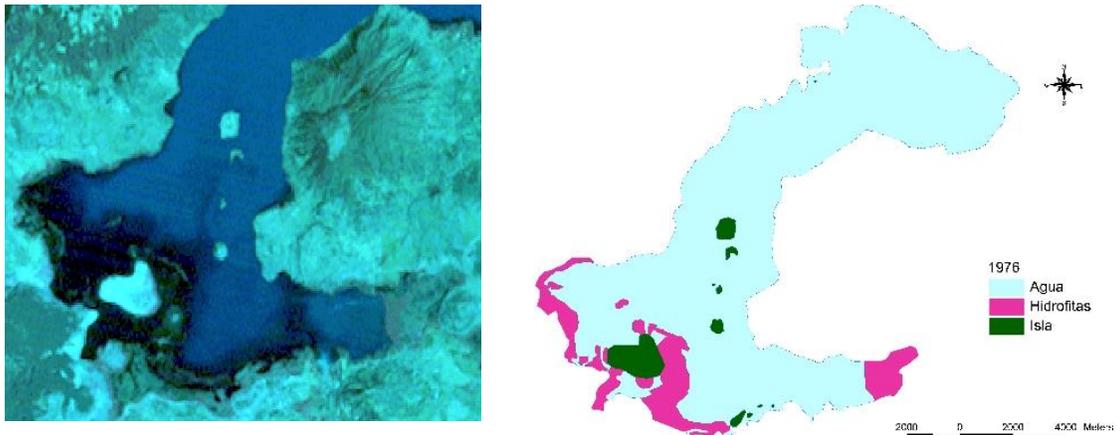


Figura II-1. Imagen de satélite y cálculo de las coberturas durante el año de 1976, para la zona sur del lago de Pátzcuaro.

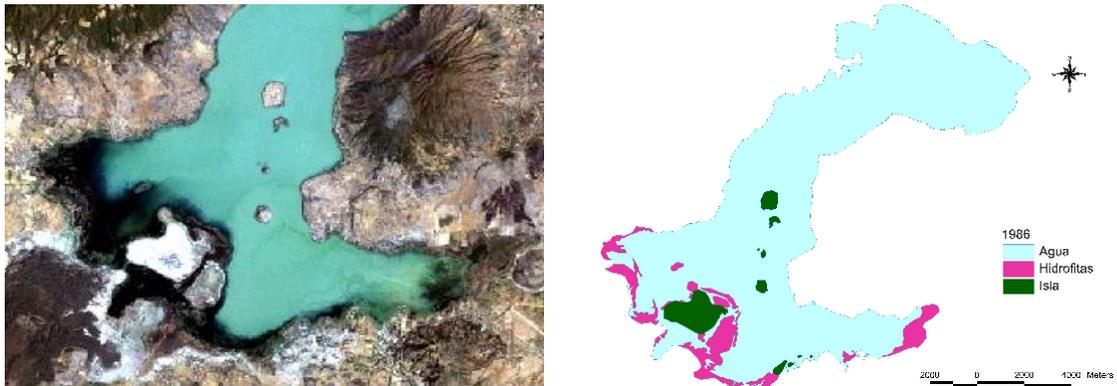


Figura II-2. Imagen de satélite y cálculo de las coberturas durante el año de 1986, para la zona sur del lago de Pátzcuaro.

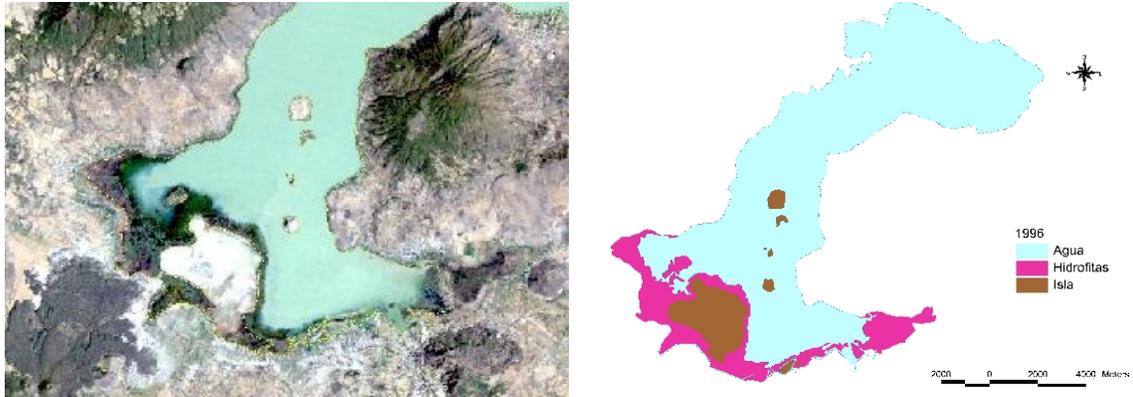


Figura II-3. Imagen de satélite y cálculo de las coberturas durante el año de 1996, para la zona sur del lago de Pátzcuaro.



Figura II-4. Imagen de satélite y cálculo de las coberturas durante el año de 2005, para la zona sur del lago de Pátzcuaro.

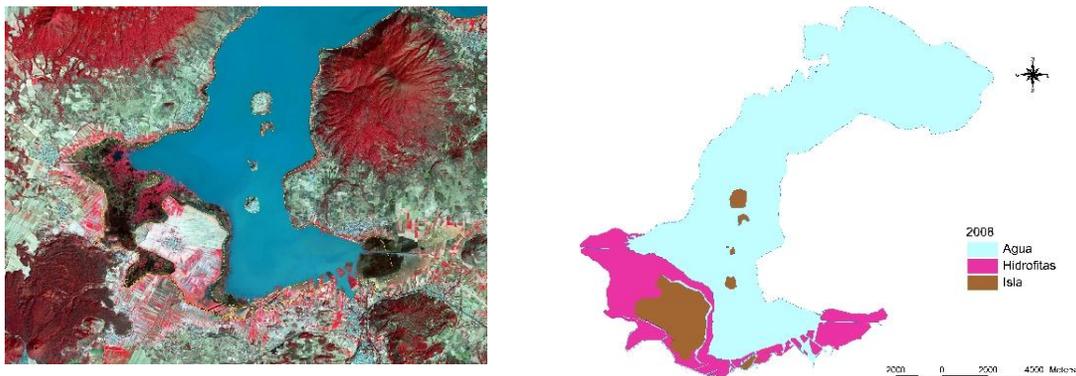


Figura II-5 Imagen de satélite y cálculo de las coberturas durante el año de 2006, para la zona sur del lago de Pátzcuaro.

Por otra parte, a partir del análisis de diferentes estudios relacionados con el área, en la Figura II-6 y en la Tabla II-1, se presentan los valores de la superficie total establecida por los autores, a partir de 1944 en donde De Buen determina una superficie de 11,100 ha como el dato más antiguo y el de Chacón en 1993 como el que determina la mayor superficie con 13,000 ha.

Tabla II-1. Superficies establecidas por diferentes autores para el lago de Pátzcuaro en diferentes épocas

Autor	Área total del Lago (ha)
Gob. Mich. Com. Estatal de Pesca ¿?	10,781
De Buen, 1944	11,100
Herrera, 1979	10,400
Rosas, 1981	10,700
Velasco, 1982	8,870
Chacón, 1993	13,000

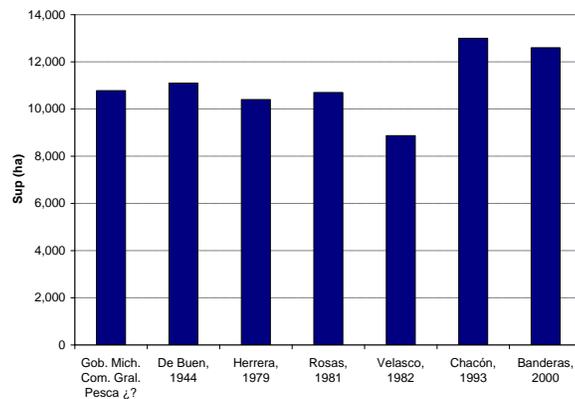


Figura II-6. Variación de la superficie total del lago de Pátzcuaro de acuerdo con diferentes autores.

Finalmente a partir de las imágenes analizadas y procesadas se elaboró la gráfica de la Figura II-7, en donde se puede observar que la mayor cobertura de la vegetación es precisamente la que se tiene durante este año de 2008 con 763 ha, y la menor histórica en el lapso estudiado en 1976 con 357 ha; o sea que en 20 años se duplicó la cobertura, la cual se ha mantenido en la última década, situación que habrá que analizar el porqué de este comportamiento, tal

vez la profundidad del lago ha sido una limitante, aunque el crecimiento constante de la vegetación a la larga crea su propio sustrato.

Cabe hacer la aclaración que la superficie de las islas, no representa que éstas hayan crecido, sino que la disminución del nivel de lago propicia su crecimiento y por ende la disminución de la superficie de espejo de agua.

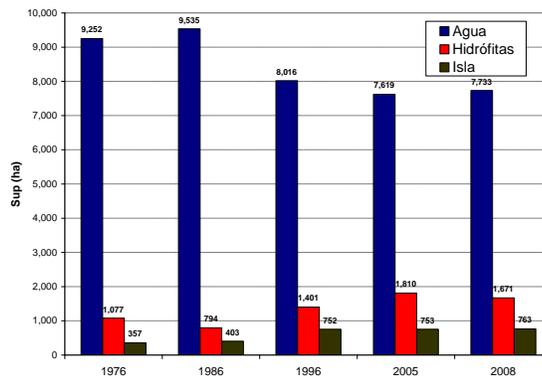


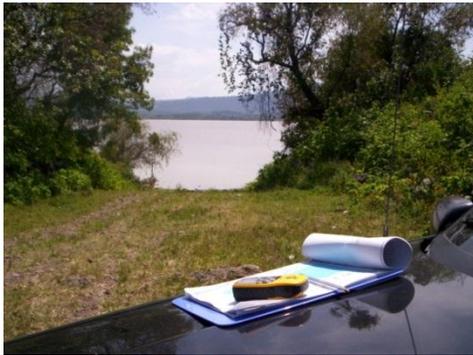
Figura II-7. Resultados de la dinámica de la cobertura de la vegetación acuática de 1976 a 2008 en la zona sur del Lago de Pátzcuaro.

II.3 Verificación en campo de la cobertura, densidad y biomasa de las plantas acuáticas.

Se visitaron 55 sitios de muestreo, un número equivalente al planteado conforme al “sembrado” original de sitios hecho en computadora. Para ello se realizaron 16 salidas. Estas incluyeron el muestreo a la estructura y composición de las comunidades vegetales (sitios 1 a 40), otras incluyeron además la toma de muestras para cuantificación de biomasa (sitios 31 a 35), otros solo cuantificación de biomasa y verificación cartográfica (sitios 50 a 55) y otros solamente consistieron en sitios de verificación cartográfica e identificación de comunidades vegetales, cobertura y uso del suelo presente (sitios 41 a 49). En donde fue posible el acceso se utilizó un vehículo, o se hicieron recorridos a pie con base en el sembrado original de estaciones o sitios de muestreo. Ello se condujo principalmente en la porción este y norte del cuerpo del lago. En tanto que para los desplazamientos a los sitios ubicados al sur de Ihuatzio, Dren Tzurumútaró y este y sur este de Erongarícuaro, en donde

se concentra la mayor superficie de comunidades vegetales acuáticas arraigadas, se empleó un lancha de motor fuera de borda (Fotografía II-1).

Se emplearon unidades de muestreo circulares de 1 m^2 (Fotografía II-2) en virtud de que dicha forma es señalada en la bibliografía como la más apropiada para reducir el denominado “efecto de borde”, el cual consiste en un pequeño sesgo a la cuantificación de individuos derivados del muestreo con unidades de formas geométricas con mas longitud perimetral que área (Lewis 1995 y Tinner 1999). Asimismo, la magnitud de 1 m^2 permite la obtención expedita de los aspectos considerados a evaluar como son: Frecuencia-Abundancia-Dominancia.



a)



b)

Fotografía II-1. a) Recorrido en vehículo doble tracción: acceso al lago 1 km al SW de la localidad Santiago Tzipijo b) Recorrido en lancha: Islote con presencia de actividad pecuaria 1.5 km al N del embarcadero turístico principal del Lago.



Fotografía II-2. Despliegue de una *Unidad de Muestreo Circular de 1 m^2* en uno de los sitios. (En cada sitio se levantaron 10 unidades como las de la figura).

La estimación de la Frecuencia-Abundancia-Dominancia (valor de importancia) se realizó con base en muestreos de sitios de dimensiones fijas y los estándares sugeridos por Cox (1990). Es decir, el tratamiento numérico de la información a levantar se hará mediante dichos estándares –por tratarse de sitios con dimensiones conocidas- los cuales permiten la obtención de índices de **valor de importancia** (V.I.) a partir de los valores relativos de abundancia, dominancia y frecuencia de las especies.

La expresión de este método sugerido por Cox (1990) es la siguiente:

$$\text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa} = \text{Valor de Importancia}$$

La obtención de dichos valores RELATIVOS deriva de los valores ABSOLUTOS que se obtienen como se señala a continuación:

- a) **Densidad absoluta.** Es el número de individuos por unidad de área.

La Densidad relativa de una especie se obtiene dividiendo la densidad absoluta de esa especie entre el total de individuos promedio observados en todas las unidades de muestreo. La suma de las densidades relativas de todas las especies debe ser igual a 1 (uno).

- b) **Dominancia absoluta.** Es la superficie que ocupa el tallo erguido y las hojas (cobertura) del individuo o su cuerpo flotante de una especie en las unidades de muestreo. Se obtuvieron datos de dap (diámetro a la altura del pecho), dab (diámetro a la altura de la base) y r (radio de copa). Se aproximaron estos datos para estimar el área de cobertura de las especies.

Dominancia relativa. Se obtiene dividiendo el valor absoluto de una especie entre la suma de todos los promedios de superficies observadas. La suma de las dominancias relativas de todas las especies debe ser igual a 1 (uno).

- c) La **frecuencia absoluta** es el número de veces que es observada una especie en un determinado número de unidades de muestreo. En el presente estudio y en virtud de que se tomaron 10 unidades por cada sitio, se obtuvo fácilmente tanto la frecuencia absoluta como la relativa.

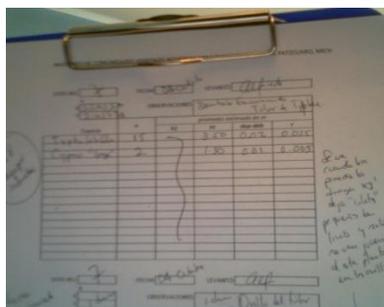
La **frecuencia relativa** al igual que en los casos anteriores es el resultado de dividir la frecuencia absoluta de una especie entre la suma total de frecuencias absolutas de todas las especies y también, como en los casos anteriores, la suma de los valores relativos de la frecuencia debe ser igual a 1 (uno).

La obtención del valor de importancia aunque se basa en medidas relativas, constituye una expresión sintética y objetiva de la importancia de las especies en los sitios. Puede observarse que aunque la especie más conspicua sea –por ejemplo- “A”, y la menos conspicua sea “B”, en términos de su valor de importancia, conforme al método señalado, ambas pueden ser igualmente importantes, ya que el índice no solo considera el aspecto de Dominancia.

A manera de “comprobación”, debe asegurarse de que la suma total de valores de importancia de las especies en tratamiento sea igual a 3.

El valor de importancia de cada especie representa su papel preponderante en la comunidad. Lo que significa que si se remueven las especies con valores de importancia más altos en la comunidad, ésta, muy seguramente se desestabilizará rápidamente. Primeramente en lo concerniente a la composición y estructura de la comunidad, pero es probable que dichas especies estén jugando un papel importante en el flujo de energía y el ciclo de nutrientes en el ecosistema y por tanto este tienda a buscar recuperar su equilibrios. Es por esto que las especies con mayores valores de importancia deben considerarse **claves** para el manejo de ecosistemas.

La Fotografía II-3 muestra un borrador del formato de levantamiento de la información de campo, el cual fue preparado y luego adecuado a las particularidades del presente proyecto.



Fotografía II-3. Reacondicionamiento del formato de levantamiento de información de campo.

Con la participación de 3 a 5 técnicos se avanzó en el levantamiento de los 55 sitios o estaciones de muestreo, de las cuales como se señaló atrás, los sitios 1 a 43 representan un total de 430 unidades de muestreo de 1 m² como las de la Fotografía II-1. La Tabla II-2 y la Figura II-8 muestran las coordenadas Lat-Long y UTM (WGS84) con la ubicación de dichas estaciones. Las restantes 12 correspondieron a sitios de observación y verificación cartográfica de presencia-ausencia de comunidades vegetales.

Una de las salidas al campo consistió en la visita y consulta al herbario del Instituto de Ecología A.C. con sede en la propia ciudad de Pátzcuaro para cotejo de material botánico, identificado y reconocimiento de material no determinado así como para el enriquecimiento de una serie fotográfica que pretende ilustrar la diversidad de especies vegetales acuáticas presentes en el área de estudio.

También se trabajó en gabinete con la información obtenida de INEGI, la imagen satelital disponible y la información recabada en los recorridos y muestreos de campo. Ello permitió la generación de productos cartográficos que atienden el segundo objetivo planteado y un subproducto analítico derivado que intenta dar soporte e integración al conjunto de variables y procesos descritos en el capítulo de resultados referentes a los primeros dos objetivos. Dicho subproducto es un análisis de cambio de uso y cobertura con base en los conjuntos vectoriales INEGI 1998 y los generados en el presente estudio.

Tabla II-2. Coordenadas de los sitios o estaciones de muestreo al 06 de Diciembre de 2008.

SITIO	COORD. UTM (m)		COORD. GEOGRÁFICAS (GRAD. MIN. SEG.)	
	X	Y	LONG. (W)	LAT. (N)
1	228,128	2,164,738	101°35'28.3"	19°33'32.4"
2	225,382	2,165,259	101°37'2.6"	19°33'47.9"
3	225,525	2,165,158	101°36'57.6"	19°33'44.9"
4	223,546	2,165,656	101°38'6.0"	19°34'59.8"
5	222,994	2,166,387	101°38'25.0"	19°34'23.5"
6	223,131	2,166,018	101°38'20.4"	19°34'11.3"
7	224,024	2,165,774	101°37'49.4"	19°34'4.1"
8	222,841	2,162,888	101°38'28.6"	19°32'29.4"
9	223,100	2,163,564	101°38'20.0"	19°32'51.7"
10	224,499	2,164,100	101°37'32.5"	19°33'9.7"

SITIO	COORD. UTM (m)		COORD. GEOGRÁFICAS (GRAD. MIN. SEG.)	
	X	Y	LONG. (W)	LAT. (N)
11	225,200	2,164,447	101°37'8.4"	19°33'21.2"
12	225,761	2,163,761	101°36'48.9"	19°33'59.3"
13	227,566	2,164,786	101°35'47.7"	19°33'33.5"
14	226,745	2,164,807	101°36'15.8"	19°33'33.8"
15	226,003	2,164,787	101°36'41.0"	19°33'32.8"
16	221,676	2,163,223	101°39'8.6"	19°32'39.8"
17	220,970	2,163,295	101°39'33.1"	19°32'42.0"
18	220,907	2,164,004	101°39'35.6"	19°33'5.0"
19	221,099	2,165,279	101°39'29.5"	19°33'46.4"
20	220,912	2,166,230	101°39'36.3"	19°34'17.0"
21	220,427	2,166,518	101°39'53.2"	19°34'26.4"
22	219,974	2,166,733	101°40'8.7"	19°34'33.2"
23	219,679	2,167,020	101°40'19.2"	19°34'42.2"
24	219,455	2,167,186	101°40'27.1"	19°34'47.6"
25	219,118	2,167,258	101°40'38.6"	19°34'49.8"
26	218,873	2,167,578	101°40'47.2"	19°35'59.9"
27	218,562	2,167,807	101°40'58.0"	19°35'7.4"
28	215,315	2,167,940	101°42'49.3"	19°35'10.0"
29	216,734	2,167,991	101°42'0.7"	19°35'12.5"
30	217,861	2,167,741	101°41'21.8"	19°35'4.9"
31	217,621	2,165,160	101°41'28.6"	19°33'40.7"
32	217,774	2,164,973	101°41'23.2"	19°33'34.9"
33	217,541	2,164,846	101°41'31.2"	19°33'30.6"
34	222,954	2,162,948	101°38'24.7"	19°32'31.6"
35	221,631	2,162,460	101°39'9.7"	19°32'15.0"
36	229,551	2,177,570	101°34'46.2"	19°40'30.0"
37	230,912	2,176,853	101°33'59.0"	19°40'7.3"
38	231,966	2,176,552	101°33'22.6"	19°40'58.3"
39	232,264	2,173,750	101°33'11.1"	19°38'27.2"
40	230,965	2,172,932	101°33'55.4"	19°37'59.88"
41	227,948	2,178,515	101°35'41.6"	19°41'59.9"
42	225,632	2,177,771	101°37'0.8"	19°40'34.7"
43	224,704	2,176,512	101°37'31.8"	19°39'53.3"
44	222,740	2,174,647	101°38'38.4"	19°38'51.7"

SITIO	COORD. UTM (m)		COORD. GEOGRÁFICAS (GRAD. MIN. SEG.)	
	X	Y	LONG. (W)	LAT. (N)
45	222,085	2,173,671	101°39'0.3"	19°38'19.7"
46	220,589	2,172,263	101°39'50.7"	19°37'33.2"
47	220,194	2,170,124	101°40'3.3"	19°36'23.4"
48	217,772	2,168,805	101°41'25.4"	19°35'39.1"
49	215,237	2,168,535	101°42'52.2"	19°35'29.0"
50	223,881	2,168,987	101°37'56.2"	19°35'48.1"
51	223,917	2,169,819	101°37'55.2"	19°36'15.5"
52	224,355	2,171,279	101°37'41.1"	19°37'3.0"
53	224,306	2,172,077	101°37'43.3"	19°37'28.9"
54	225,418	2,172,426	101°37'5.1"	19°37'40.8"
55	227,641	2,173,809	101°35'49.5"	19°38'26.9"

En cuanto al tercer objetivo, en 5 de las estaciones de muestreo a la estructura de las comunidades acuáticas se obtuvieron también muestras por triplicado de biomasa aérea, enraizada y sumergida o flotante, orientadas hacia el reconocimiento de la estimación de la biomasa de las principales comunidades identificadas en los sitios previos. Es decir, de las comunidades dominadas por:

- a) *Eichhornia crassipes*
- b) *Typha dominguensis*
- c) *Schoenoplectus californicus*
- d) *Nymphaea mexicana*
- e) *Arundo donax*
- f) *Eclipta alba-Berula erecta*
- g) *Ceratophyllum demersum*

Las unidades de muestreo en este caso consistieron en unidades de 0.25 m². El material fue depositado en sacos de manta y secados a temperatura ambiente por 2 semanas para luego ser pesado (Figura II-8).



Figura II-8. Localización de los 55 sitios o estaciones de muestreo al 06 de Diciembre de 2008. Retícula UTM-ITRF92(m) Región 14. Para detalles ver MAPA BASE.

De manera complementaria a lo anterior, se visitó la localidad de Tzintzuntzan y localidades aledañas (Ver sitios 50 a 55 de la Figura II-8, Mapa Base y Mapa Fotomosaico así como las Fotografía II-4 y la Fotografía II-5) en donde es común el uso de algunas de estas especies para fines artesanales y se obtuvieron datos de la talla y el peso por individuo, de modo que se pudo obtener más información referente a biomasa que la obtenida solo en los muestreos en las estaciones 31 a 35. Los resultados fueron luego descritos y analizados mediante estadísticos básicos y un Análisis de Varianza de una sola vía, para demostrar la hipótesis nula de que las medias muestrales de los pesos secos de las distintas comunidades eran iguales. Finalmente se trató de interpolar los resultados de biomasa con la discretización de comunidades vegetales a partir de la clasificación supervisada de la subescena satelital con apoyo de los 55 sitios de muestreo y las mediciones de biomasa realizadas en los sitios 50 a 55.



a)



b)

Fotografía II-4. Procedimiento para la obtención de muestras para estimación de biomasa. a) Cosecha y b) acopio en costales de manta.



Fotografía II-5. Material vegetal en proceso de secado de las especies acuáticas usadas en artesanías en el embarcadero hacia la isla La Pacanda. Este tipo de material fue medido y luego pesado para las estimaciones de biomasa.

II.4 Caracterización Ecológica de los sitios de muestreo.

II.4.1 Comunidades de hidrófitas muestreadas.

De acuerdo con Sculthorpe (1985, citado por Huerto s.f.), las formas de vida de las hidrófitas vasculares son las siguientes:

A. Hidrófitas adheridas al sustrato

- 1) **Hidrófilas emergentes:** Se encuentran sobre suelos expuestos o sumergidos, desde suelos donde el agua llega a 50 cm por debajo de su superficie, hasta sitios donde el suelo puede estar cubierto por 150 cm o más de agua, principalmente rizomatosos o con bulbos perennes; en especies heterófilas (hojas diferentes), sumergidas y/o flotantes existen unas hojas que preceden a las aéreas maduras; muchas especies pueden existir como formas sumergidas (generalmente estériles); todas forman órganos reproductivos aéreos (Ejemplos: *Eleocharis*, *Phragmites*, *Scirpus*, *Cladium*).
- 2) **Hidrófitas con hojas flotantes:** Se encuentran adheridas a suelos sumergidos en profundidades que van desde 0.25 hasta 3.5 m; algunas especies pueden existir como formas terrestres reducidas; es especies heterófilas las hojas sumergidas preceden o acompañan a hojas flotantes; muchas especies producen hojas aéreas en hábitats

densamente poblados; los órganos reproductivos son flotantes o aéreos; pueden ser de tipo rizomatozo o con bulbos con hojas flotantes sobre largos y flexibles peciolos (Ejemplos: *Nymphaea*, *Nuphar*, *Nelumbo*), o de tipo estolonífero, con tallos que ascienden a través del agua produciendo hojas flotantes sobre peciolos relativamente cortos (Ejemplo: *Brasenia*, *Luronium*; *Nymphoides*, *Potamogeton natans*).

- 3) Hidrófitas sumergidas: Se encuentran sobre suelos sumergidos, en profundidades hasta de 11 m; el follaje es completamente sumergido; las hojas son frecuentemente filiformes, en forma de listón: con ventanas o finamente divididas; pocas especies pueden producir formas terrestres; órganos reproductivos aéreos, flotantes o sumergidos. De tipo caulescente, con o sin rizoma y un largo y flexible tallo rodeado por los nodos (Ejemplo: *Elodea*, *Hydrilla*, *Najas*, *Potamogeton pectinatus*). De tipo roseta, con hojas radicales surgiendo de un rizoma generalmente tuberoso o condensado y frecuentemente estolonífero (Ejemplos: *Isoetes*, *Vallisneria*, *Sagittaria subulata*). De tipo taloide, con el cuerpo de la planta reducido a un tallo polimórfico más o menos cilíndrico o aplanado, rastroso o flotante (Ejemplo: las Podostomaceae, tales como *Podostemum*, *Terniola*, *Tristicha*).

B. Hidrófitas flotadoras libres

Se encuentran principalmente en sitios protegidos sobre aguas estancadas o de bajo flujo; generalmente no están adheridas a un sustrato, pero algunas especies con largos sistemas radicales pueden anclarse en aguas someras; numerosas especies pueden producir formas terrestres cuando se mantienen sobre suelos marginales húmedos; muy diversas en forma y hábitats, varían de plantas con grandes estolones, con rosetas de hojas aéreas o flotantes y un buen sistema de raíces sumergidas; órganos reproductivos aéreos o flotantes, raramente sumergidos (*Eichhornia crassipes*, *Limnobium*, *Pistia*, *Trapa*, *Lemna*, *Ceratophyllum*, *Salvinia*).

Los registros levantados en el presente estudio dan cuenta de las siguientes 15 principales transiciones que en seguida se describen conforme a la clasificación antes mencionada. La mayoría de las transiciones derivan en actividades agropecuarias, de manera que se hará énfasis en aquellas que muestran una dinámica particular en este sentido. En términos generales predominaron los sitios con transición directa entre hidrófitas flotadoras libres (como *Eichhornia crassipes*, *Ceratophyllum demersum*, *Spirodella polyrhyza*, *Azolla mexicana* y *Lemna gibba*) con hidrófitas adheridas a un sustrato emergentes (*Arundo donax*, *schoenoplectus* spp y *Typha* spp.). Para efectos de simplificar la

nomenclatura las denominaremos como subtipos de la **Transición Tipo I**, este conjunto de comunidades contabilizó 40 de los 55 sitios de muestreo y verificación (ver Tabla II-3).

Tabla II-3. Subtipos de la Transición Tipo I: Hidrófitas flotadoras libres – Hidrófitas adheridas a un sustrato, emergentes.

subtipo	comunidad	sitios
A	<i>Ceratophyllum-Arundo-Schoenoplectus</i>	14,46
B	<i>Ceratophyllum-Eichhornia-Schoenoplectus</i>	8
C	<i>Ceratophyllum-Eichhornia-Typha</i>	10,17
D	<i>Eichhornia-Arundo-Typha</i>	3,9
E	<i>Eichhornia-Herbáceas</i>	1,4,12,13
F	<i>Eichhornia-Herbáceas-Schoenoplectus</i>	34,40
G	<i>Eichhornia-Otras flotadoras-Herbáceas</i>	6
H	<i>Eichhornia-Schoenoplectus</i>	5,19,20,29,44,49, 50,51,52,53,54
I	<i>Eichhornia-Typha</i>	2,7,11,41,42,48
J	Otras flotadoras-Herbáceas	36,38,43
K	Otras flotadoras- <i>Typha</i>	37,39,47,55

En seguida y abundando también en número de sitios de muestreo pero sobre todo por la representatividad de la porción sur del lago en la zona considerada como humedal protegido de acuerdo con las disposiciones de RAMSAR, se presentan las Transiciones Tipo II, que corresponden a comunidades de hidrófitas libre flotadoras – hidrófitas adheridas a un sustrato con hojas flotantes – hidrófitas adheridas a un sustrato, emergentes. Dicho conjunto de comunidades contabilizó 11 de los 55 sitios de muestreo y verificación (Tabla II-4).

Tabla II-4. Subtipos de la Transición Tipo II: Hidrófitas libre flotadoras – Hidrófitas adheridas a un sustrato con hojas flotantes – Hidrófitas adheridas a un sustrato, emergentes.

subtipo	comunidad	sitios
L	<i>Nymphaea - Eichhornia-Schoenoplectus</i>	16,28,35
M	<i>Ceratophyllum-Nymphaea-Schoenoplectus-Typha</i>	31,32,33
N	<i>Ceratophyllum-Nymphaea-Typha</i>	21,22,23,24,30

Por otra parte, los 4 sitios restantes presentaron una Transición Tipo III, caracterizada por la secuencia: Hidrófitas adheridas a un sustrato, sumergidas – Hidrófitas adheridas a un sustrato, con hojas flotantes – Hidrófitas adheridas a un sustrato, emergentes. Solo los sitios 18, 25, 26 y 27 presentaron dicha transición y consisten básicamente de la secuencia

II.4.2 Transiciones Tipo I.

En general las transiciones tipo I pueden representarse como en la Figura II-9. La longitud no se representa en el eje horizontal en virtud de que algunos sitios recientemente habían sido visitados por las autoridades que recogen el lirio acuático.

Los esquemas de las hidrófitas adheridas a un sustrato emergentes corresponden a las especies de los géneros *Typha*, principalmente, y que alcanza a comprender enormes extensiones (superiores a 2 km de largo) en el eje horizontal hacia la izquierda del esquema. En contraste, este mismo tipo de hidrófitas pero de los géneros *Schoenoplectus* y *Arundo*, rara vez alcanza dimensiones tierra adentro de más de 10 m conformando poblaciones muy compactas dentro de este tipo de comunidades.

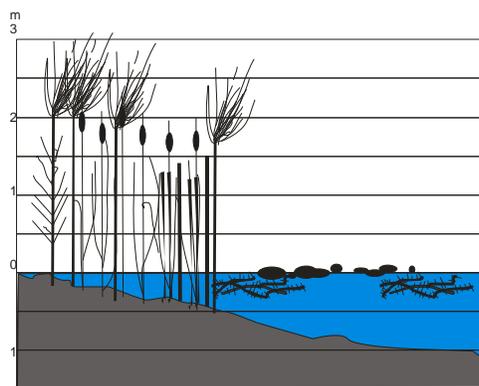


Figura II-9. Esquematización generalizada del perfil de comunidades de Transición Tipo I. Las particularidades de la composición y estructura se señalan en el texto.

Asimismo, a la izquierda del esquema y en la mayoría de los sitios en que esta transición se presenta el siguiente tipo de cobertura es invariablemente el uso

agropecuario, salvo en circunstancias en donde el relieve adyacente imposibilita dichas actividades, se presenta entonces transiciones a matorral subtropical.

Particularizando, los subtipos **A** (*Ceratophyllum-Arundo-Schoenoplectus*) que fueron registrados solo en 2 de los sitios de muestreo (ver Mapa FOTOMOSAICO y mapa de Comunidades Muestreadas) presentaron una considerable riqueza, e incluso en el sitio 14 localizado en el Dren Tzurumútaró se contabilizaron individuos de *Phragmites australis*, la cual es una especie con requerimientos y hábitos muy parecidos a la exótica *Arundo donax*. En la las gramíneas antes señaladas.

Tabla II-5, muestra la equidad en la estructura de esta tipo de comunidades, no obstante la dominancia de de las gramíneas antes señaladas.

Tabla II-5. Composición y estructura de una comunidad de transición tipo IA: *Ceratophyllum-Arundo-Schoenoplectus*.

SITIO 14	Densidad	Prom	Prom	Frec	DOM.		DOM		
	absoluta	.	.	.	ABS.		R	V.I.	
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR		
<i>Arundo donax</i>	163	3.06	0.04	5	0.66	0.20	0.10	0.10	0.40
<i>Phragmites australis</i>	204	1.55	0.01	5	0.13	0.25	0.10	0.02	0.36
<i>Schoenoplectus californicus</i>	171	1.83	0.01	6	0.09	0.21	0.12	0.01	0.34
<i>Paspalum convexum</i>	6	13.03	0.27	6	1.34	0.01	0.12	0.21	0.34
<i>Salix bonplandiana</i>	3	1.27	0.44	2	1.82	0.00	0.04	0.29	0.33
<i>Berula erecta</i>	118	1.11	0.03	5	0.41	0.14	0.10	0.06	0.30
<i>Polygonum coccineum</i>	24	0.91	0.07	4	0.35	0.03	0.08	0.05	0.16
<i>Eclipta alba</i>	21	1.15	0.07	4	0.30	0.03	0.08	0.05	0.15
<i>Cyperus niger</i>	68	1.41	0.03	2	0.15	0.08	0.04	0.02	0.14
<i>Erigeron sp.</i>	25	1.18	0.06	3	0.25	0.03	0.06	0.04	0.13
<i>Ageratum sp.</i>	8	1.16	0.10	2	0.23	0.01	0.04	0.04	0.08
<i>Ceratophyllum demersum</i>	1	*	*	1	0.40	0.00	0.02	0.06	0.08
<i>Sagittaria macrophylla</i>	4	0.53	0.09	2	0.10	0.00	0.04	0.02	0.06
<i>Agrostis semiverticillata</i>	6	0.97	0.01	2	0.00	0.01	0.04	0.00	0.05
<i>Sonchus oleraceus</i>	1	0.20	0.20	1	0.13	0.00	0.02	0.02	0.04
<i>Arenaria paludicola</i>	7	0.30	0.02	1	0.01	0.01	0.02	0.00	0.03
Totales	830			51	6.36	1.0	1.0	1.0	3

El subtipo **B** fue observado solo en el sitio 8 en las inmediaciones de la isla de Urandén (de Morelos) (ver Mapa Fotomosaico). Es un sitio de singular diversidad y que por esa misma razón fue visitado en otras ocasiones para la obtención de muestras para estimación e biomasa. En la Tabla II-6 presenta una

síntesis de su composición y estructura. Destaca que además por su gran riqueza y equitatividad.

**Tabla II-6. Composición y estructura de una comunidad de transición tipo IB:
*Ceratophyllum-Eichhornia-Schoenoplectus.***

SITIO 8 ESPECIE	Densidad absoluta n	Prom. h	Prom. r	Frec. abs.	DOM.					V.I.
					ABS. m ²	DR	FR	DOMR		
<i>Schoenoplectus californicus</i>	397	2.28	0.02	9	0.57	0.29	0.14	0.10	0.52	
<i>Polygonum coccineum</i>	118	1.02	0.07	3	1.50	0.09	0.05	0.26	0.39	
<i>Berula erecta</i>	220	0.64	0.03	7	0.59	0.16	0.11	0.10	0.37	
<i>Eichhornia crassipes</i>	46	0.35	0.09	3	1.13	0.03	0.05	0.20	0.27	
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	121	0.32	0.03	8	0.35	0.09	0.12	0.06	0.27	
<i>Eclipta alba</i>	27	1.54	0.08	4	0.59	0.02	0.06	0.10	0.18	
<i>Agrostis semiverticillata</i>	116	0.46	0.02	3	0.17	0.08	0.05	0.03	0.16	
<i>Leersia hexandra</i>	103	0.84	0.01	4	0.07	0.07	0.06	0.01	0.15	
<i>Hydrocotyle verticillata</i>	61	0.15	0.02	4	0.09	0.04	0.06	0.02	0.12	
<i>Ceratophyllum demersum</i>	1	*	*	3	0.40	0.00	0.05	0.07	0.12	
<i>Cyperus niger</i>	49	0.48	0.00	3	0.00	0.04	0.05	0.00	0.08	
<i>Phragmites australis</i>	56	1.90	0.02	1	0.07	0.04	0.02	0.01	0.07	
<i>Typha dominguensis</i>	4	1.47	0.02	3	0.00	0.00	0.05	0.00	0.05	
<i>Arundo donax</i>	14	2.53	0.03	2	0.05	0.01	0.03	0.01	0.05	
<i>Bacopa monnieri</i>	8	0.08	0.04	2	0.04	0.01	0.03	0.01	0.04	
<i>Polygonum punctatum</i>	16	0.30	0.01	2	0.00	0.01	0.03	0.00	0.04	
<i>Panicum sucosum</i>	11	0.60	0.04	1	0.06	0.01	0.02	0.01	0.03	
<i>Sagittaria macrophylla</i>	2	0.80	0.10	1	0.06	0.00	0.02	0.01	0.03	
<i>Echinochloa holciformis</i>	6	0.70	0.62	1	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	
<i>Paspalum convexum</i>	4	0.20	0.01	1	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	
<i>Typha latifolia</i>	2	1.50	0.01	1	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	
Totales	1382			66	5.75	1.0	1.0	1.0	3.0	

Los subtipo **C** fueron observados solo en los sitios 10 y 17 que son porciones insulares que se han ido formando al paso de los dragados continuos en que el material levantado de la superficie del lago y consistente principalmente de *Eichhornia crassipes*, es volcado a bordos de esas porciones insulares. Por ese motivo se presenta actividad pecuaria adyacente al sitio 10 y numerosas especies tolerantes más que propiamente acuáticas o subacuáticas. Como los cuadros anteriores la **Tabla II-7** presenta la composición y la estructura registrada en estos sitios, con el formato descendente de especies por el valor de importancia obtenido. Se observa que de no presentarse *Eichhornia* y *Ceratophyllum* como flotante iniciadora de la transición, las comunidades

podrían tipificarse como un **Tular** en el sistema de Miranda y Hernández X (1963) (ver Fotografía II-6).

**Tabla II-7. Composición y estructura de una comunidad de transición tipo IC:
Ceratophyllum-Eichhornia-Typha.**

SITIO 10	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.			DOM	
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	R	V.I.
<i>Eichhornia crassipes</i>	444	0.23	0.12	10	18.48	0.66	0.31	0.92	1.89
<i>Typha dominguensis</i>	65	1.92	0.06	5	0.85	0.10	0.16	0.04	0.29
<i>Arundo donax</i>	31	1.04	0.02	3	0.03	0.05	0.09	0.00	0.14
<i>Paspalum convexum</i>	52	0.36	0.00	2	0.00	0.08	0.06	0.00	0.14
<i>Phragmites australis</i>	43	0.56	0.01	2	0.01	0.06	0.06	0.00	0.13
<i>Polygonum coccineum</i>	2	0.56	0.02	2	0.00	0.00	0.06	0.00	0.07
<i>Nymphaea mexicana</i>	11	0.01	0.10	1	0.31	0.02	0.03	0.02	0.06
<i>Ceratophyllum demersum</i>	1	*	*	1	0.40	0.00	0.03	0.02	0.05
<i>Berula erecta</i>	13	0.18	0.01	1	0.00	0.02	0.03	0.00	0.05
<i>Agrostis semiverticillata</i>	5	6.00	0.01	1	0.00	0.01	0.03	0.00	0.04
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	4	0.10	0.03	1	0.01	0.01	0.03	0.00	0.04
<i>Paspalum monastachyum</i>	2	0.43	0.02	1	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03
<i>Erigeron sp.</i>	2	0.38	0.00	1	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03
<i>Eclipta alba</i>	1	0.41	0.01	1	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03
Totales	676			32	20.09	1	1	1	3

SITIO 17	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.			DOM	
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	R	V.I.
<i>Eichhornia crassipes</i>	167	0.21	0.07	5	2.72	0.31	0.15	0.41	0.87
<i>Berula erecta</i>	141	0.72	0.05	5	1.24	0.27	0.15	0.19	0.60
<i>Typha dominguensis</i>	87	1.37	0.04	5	0.47	0.16	0.15	0.07	0.38
<i>Polygonum coccineum</i>	18	0.64	0.12	4	0.85	0.03	0.12	0.13	0.28
<i>Schoenoplectus californicus</i>	68	1.10	0.02	4	0.06	0.13	0.12	0.01	0.25
<i>Polygonum punctatum</i>	9	1.14	0.13	1	0.48	0.02	0.03	0.07	0.12
<i>Eclipta alba</i>	4	0.67	0.16	2	0.32	0.01	0.06	0.05	0.11
<i>Ceratophyllum demersum</i>	1	*	*	1	0.40	0.00	0.03	0.06	0.09
<i>Capsella bursa-pastorii</i>	10	0.55	0.03	2	0.03	0.02	0.06	0.00	0.08
<i>Erigeron sp.</i>	10	0.70	0.05	1	0.08	0.02	0.03	0.01	0.06
<i>Gnaphallium sp.</i>	8	0.53	0.01	1	0.00	0.02	0.03	0.00	0.04
<i>Typha latifolia</i>	7	1.43	0.00	1	0.00	0.01	0.03	0.00	0.04
<i>Sonchus oleraceus</i>	1	1.48	0.12	1	0.05	0.00	0.03	0.01	0.04

SITIO 17	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.				
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R	V.I.
<i>Wolffiella lingulata</i>	1	0.00	0.00	1	0.01	0.00	0.03	0.00	0.03
Totales	532			34	6.70	1	1	1	3



Fotografía II-6. Aspecto del "Tular" en el sitio 10. Obsérvese la presencia de juveniles del género *Salix*.

Los subtipo **C** aunque no son numerosos y solo fueron registrados en los sitios 3 y 9, constituyen una transición más o menos frecuente, principalmente en el sistema de canales que se forman en las inmediaciones de los distintos embarcaderos y asentamientos en la parte sur del lago. La Fotografía II-7 es bastante ilustrativa de esta transición. La **Tabla II-8** muestra su composición y estructura, y como en el caso anterior, de omitir la contabilización de individuos del género *Eichhornia*, representarían un "Carrizal" típico en el sistema de clasificación de la vegetación de México de Miranda y Hernández X. (*op. Cit.*)



Fotografía II-7. Transición *Eichhornia-Arundo-Typha* en las inmediaciones del sitio 9.

**Tabla II-8. Composición y estructura de las comunidades de transición tipo ID:
*Eichhornia-Arundo-Typha.***

SITIO 3 ESPECIE	Densidad			Frec. abs.	DOM.					
	absoluta n	Prom. h	Prom. r		ABS. m ²	DR	FR	DOMR	V.I.	
<i>Arundo donax</i>	315	2.99	0.08	8	6.53	0.64	0.29	0.55	1.48	
<i>Eichhornia crassipes</i>	59	0.54	0.15	2	4.17	0.12	0.07	0.35	0.54	
<i>Typha dominguensis</i>	59	2.04	0.02	8	0.08	0.12	0.29	0.01	0.41	
<i>Polygonum punctatum</i>	15	1.30	0.15	3	1.01	0.03	0.11	0.09	0.22	
<i>Berula erecta</i>	17	0.34	0.04	3	0.07	0.03	0.11	0.01	0.15	
<i>Eclipta alba</i>	6	1.20	0.02	2	0.01	0.01	0.07	0.00	0.08	
<i>Phragmites australis</i>	18	1.12	0.01	1	0.01	0.04	0.04	0.00	0.07	
<i>Typha latifolia</i>	1	0.60	0.02	1	0.001	0.00	0.04	0.00	0.04	
Totales	490			28	11.88	1	1	1	3	

SITIO 9 ESPECIE	Densidad			Frec. abs.	DOM.					
	absoluta n	Prom. h	Prom. r		ABS. m ²	DR	FR	DOMR	V.I.	
<i>Eichhornia crassipes</i>	193	0.30	0.16	6	16.18	0.229	0.15	0.75	1.13	
<i>Paspalum convexum</i>	333	0.60	0.04	8	1.33	0.395	0.2	0.06	0.66	
<i>Arundo donax</i>	115	2.30	0.07	6	1.94	0.137	0.15	0.09	0.38	
<i>Phragmites australis</i>	95	1.48	0.06	6	0.90	0.113	0.15	0.04	0.30	
<i>Berula erecta</i>	83	0.52	0.04	5	0.36	0.099	0.125	0.02	0.24	
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	5	0.15	0.11	3	0.18	0.006	0.075	0.01	0.09	
<i>Erigeron sp.</i>	7	1.07	0.04	2	0.04	0.008	0.05	0.00	0.06	
<i>Polygonum coccineum</i>	4	0.51	0.09	2	0.09	0.005	0.05	0.00	0.06	
<i>Eclipta alba</i>	4	1.16	0.19	1	0.43	0.005	0.025	0.02	0.05	
<i>Typha dominguensis</i>	3	2.30	0.02	1	0.00	0.004	0.025	0.00	0.03	
Totales	842			40	21.45	1	1	1	3	

Los subtipo E se presentan principalmente en la zona del Dren Tzurumútaró, en las porciones más proclives a transicionar de comunidades acuáticas a zona con actividad agropecuaria. Son fundamentalmente los bordos que se mencionan de deposición de material vegetal flotante por el dragado frecuente en la zona, pero que en este caso muestran una menor estructuración de las comunidades en tierra firme, dominadas por herbáceas, muchas de ellas ni siquiera tolerantes sino netamente ruderales y arvenses como *Amaranthus*, *Gnaphalium*, *Galium* y *Capsella*. No son comunidades que alcancen una altura mayor de 1 m, derivado de su composición ver Tabla II-9.

**Tabla II-9. Composición y estructura de las comunidades de transición tipo IE:
Eichhornia-Herbáceas.**

SITIO 1 ESPECIE	Densidad absoluta n	Prom. h	Prom. r	Frec. abs.	DOM. ABS. m ²	DR	FR	DOMR	V.I.
<i>Eichhornia crassipes</i>	475	0.38	0.11	10	18.39	0.60	0.26	0.37	1.23
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	82	0.28	0.31	4	24.76	0.10	0.11	0.50	0.71
<i>Berula erecta</i>	112	0.62	0.06	8	1.21	0.14	0.21	0.02	0.38
<i>Sagittaria latifolia</i>	25	1.20	0.19	4	2.69	0.03	0.11	0.05	0.19
<i>Eclipta alba</i>	25	1.15	0.14	4	1.59	0.03	0.11	0.03	0.17
<i>Echinochloa holciformis</i>	19	1.52	0.04	3	0.10	0.02	0.08	0.00	0.10
<i>Echinochloa crus-pavonius</i>	35	1.10	0.02	3	0.04	0.04	0.08	0.00	0.12
<i>Sagittaria macrophylla</i>	15	0.65	0.13	1	0.80	0.02	0.03	0.02	0.06
<i>Polygonum coccineum</i>	6	0.55	0.08	1	0.12	0.01	0.03	0.00	0.04
Totales	794			38	49.69	1	1	1	3

SITIO 4 ESPECIE	Densidad absoluta n	Prom. h	Prom. r	Frec. abs.	DOM. ABS. m ²	DR	FR	DOMR	V.I.
<i>Eichhornia crassipes</i>	675	0.26	0.07	8	0.59	0.48	0.13	0.14	0.75
<i>Berula erecta</i>	66	0.16	0.05	6	0.33	0.05	0.10	0.08	0.22
<i>Eclipta alba</i>	4	0.45	0.08	2	0.74	0.00	0.03	0.17	0.21
<i>Hydrocotyle verticillata</i>	125	0.21	0.04	3	0.19	0.09	0.05	0.04	0.18
<i>Polygonum punctatum</i>	9	0.40	0.07	3	0.52	0.01	0.05	0.12	0.18
<i>Polypogon monspeliensis</i>	121	0.12	0.01	5	0.01	0.09	0.08	0.00	0.17
<i>Sagittaria latifolia</i>	8	0.22	0.07	2	0.57	0.01	0.03	0.13	0.17
<i>Azolla mexicana</i>	6	*	*	6	0.19	0.00	0.10	0.04	0.15
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	103	0.10	0.02	3	0.07	0.07	0.05	0.02	0.14
<i>Gnaphalium sp.</i>	2	0.13	0.06	2	0.42	0.00	0.03	0.10	0.13
<i>Lemna gibba</i>	3	*	*	3	0.15	0.00	0.05	0.03	0.09
<i>Cyperus niger</i>	35	0.15	0.04	1	0.19	0.03	0.02	0.04	0.08
<i>Panicum sucosum</i>	33	0.24	0.03	2	0.09	0.02	0.03	0.02	0.08
<i>Schoenoplectus californicus</i>	53	0.69	0.01	2	0.02	0.04	0.03	0.00	0.07
<i>Paspalum convexum</i>	15	0.23	0.01	3	0.01	0.01	0.05	0.00	0.06
<i>Eleocharis montevidensis</i>	19	0.25	0.01	2	0.01	0.01	0.03	0.00	0.05
<i>Agrostis semiverticillata</i>	37	0.30	0.01	1	0.01	0.03	0.02	0.00	0.05
<i>Ludwigia peploides</i>	4	0.40	0.03	1	0.10	0.00	0.02	0.02	0.04
<i>Cyperus semiochraceus</i>	15	0.25	0.00	2	0.00	0.01	0.03	0.00	0.04
<i>Typha dominguensis</i>	25	1.70	0.02	1	0.03	0.02	0.02	0.01	0.04
<i>Typha latifolia</i>	25	1.70	0.02	1	0.03	0.02	0.02	0.01	0.04
<i>Echinochloa crusgalli</i>	12	0.35	0.00	1	0.00	0.01	0.02	0.00	0.03
Totales	1395			60	4.28	1	1	1	3

SITIO 12 ESPECIE	Densidad absoluta n	Prom. h	Prom. r	Frec. abs.	DOM. ABS. m ²	DR	FR	DOMR	V.I.
<i>Eichhornia crassipes</i>	609	0.33	0.10	10	17.27	0.76	0.34	0.81	1.92
<i>Polygonum punctatum</i>	73	0.72	0.11	4	2.58	0.09	0.14	0.12	0.35
<i>Paspalum convexum</i>	68	0.63	0.01	4	0.01	0.08	0.14	0.00	0.22
<i>Galium aff. trifidum</i>	17	0.43	0.09	4	0.46	0.02	0.14	0.02	0.18

SITIO 4	Densidad	Prom.	Prom.	Frec.	DOM.				
ESPECIE	absoluta	h	r	abs.	ABS.	DR	FR	DOMR	V.I.
	n				m ²				
<i>Eclipta alba</i>	9	0.60	0.15	2	0.59	0.01	0.07	0.03	0.11
<i>Berula erecta</i>	10	0.41	0.11	2	0.35	0.01	0.07	0.02	0.10
<i>Leersia hexandra</i>	9	0.40	0.01	1	0.00	0.01	0.03	0.00	0.05
<i>Phragmites australis</i>	4	0.60	0.01	1	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04
<i>Hydrocotyle ranunculoide</i>	2	0.22	0.03	1	0.01	0.00	0.03	0.00	0.04
Totales	801	4.32	0.596	29	21.261	1	1	1	3

SITIO 13	Densidad	Prom.	Prom.	Frec.	DOM.				
ESPECIE	absoluta	h	r	abs.	ABS.	DR	FR	DOMR	V.I.
	n				m ²				
<i>Eichhornia crassipes</i>	413	0.3	0.3	4	7.06	0.56	0.13	0.52	1.21
<i>Paspalum convexum</i>	6	0.9	*	6	5.03	0.01	0.19	0.37	0.57
<i>Phragmites australis</i>	181	1.2	0.0	4	0.11	0.24	0.13	0.01	0.38
<i>Arundo donax</i>	90	2.4	0.0	5	0.29	0.12	0.16	0.02	0.30
<i>Ageratum sp.</i>	11	1.1	0.1	4	0.10	0.01	0.13	0.01	0.15
<i>Polygonum coccineum</i>	2	1.3	0.2	2	0.32	0.00	0.06	0.02	0.09
<i>Amaranthus hybridus</i>	12	0.9	0.1	1	0.38	0.02	0.03	0.03	0.08
<i>Polygonum punctatum</i>	15	0.9	0.1	1	0.23	0.02	0.03	0.02	0.07
<i>Ipomoea sp.</i>	3	0.7	0.1	1	0.02	0.00	0.03	0.00	0.04
<i>Cyperus niger</i>	3	0.5	0.0	1	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04
<i>Eclipta alba</i>	2	0.7	0.0	1	0.01	0.00	0.03	0.00	0.04
<i>Typha domingensis</i>	2	1.0	0.0	1	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04
Totales	740			31	13.55	1.00	1.00	1.00	3.00

La comunidad tipo **IF** fue registrada en al menos 2 sitios (34 y 40), es parecida a la anterior, pero con la derivación en la porción más externa del cuerpo de agua a poblaciones de *Schoenoplectus californicus* como acuática y residuos de dicha especie mezclada con elementos netamente terrestres. La Fotografía II-8 muestra el estado de avance de la actividad agropecuaria en el sitio 40 en la porción norte del lago y la Tabla II-10 la composición y estructura de este tipo de transiciones.



Fotografía II-8. transición *Eichhornia*-Herbáceas-*Schoenoplectus* en las inmediaciones el sitio 40.

Tabla II-10. Composición y estructura de la transición *Eichhornia*-Herbáceas-*Schoenoplectus* en los sitios 34 y 40.

SITIO 34	Densidad	Prom	Prom	Frec	DOM.				
	absoluta	.	.	.	ABS.	DR	FR	DOM	
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²			R	V.I.
<i>Schoenoplectus californicus</i>	397	2.10	0.02	9	0.57	0.39	0.18	0.16	0.74
<i>Berula erecta</i>	220	0.50	0.03	7	0.59	0.22	0.14	0.17	0.53
<i>Eichhornia crassipes</i>	46	0.30	0.09	3	1.13	0.05	0.06	0.32	0.43
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	121	0.20	0.03	8	0.35	0.12	0.16	0.10	0.38
<i>Eclipta alba</i>	27	0.10	0.08	4	0.59	0.03	0.08	0.17	0.28
<i>Leersia hexandra</i>	103	0.70	0.01	4	0.07	0.10	0.08	0.02	0.20
<i>Cyperus niger</i>	49	0.40	0.00	3	0.00	0.05	0.06	0.00	0.11
<i>Arundo donax</i>	14	3.00	0.03	2	0.05	0.01	0.04	0.01	0.07
<i>Typha dominguensis</i>	4	2.10	0.02	3	0.00	0.00	0.06	0.00	0.07
<i>Bacopa monnieri</i>	8	0.08	0.04	2	0.04	0.01	0.04	0.01	0.06
<i>Polygonum punctatum</i>	16	0.30	0.01	2	0.00	0.02	0.04	0.00	0.06
<i>Panicum sucosum</i>	11	0.60	0.04	1	0.06	0.01	0.02	0.02	0.05
<i>Sagittaria latifolia</i>	2	0.80	0.10	1	0.06	0.00	0.02	0.02	0.04
Totales	1018			49	3.5	1	1	1	3

SITIO 40	Densidad	Prom	Prom	Frec	DOM.				
	absoluta	.	.	.	ABS.	DR	FR	DOM	
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²			R	V.I.
<i>Typha dominguensis</i>	83	2.50	0.04	6	0.50	0.91	0.50	0.39	1.80
<i>Azolla mexicana</i>	4	0.01	0.25	2	0.40	0.04	0.20	0.31	0.55
<i>Lemna gibba</i>	1	*	*	1	0.10	0.01	0.10	0.08	0.19
<i>Paspalum convexum</i>	3	0.45	0.02	3	0.01	0.03	0.30	0.01	0.34
Totales	91			12	1.01	1	1	1	3

La transición tipo G solo se observó en el sitio 6 y salvo por la presencia muy escasa de individuos de *Eichhornia* y de otras flotadoras libres, el sitio mostraría una de las mejores condiciones de calidad. Evidentemente aquí el espacio es aprovechado por dichas flotadoras que en menor magnitud utilizan el espacio de la riberia del lago para su proliferación. No obstante se considera un sitio regularmente limpio de malezas acuáticas. Situación que visualmente se relaciona con la presencia de empedrados estabilizadores de la orilla y escasa

actividad agropecuaria adyacente al lago (véase Mapa Fotomosaico y compárese también con sitios alrededor de Oponguio). La Tabla II-11 muestra la composición y estructura de este sitio.

Tabla II-11. Composición y estructura de la transición Eichhornia-Otras flotadoras-Herbáceas en el sitio 6.

SITIO 6 ESPECIE	Densidad	Prom	Prom	Frec	DOM.				
	absoluta	.	.	.	ABS.				
	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R	V.I.
<i>Eichhornia crassipes</i>	854	0.15	0.23	6	25.07	0.83	0.32	0.93	2.07
<i>Berula erecta</i>	80	0.19	0.07	3	1.28	0.08	0.16	0.05	0.28
<i>Polypogon monspeliensis</i>	73	0.35	0.01	1	0.02	0.07	0.05	0.00	0.12
<i>Azolla mexicana</i>	2	1.00	0.25	2	0.39	0.00	0.11	0.01	0.12
<i>Lemna gibba</i>	2	*	*	2	0.32	0.00	0.11	0.01	0.12
<i>Paspalum monastachyum</i>	3	0.45	0.02	2	0.00	0.00	0.11	0.00	0.11
<i>Panicum sucosum</i>	10	0.30	0.01	1	0.00	0.01	0.05	0.00	0.06
<i>Polygonum coccineum</i>	3	0.30	0.03	1	0.01	0.00	0.05	0.00	0.06
<i>Eclipta alba</i>	2	0.40	0.02	1	0.00	0.00	0.05	0.00	0.05
Totales	1029			19	27.10	1	1	1	3

El subtipo H es el más común en los muestreos, se registró en al menos 11 sitios y a su vez presenta particularidades de composición que son muy importantes señalar: Por ejemplo, **Tabla II-12** muestra la composición y estructura de la transición más frecuente en el margen Noreste del lago, desde las inmediaciones de Santiago Tzipijo hasta Tzintzuntzan. También fue observada esta transición al sur de Oponguio. El cuadro 12 sintetiza con los datos del sitio 5 dicha condición, en la que destaca como elemento clave la presencia de *Schoenoplectus validus* que es ampliamente usado en la costa Noreste del lago en las localidades de Tzintzuntzane incluso en Quiroga, para realizar artesanía, cestería y comercializarla.

Tabla II-12. Composición y estructura del sitio 5, (Csubtipo IH) característico de los sitios observados en la costa Noroeste del lago, hasta las inmediaciones de Tzintzuntzan.

SITIO 5 ESPECIE	Densidad absoluta	Prom h	Prom r	Frec abs.	DOM. ABS. m ²	DR	FR	DOM R V.I.	
	n								
<i>Eichhornia crassipes</i>	175	0.34	0.11	3	6.26	0.65	0.38	0.88	1.90
<i>Berula erecta</i>	72	0.55	0.06	2	0.81	0.27	0.25	0.11	0.63
<i>Schoenoplectus validus</i>	22	1.1	0.01	1	0.01	0.08	0.13	0.00	0.21
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	1	0.36	0.10	1	0.03	0.00	0.13	0.00	0.13
<i>Polygonum punctatum</i>	1	0.5	0.10	1	0.03	0.00	0.13	0.00	0.13
Totales	271			8	7.14	1	1	1	3

Por comentarios de los habitantes locales, refieren que “ellos mismos” sacan el Lirio para mantener sus parcelas de “Tule” (así recibe su nombre local en esta porción del lago esta especie de Cyperacea, en contraste con el “tule” de la porción sur del lago que como Miranda y Hernandez X. 1963 en su sistema más bien se refieren a comunidades con elementos del género *Typha*).

En toda esta parte del lago dichas comunidades no alcanzan el 1.5 m de altura y constituyen franjas de no más de 7 a 10 m de *Schoenoplectus* por una longitud variable. La transición a las actividades agropecuarias luce más o menos ordenada e incluso es inapreciable en la subescena SPOT (ver Mapa base 2008).

Por otro lado, en la porción norte del lago, en islotes observables desde Chupícuaro y Santa Fé de la Laguna, pero sobre todo en la porción Sur del lago, comprendiendo una amplia porción del humedal RAMSAR, los sitios 19, 20 y 29 dan cuenta de una transición más o menos de la misma estructura pero con una composición significativamente distinta. La Tabla II-13 muestra lo antes señalado.

Tabla II-13. Composición y estructura de la transición subtipo IH en la porción sur del lago.

SITIO 19	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.					
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R	V.I.	
<i>Eichhornia crassipes</i>	261	0.24	0.08	5	5.25	0.20	0.23	0.77	1.20	
<i>Schoenoplectus californicus</i>	824	1.38	0.01	7	0.07	0.63	0.32	0.01	0.96	
<i>Berula erecta</i>	107	0.28	0.03	4	0.29	0.08	0.18	0.04	0.31	
<i>Lemna gibba</i>	2	0.00	0.43	2	1.13	0.00	0.09	0.17	0.26	
<i>Cyperus semiochraceus</i>	96	0.61	0.01	3	0.01	0.07	0.14	0.00	0.21	
<i>Eclipta alba</i>	9	0.45	0.05	1	0.07	0.01	0.05	0.01	0.06	
Totales	1299			22	6.83	1	1	1	3	

SITIO 20	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.					
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R	V.I.	
<i>Eichhornia crassipes</i>	334	0.13	0.08	6	6.72	0.29	0.40	0.99	1.68	
<i>Schoenoplectus californicus</i>	829	1.53	0.01	7	0.07	0.71	0.47	0.01	1.19	
<i>Paspalum convexum</i>	1	0.15	0.02	1	0.00	0.00	0.07	0.00	0.07	
<i>Wolffiella ligulata</i>	1	1.00	0.00	1	0.00	0.00	0.07	0.00	0.07	
Totales	1165			15	6.79	1	1	1	3	

SITIO 29	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.					
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R	V.I.	
<i>Eichhornia crassipes</i>	257	0.13	0.08	6	7.71	0.26	0.43	0.70	1.39	
<i>Schoenoplectus californicus</i>	725	1.53	0.01	7	3.32	0.74	0.50	0.30	1.54	
<i>Cyperus niger</i>	2	0.15	0.02	1	0.00	0.00	0.07	0.00	0.07	
Totales	984			14	11.03	1	1	1	3	

Otra transición muy común, registrada en 6 de los sitios muestreados es la del subtipo I. Al parecer la hidrófita emergente (*Typha domingensis*) más bien obedece a la disponibilidad de las condiciones medioambientales particularmente por las condiciones de pendiente (ver Mapa Base, Mapa Base 2008 y Fotomosaico) y en las que de alguna manera se ven beneficiados también los habitantes locales (obsérvese que también están próximas

numerosos asentamientos a estas estaciones de muestreo). La Fotografía II-9 corresponde al sitio 42 al este de San Andrés Tziróndaro y se aprecia una actividad recurrente en el que los habitantes le “ganan” terreno al lago en complicidad con la expansión de la transición en comento. Asimismo, en el sitio 2 fue observado el “estaqueo” de lirio para “chinampear” y de igual modo ganar terreno al lago.



Fotografía II-9. a) Quemado de chuspata (*Typha dominguensis*) en los alrededores de San Andrés Tziróndaro y b) “Chinampero” con *Eichhornia* al sur de Ihuatzio.

La Tabla II-14 muestra la composición y estructura de este tipo de condiciones a partir de los datos de los sitios 2, 7 y 11.

Tabla II-14. Composición y estructura de la transición tipo I. *Eichhornia* - *Typha*

SITIO 2	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.	DOM			
						n	h	r	abs.
<i>Eichhornia crassipes</i>	542	0.45	0.11	10	21.36	0.84	0.38	0.91	2.13
<i>Paspalum convexum</i>	59	1.03	0.08	4	1.30	0.09	0.15	0.06	0.30
<i>Typha dominguensis</i>	18	2.40	0.02	4	0.02	0.03	0.15	0.00	0.18
<i>Eclipta alba</i>	11	0.67	0.08	4	0.22	0.02	0.15	0.01	0.18
<i>Lemna gibba</i>	1	*	*	1	0.50	0.00	0.04	0.02	0.06
<i>Polygonum coccineum</i>	7	0.52	0.02	1	0.01	0.01	0.04	0.00	0.05
<i>Hydrocotyle verticillata</i>	5	0.21	0.05	1	0.04	0.01	0.04	0.00	0.05
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	4	0.57	0.04	1	0.02	0.01	0.04	0.00	0.05
Totales	647			26	23.47	1	1	1	3

SITIO 7	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.				
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R	V.I.
<i>Eichhornia crassipes</i>	67	0.28	0.10	6	2.18	0.23	0.19	0.74	1.15
<i>Typha domingensis</i>	150	2.93	0.02	10	0.16	0.51	0.31	0.06	0.87
<i>Eclipta alba</i>	40	1.37	0.05	4	0.25	0.14	0.13	0.09	0.35
<i>Berula erecta</i>	8	0.235	0.06	2	0.09	0.03	0.06	0.03	0.12
<i>Panicum sucosum</i>	16	0.85	0.01	2	0.01	0.05	0.06	0.00	0.12
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	1	*	*	1	0.20	0.00	0.03	0.07	0.10
<i>Cyperus semiochraceus</i>	3	1.24	0.01	2	0.00	0.01	0.06	0.00	0.07
<i>Amaranthus hybridus</i>	5	1.4	0.05	1	0.04	0.02	0.03	0.01	0.06
<i>Polygonum coccineum</i>	3	1.5	0.03	1	0.01	0.01	0.03	0.00	0.04
<i>Echinochloa holciformis</i>	1	1.4	0.02	1	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03
<i>Cyperus semiochraceus</i>	1	0.3	0.01	1	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03
<i>Schoenoplectus californicus</i>	1	1	0.01	1	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03
Totales	296			32	2.94	1	1	1	3

SITIO 11	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec. .	DOM. ABS.				
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOMR	V.I.
<i>Eichhornia crassipes</i>	1102	0.19	0.08	10	24.37	0.93	0.53	0.97	2.43
<i>Typha domingensis</i>	41	1.71	0.01	4	0.0104	0.03	0.21	0.00	0.25
<i>Berula erecta</i>	32	0.62	0.05	2	0.2036	0.03	0.11	0.01	0.14
<i>Eclipta alba</i>	12	0.75	0.10	2	0.377	0.01	0.11	0.02	0.13
<i>Spirodela sp.</i>	1	*	*	1	0.05	0.00	0.05	0.00	0.06
Totales	1188			19	25.011	1	1	1	3

Los subtipos J (sitios 36,38 y 43 ver Mapa Base y Mapa Base 2008), son muy semejantes al sitio 6 con la singularidad que la presencia del Lirio no es apreciable, salvo como individuos juveniles arrastrados por los movimientos del agua. Como en el sitio 6, los márgenes del lago son ocupados por otras flotadoras de los géneros *Lemna*, *Spirodela* y *Azolla*, principalmente en recovecos de la orilla, donde las corrientes de aire encajonan a dichas comunidades. Al menos el sitio 43 al NE de Oponguio es de todos los sitios el que menor presencia de acuáticas de todo tipo presenta y es en la porción firme del terreno, estabilizado también por abundantes rocas), que se presentan comunidades de cyperaceae tolerantes. En la Tabla II-15 se presenta la composición y estructura de al menos dos de estos sitios.

Tabla II-15. Composición y estructura de las transiciones subtipo J.

SITIO 36	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.					
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R V.I.		
<i>Azolla mexicana</i>	2	0.04	0.25	2	0.39	0.09	0.22	0.54	0.85	
<i>Lemna gibba</i>	2	*	*	2	0.32	0.09	0.22	0.44	0.75	
<i>Paspalum convexum</i>	3	0.45	0.02	2	0.00	0.14	0.22	0.00	0.36	
<i>Panicum sucosum</i>	10	0.30	0.01	1	0.00	0.45	0.11	0.00	0.57	
<i>Polygonum coccineum</i>	3	0.30	0.03	1	0.01	0.14	0.11	0.01	0.26	
<i>Eclipta alba</i>	2	0.40	0.02	1	0.00	0.09	0.11	0.00	0.21	
Totales	22			9	0.73	1	1	1	3	

SITIO 38	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.					
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R V.I.		
<i>Azolla mexicana</i>	4	0.04	0.25	2	0.39	0.31	0.25	0.55	1.10	
<i>Lemna gibba</i>	1	*	*	2	0.32	0.08	0.25	0.44	0.77	
<i>Paspalum convexum</i>	3	0.45	0.02	2	0.00	0.23	0.25	0.00	0.48	
<i>Polygonum coccineum</i>	3	0.30	0.03	1	0.01	0.23	0.13	0.01	0.37	
<i>Eclipta alba</i>	2	0.40	0.02	1	0.00	0.15	0.13	0.00	0.28	
Totales	13			8	0.72	1	1	1	3	

El último subtipo de comunidades de la transición hidrófitas flotadoras libres – hidrófitas adheridas a un sustrato, emergentes, lo constituye el subtipo K, caracterizado a partir de 4 sitios. Se trata de comunidades densas de *Typha*, también muy próximas a asentamientos humanos e indudablemente con prácticas como las señaladas para los subtipo I (de quemar y avanzar con prácticas agropecuarias al interior del lago), pero en este caso, dada la profundidad y la pendiente de la superficie de la transición con el cuerpo de agua, seguramente imposibilita avances significativos de este tipo de cambios y la proliferación de *Eichhornia* no se muestra muy evidente, sino más bien el de las otras flotadoras.

En las inmediaciones de Quiroga -de hecho y como se asentará en el siguiente apartado de resultados- los cambios en este sentido son similares a los asentados para los subtipo I. En la **Tabla II-16** se asienta la composición y estructura por su valor de importancia de este subtipo de transiciones.

Tabla II-16. Composición y estructura de las transiciones subtipo K Otras flotadoras – *Typha*.

SITIO 37	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.					
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R V.I.		
<i>Typha dominguensis</i>	87	2.30	0.04	4	0.50	0.91	0.40	0.39	1.70	
<i>Azolla mexicana</i>	2	0.01	0.25	2	0.43	0.02	0.20	0.34	0.56	
<i>Lemna gibba</i>	2	*	*	2	0.34	0.02	0.20	0.27	0.49	
<i>Paspalum convexum</i>	5	0.45	0.02	2	0.01	0.05	0.20	0.01	0.26	
Totales	96			10	1.28	1	1	1	3	

SITIO 39	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.					
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R V.I.		
<i>Typha dominguensis</i>	63	2.20	0.04	5	0.60	0.89	0.50	0.54	1.93	
<i>Azolla mexicana</i>	2	0.01	0.25	2	0.30	0.03	0.20	0.27	0.50	
<i>Lemna gibba</i>	1	*	*	1	0.20	0.01	0.10	0.18	0.29	
<i>Paspalum convexum</i>	5	0.45	0.02	2	0.01	0.07	0.20	0.01	0.28	
Totales	71			10	1.11	1	1	1	3	

II.4.3 Transiciones Tipo II.

Las Transiciones Tipo II corresponden a comunidades de hidrófitas libre flotadoras – hidrófitas adheridas a un substrato con hojas flotantes – hidrófitas adheridas a un substrato, emergentes y se registraron 3 subtipos (ver Tabla II-4).

La Figura II-10 muestra esquemáticamente lo señalado, distinguiéndose en contraste con los subtipos anteriormente descritos, por la presencia de especies de los géneros *Nymphaea* y *Potamogeton*.

Las especies de hidrófitas sumergidas o de hojas flotantes pero enraizadas en el fondo generalmente dan cuenta de una profundidad del lago muy somera, precisamente porque necesitan enraizar. Sin embargo, esto a veces no es tan así de somero, como en la porción Noroeste de Janitzio donde se llegó a observar este tipo de transición en condiciones de hasta 90 cm de profundidad.

El subtipo *L* es descrito por 3 sitios con la presencia de *Eichhornia crassipes* como libre flotadora, *Nymphaea mexicana* como hidrófita adherida al substrato con hojas flotantes y *Schoenoplectus californicus* como hidrófita emergente. Se trata de sitios con predominante influencia humana directa a través de las acciones de “limpieza” de canales a través de dragado dirigido al Lirio y que circunstancialmente pone en competencia a dicha especie con *Nymphaea*. La **Tabla II-17** muestra la composición y estructura de este tipo de transiciones, véase el Mapa Fotomosaico para referencia gráfica del sitio 16.

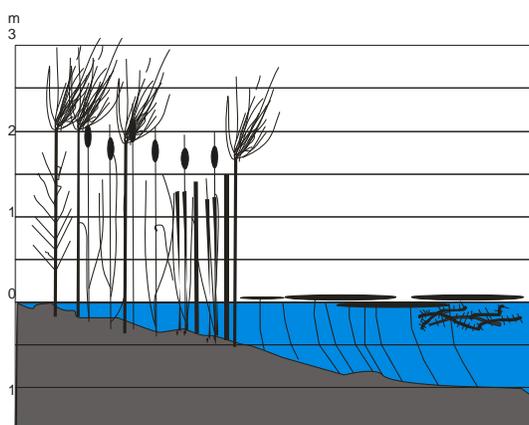


Figura II-10. Esquematación de las transiciones tipo II. Hay libres flotadoras en la porción más distal de la orilla, hidrófitas con hojas flotantes y finalmente hidrófitas emergentes cuya identidad distingue los subtipos que se señalan en el texto.

Tabla II-17. Composición y estructura de las Transiciones Tipo II L: *Nymphaea - Eichhornia-Schoenoplectus*.

SITIO 16 ESPECIE	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.	DOM			
	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	R	V.I.
<i>Nymphaea mexicana</i>	443	0.02	0.10	10	13.92	0.72	0.38	0.91	2.01
<i>Eichhornia crassipes</i>	138	0.24	0.06	10	1.41	0.22	0.38	0.09	0.70
<i>Schoenoplectus californicus</i>	28	0.50	0.01	1	0.00	0.05	0.04	0.00	0.08
<i>Wolffiella lingulata</i>	2	0.00	0.01	2	0.00	0.00	0.08	0.00	0.08
<i>Cyperus niger</i>	2	0.30	0.00	1	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04
<i>Lemna gibba</i>	1	0.00	0.01	1	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04
<i>Paspalum convexum</i>	1	0.70	0.00	1	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04
Totales	615	2	0	26	15.33	1	1	1	3

SITIO 18	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.				
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R	V.I.
<i>Nymphaea mexicana</i>	379	0.03	0.12	7	17.43	0.61	0.44	0.99	2.04
<i>Schoenoplectus californicus</i>	222	1.07	0.00	3	0.01	0.36	0.19	0.00	0.55
<i>Typha dominguensis</i>	17	1.01	0.01	3	0.00	0.03	0.19	0.00	0.22
<i>Potamogeton pectinatus</i>	2	0.00	0.11	2	0.07	0.00	0.13	0.00	0.13
<i>Wolffiella lingulata</i>	1	0.00	0.20	1	0.13	0.00	0.06	0.01	0.07
Totales	621			16	17.64	1	1	1	3

SITIO 35	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.				
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R	V.I.
<i>Nymphaea mexicana</i>	344	0.03	0.10	10	13.30	0.67	0.40	0.76	1.83
<i>Eichhornia crassipes</i>	111	0.24	0.06	8	3.30	0.22	0.32	0.19	0.72
<i>Eclipta alba</i>	4	0.50	0.16	2	0.31	0.01	0.08	0.02	0.11
<i>Polygonum punctatum</i>	16	0.30	0.01	2	0.01	0.03	0.08	0.00	0.11
<i>Schoenoplectus californicus</i>	38	0.50	0.01	1	0.50	0.07	0.04	0.03	0.14
<i>Cyperus niger</i>	2	0.30	0.00	1	0.01	0.00	0.04	0.00	0.04
<i>Lemna gibba</i>	1	0.00	0.01	1	0.05	0.00	0.04	0.00	0.04
Totales	516	2	0	25	17.48	1	1	1	3

El subtipo M es una variante en la que la especie hidrófita libre flotadora más abundante no es *Eichhornia* sino *Ceratophyllum demersum*. Además, las poblaciones de *Schoenoplectus* transicionan a poblaciones más extensas de *Typha dominguensis*. Estas comunidades fueron observadas en la porción interior del humedal RAMSAR al sur de Jarácuaro y los tres puntos muestreados sirvieron para recopilar muestras variadas de poblaciones representativas de las hasta ahora enunciadas en virtud de la alta diversidad no solo de especies presentes sino también de comunidades distribuidas aquí de manera puntual. La Fotografía II-10 y la Tabla II-18 muestran la transición mencionada, de manera gráfica y en los aspectos cuantitativos de valor de importancia ecológica.



Fotografía II-10. Comunidades de Transición Tipo II M *Ceratophyllum-Nymphaea-Schoenoplectus-Typha* en las inmediaciones del sitio 33.

Tabla II-18. Composición y estructura de la comunidad Transición Tipo II M: *Ceratophyllum-Nymphaea-Schoenoplectus-Typha*.

SITIO 31	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.	DOM				
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	R	V.I.	
<i>Nymphaea mexicana</i>	257	0.30	0.07	5	3.50	0.66	0.28	0.70	1.64	
<i>Typha dominguensis</i>	77	2.50	0.04	5	0.50	0.20	0.28	0.10	0.58	
<i>Schoenoplectus californicus</i>	46	1.50	0.02	4	0.10	0.12	0.22	0.02	0.36	
<i>Eclipta alba</i>	3	0.50	0.16	2	0.20	0.01	0.11	0.04	0.16	
<i>Polygonum punctatum</i>	5	1.00	0.13	1	0.30	0.01	0.06	0.06	0.13	
<i>Ceratophyllum demersum</i>	1	*	*	1	0.40	0.00	0.06	0.08	0.14	
Totales	389			18	5.00	1	1	1	3	

SITIO 32	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.	DOM				
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	R	V.I.	
<i>Nymphaea mexicana</i>	255	0.20	0.07	5	3.80	0.67	0.26	0.59	1.53	
<i>Schoenoplectus californicus</i>	78	1.40	0.02	4	0.80	0.20	0.21	0.13	0.54	
<i>Typha dominguensis</i>	35	2.50	0.04	5	0.70	0.09	0.26	0.11	0.46	
<i>Eclipta alba</i>	4	0.50	0.16	2	0.31	0.01	0.11	0.05	0.16	
<i>Polygonum punctatum</i>	8	0.80	0.13	1	0.37	0.02	0.05	0.06	0.13	
<i>Ceratophyllum demersum</i>	1	*	*	1	0.40	0.00	0.05	0.06	0.12	
<i>Lemna gibba</i>	1	0.00	0.00	1	0.01	0.00	0.05	0.00	0.06	
Totales	382			19	6.39	1	1	1	3	

SITIO 33	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.					
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R	V.I.	
<i>Nymphaea mexicana</i>	312	0.20	0.07	5	2.80	0.71	0.29	0.57	1.57	
<i>Schoenoplectus californicus</i>	85	1.13	0.02	4	0.80	0.19	0.24	0.16	0.59	
<i>Typha dominguensis</i>	38	2.70	0.04	5	0.71	0.09	0.29	0.14	0.53	
<i>Eclipta alba</i>	4	0.40	0.16	2	0.20	0.01	0.12	0.04	0.17	
<i>Ceratophyllum demersum</i>	1	*	*	1	0.40	0.00	0.06	0.08	0.14	
Totales	440			17	4.91	1	1	1	3	

El subtipo II N presenta es una de las comunidades más comunes en el Humedal RAMSAR en su porción norte. Fue caracterizado a partir de 5 sitios de muestreo y fundamentalmente es como el subtipo anterior sin la intervención de *Schoenoplectus* y con un amplísimo desarrollo de las tres hidrófitas representativas: entre las libre flotadoras *Ceratophyllum*, *Nymphaea* como la de hojas flotantes y adherida al substrato y *Typha* dominando vastas extensiones interiores (Fotografía II-11 y Tabla II-19).



Fotografía II-11. Comunidades tipo IIN: Transición *Ceratophyllum-Nymphaea-Typha* en las inmediaciones del sitio 21. Ver Mapa Fomosaico para detalles espaciales.

Tabla II-19. Composición y estructura de los sitios característicos del subtipo de Transición IIN *Ceratophyllum-Nymphaea-Typha*

SITIO 21	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.					
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R	V.I.	
<i>Nymphaea mexicana</i>	279	0.03	0.12	7	7.02	0.78	0.70	0.89	2.37	
<i>Typha dominguensis</i>	78	1.37	0.04	2	0.50	0.22	0.20	0.06	0.48	
<i>Ceratophyllum demersum</i>	1	*	*	1	0.40	0.00	0.10	0.05	0.15	
Totales	358			10	7.92	1	1	1	3	

SITIO 21	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.					
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R	V.I.	
<i>Nymphaea mexicana</i>	210	0.03	0.12	8	7.02	0.58	0.67	0.81	2.06	
<i>Typha dominguensis</i>	150	2.50	0.04	3	1.25	0.42	0.25	0.14	0.81	
<i>Ceratophyllum demersum</i>	1	*	*	1	0.40	0.00	0.08	0.05	0.13	
Totales	361			12	8.67	1	1	1	3	

SITIO 23	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.					
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R	V.I.	
<i>Nymphaea mexicana</i>	318	0.03	0.10	10	6.50	0.83	0.67	0.84	2.34	
<i>Typha dominguensis</i>	65	2.70	0.05	3	0.70	0.17	0.20	0.09	0.46	
<i>Ceratophyllum demersum</i>	1	*	*	2	0.50	0.00	0.13	0.06	0.20	
Totales	384			15	7.7	1	1	1	3	

SITIO 24	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.					
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R	V.I.	
<i>Nymphaea mexicana</i>	274	0.02	0.11	10	5.90	0.77	0.59	0.79	2.14	
<i>Typha dominguensis</i>	81	2.50	0.04	5	1.10	0.23	0.29	0.15	0.67	
<i>Ceratophyllum demersum</i>	1	*	*	2	0.50	0.00	0.12	0.07	0.19	
Totales	356			17	7.5	1	1	1	3	

II.4.4 Transiciones Tipo III.

Finalmente se presentan las Transiciones Tipo III caracterizados por 4 de los sitios de muestreo, también en las inmediaciones del Humedal RAMSAR en la porción sur del lago. En estas condiciones se hace propicio el desarrollo de hidrófitas adheridas a un substrato sumergidas, seguidas también de hidrófitas adheridas a un substrato pero con hojas flotantes y nuevamente las comunidades de hidrófitas emergentes (Figura II-11).

La Tabla II-20 presenta la información cuantitativa de los sitios tipificados como Transición III. Además de su escasa riqueza, es notoria la dominancia de cada una de las especies de las tres condiciones o formas de vida de hidrófitas que denotan una adecuación y arraiga a condiciones particulares de profundidad y disponibilidad de insolación. Véase Mapa Fotomosaico y Mapa Base 2008 para la contextualización espacial de la transición muestreada.

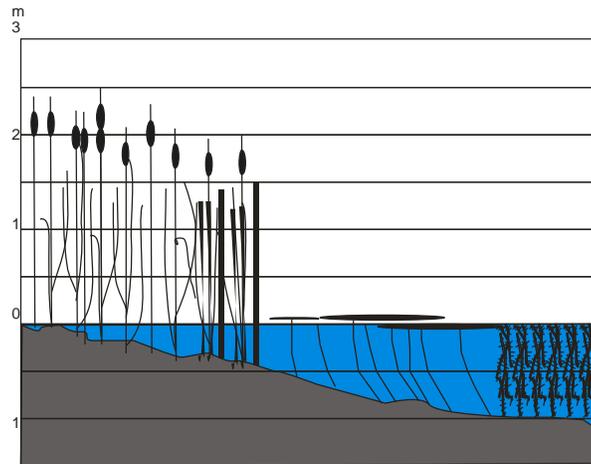


Figura II-11. Esquematización de la Transición Tipo III: *Potamogeton-Nymphaea - Schoenoplectus- Typha*.

Tabla II-20. Composición y estructura de los sitios característicos de Transiciones Tipo III: *Potamogeton-Nymphaea-Schoenoplectus-Typha*.

SITIO 25	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.					
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R	V.I.	
<i>Nymphaea mexicana</i>	258	0.03	0.12	7	17.43	0.49	0.39	0.99	1.86	
<i>Schoenoplectus californicus</i>	215	0.50	0.00	3	0.01	0.41	0.17	0.00	0.57	
<i>Typha dominguensis</i>	52	2.70	0.01	3	0.00	0.10	0.17	0.00	0.27	
<i>Potamogeton pectinatus</i>	3	0.00	*	3	0.07	0.01	0.17	0.00	0.18	
<i>Wolffiella lingulata</i>	2	0.00	*	2	0.13	0.00	0.11	0.01	0.12	
Totales	530			18	17.64	1	1	1	3	

SITIO 26	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.					
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R	V.I.	
<i>Nymphaea mexicana</i>	316	0.03	0.12	7	15.36	0.60	0.37	0.99	1.95	
<i>Schoenoplectus californicus</i>	178	1.07	0.00	3	0.01	0.34	0.16	0.00	0.49	
<i>Typha dominguensis</i>	31	1.01	0.01	3	0.00	0.06	0.16	0.00	0.22	
<i>Potamogeton pectinatus</i>	5	0.00	*	5	0.07	0.01	0.26	0.00	0.28	
<i>Wolffiella lingulata</i>	1	0.00	*	1	0.13	0.00	0.05	0.01	0.06	
Totales	531			19	15.57	1	1	1	3	

SITIO 27	Densidad absoluta	Prom .	Prom .	Frec .	DOM. ABS.					
ESPECIE	n	h	r	abs.	m ²	DR	FR	DOM R	V.I.	
<i>Nymphaea mexicana</i>	214	0.03	0.12	7	18.02	0.60	0.47	0.99	2.05	
<i>Schoenoplectus californicus</i>	115	1.07	0.00	3	0.10	0.32	0.20	0.01	0.53	
<i>Typha dominguensis</i>	28	1.01	0.01	3	0.05	0.08	0.20	0.00	0.28	
<i>Potamogeton pectinatus</i>	2	0.00	*	2	0.07	0.01	0.13	0.00	0.14	
Totales	359			15	18.24	1	1	1	3	

II.5 Conclusiones y recomendaciones.

- De los aspectos florísticos.

Se registraron 49 especies de fanerógamas (incluyendo 1 helecho), representando en total a 25 familias. Lot y Novelo (1988) citados por Chacón (1993) reportan también 49 especies pero pertenecientes a 23 familias. García (1990) presenta un listado de 57 especies. Madrigal (2004) para el lago de Zirahuén, Mich. reporta 93 especies. Ramos y Novelo (1993) reportan 47 especies para la laguna de Yuriria, Gto. y Rojas y Novelo (1995) reportan 92 especies para la laguna de Cuitzeo, Mich.

Como en la mayoría de estudios del tema en la región, las poaceae y cyperaceae constituyen las familias mejor representadas en las floras acuáticas y subacuáticas de los embalses naturales.

- De las comunidades vegetales.

Por su forma de vida se reconocieron 4 comunidades. Por el arreglo en que dichas comunidades transicionan hacia tierra se contabilizaron 15 combinaciones. Las combinaciones que incluyen *Eichhornia* y *Typha* en áreas con menor pendiente son en las que se acumula más biomasa y diversidad visibles. Las combinaciones sin *Eichhornia* ni *Typha* en condiciones de mayor pendiente son las que acumulan menor biomasa y diversidad visibles.

En la mayoría de estudios consultados los trabajos se concentran en la caracterización de las distancias hacia tierra que ocupan las especies de hidrófitas y la profundidad en que aparecen.

En el presente estudio se prefirió sacrificar este tipo de exactitud métrica para otorgarle su peso a este aspecto en el análisis cartográfico. Además, las especies flotadoras y emergentes llegan a ocupar centenas y hasta miles de metros en ciertos puntos.

- Sobre las estimaciones cartográficas.

Un acierto disponer de los conjuntos vectoriales de INEGI 1998 y generar con ellos el Mapa Base.

Sin duda son de esperarse inexactitudes en la digitalización de la subescena 2005 de SPOT. Pero los 55 sitios de verificación y muestreo reducen la posibilidad de inexactitudes exacerbadas.

Se presentaron también problemas con la manipulación de las subescenas SPOT para generar el Índice de Vegetación ya que este no permite discernir capas a nivel de comunidades, ni siquiera entre emergentes y sumergidas.

En los estudios consultados este tipo de situaciones se tratan de corregir con el uso de datos “ancillares” o adicionales. En este caso podría resultar muy adecuado disponer de un mapa batimétrico actualizado pues como lo asienta Chacón (1993), existe reportado de antaño una relación exponencial invertida entre la concentración de biomasa y la pendiente del embalse.

- Sobre la estimación de biomásas.

Un acierto levantar información puntual del peso seco de distintas comunidades. Lamentablemente el proceso de secado requiere un enfoque “industrial” para obtener una mayor confianza en los resultados.

Sobre la extrapolación de biomasa a categorías NDVI: La validez del NDVI obtenido no es despreciable pues el mecanismo para su obtención sigue el estándar aceptado. Sin embargo, se requieren muchas más comunidades por muestrear incluso dentro del cuerpo de agua para con ello obtener un modelo o una validación estadística de los resultados. Chacón 1993 usando también escenas SPOT de 1987 reporta 54.2 km² de hidrófitas, en contraste con los 18.58 km² registrados en 2008 en el presente estudio.

Las diferencias en las estimaciones de peso seco (Toneladas de biomasa) de macrófitas sumergidas y emergentes es también muy distinto. El enfoque de medir y pesar ejemplares utilizados por habitantes locales también es un acierto, pero se requiere estandarizar los procesos de secado para no tener la variación observada en el presente estudio. Una variación que no permite derivar relaciones alométricas que era lo que se pretendía con ese enfoque

	Presente estudio	Chacón 1993
Sumergidas	1,450.327	5,797.70
Emergentes	78,214.292	6,828.40

Recomendaciones

- Persistir con el enfoque de cuantificación mediante relaciones alométricas, ADQUIRIENDO abundante material colectado por los habitantes locales y manteniendo el enfoque de secarlo a temperatura ambiente.
- Incorporar muestreos a fitoplancton, sobre todo en la porción norte.
- Levantar de manera expedita las curvas batimétricas del lago.
- Incorporar bitácoras de dragado de Lirio en el análisis.
- Documentar jurídica y socialmente el cambio de uso de suelo de comunidades acuáticas a uso agropecuario.
- Generar un índice de naturalidad regional de las riberas del lago con los datos ecológicos (composición, estructura, biomasa), sociales (uso) e históricos (descargas, niveles del lago, etc.) que permitan proyectar las mejores condiciones de restauración ecológica del lago.

NOTA IMPORTANTE: EN EL ANEXO 1 INCLUIDO

EN EL DISCO COMPACTO ADJUNTO, SE PRESENTA LA DESCRIPCIÓN COMPLETA DE LAS ESPECIES COLECTADAS EN CADA UNO DE LOS SITIOS DE MUESTREO DURANTE ESTE ESTUDIO.

III. PRONOSTICOS AMBIENTALES PARA EL LAGO DE PÁTZCUARO.

III.1 Objetivos.

- I. El objetivo de esta fase es analizar las tendencias observadas de crecimiento y expansión de malezas acuáticas y su relación con algunos factores físicos, para a partir de ello, zonificar y listar una serie de acciones operativas concretas para su control.
- II. Traducir las distintas metodologías de monitoreo, conclusiones y recomendaciones derivadas de los estudios e informes para el manejo integral de malezas acuáticas (macrófitas) en instrucciones precisas para los distintos órganos de gobierno y los diferentes núcleos agrarios involucrados con la problemática ambiental del lago de Pátzcuaro y su cuenca.

III.1.1 ¿Dónde y cómo se han extendido los últimos 10 años las malezas acuáticas?

ANÁLISIS DE CUSV

Con base en los conjuntos vectoriales de INEGI (1998), la digitalización de la subescena SPOT (2005) y los recorridos de campo (2008) en el estudio realizado en la fase I se identificaron tendencias de cambio en superficie del lago e hidrófitas en la zona del embalse natural.

En la presente fase se agruparon en 14 categorías las distintas etiquetas de las capas de uso del suelo y vegetación (USV) de toda la cuenca y el área del embalse natural (cota de 2,040 m) (Tabla III-1). Una capa corresponde al Inventario Nacional Forestal del año 2000 escala 1:250,000 a la cual se le sobrepuso los detalles escala 1:50,000 de USV en 1998, generada en la fase I. También a escala 1:250,000 fue producida una capa de USV para el año 2008 de toda la cuenca, con base en la interpretación de una escena SPOT de 2005, la interpretación de subescenas cortesía de *Digital Globe* y la repolygonización de la capa del año 2000 así como la sobreposición de la capa generada para el embalse en el año 2008 con recorridos en campo en la fase I.

Tabla III-1 Categorías de USV seguidas en el análisis de los dos periodos de tiempo 1998-2008.

CATEGORÍA	NO.
AGRÍCOLA	1
BOSQUE DE ENCINO	2
BOSQUE DE ENCINO PERTURBADO	3
BOSQUE DE PINO	4
BOSQUE DE PINO-ENCINO	5
BOSQUE DE PINO-ENCINO PERTURBADO	6
BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA	7
COMUNIDADES ACUÁTICAS	8
LAGO	9
MATORRAL SUBTROPICAL	10
MATORRAL SUBTROPICAL PERTURBADO	11
PASTIZAL INDUCIDO	12
PLANTACIÓN FORESTAL	13
URBANO Y RESIDENCIAL	14

Una vez estandarizadas las etiquetas de las categorías, se procedió a su rasterización para su manejo posterior con distintos módulos del sistema *Ibris Andes*: AREA, CROSSTAB, MARKOV, y CA_MARKOV

El primero de dichos análisis (AREA) fue solo cuantitativo y consistió en la estimación de superficie ocupada de cada categoría en los dos momentos históricos en la cuenca. El segundo de los análisis (CROSSTAB) se concentró en una estimación de la superficie que se mantiene o que cambia de una categoría a otra en los dos momentos del análisis. Ello permite definir un esquema grueso de Cambio de Uso de Suelo (CUSV) y un modelo conceptual que permite agrupar las distintas categorías en *Procesos Dominantes* en la cuenca, su espacialización y sus respectivas magnitudes en el periodo de

análisis 1998-2008. Hasta aquí se tienen parte de los criterios que se siguen adelante para justificar las prioridades de atención en la recuperación de áreas en el lago.

CROSSTAB ejecuta dos operaciones. La primera es una imagen en la cual las categorías de cobertura del primer periodo (1998) se comparan con las mismas categorías que aparecen en el segundo periodo (2008). El segundo resultado es una tabla (matriz de transición) con el número de píxeles en cada combinación (permanencia y cambio a cierta categoría distinta), lo que permite extraer superficies y tasas de cambio por categorías. En conjunto, las dos operaciones permiten listar las medidas de cambio y permanencia de las distintas categorías consideradas en la evaluación.

PROYECCIÓN MARKOVIANA

El tercero de los análisis es una proyección de la transición de las categorías de uso de suelo y vegetación mediante un ejercicio de *cadena markoviana* conforme a los procedimientos operativos de los módulos MARKOV y CA_MARKOV del sistema *Idrisi Andes*. El primero de los módulos analiza un par de imágenes de cobertura y genera una matriz de probabilidad de transición, una matriz de áreas de transición así como un conjunto de imágenes de probabilidad condicionada de las transiciones. El segundo módulo, es un autómata celular combinado, que genera la proyección esperada de cambio de uso de suelo considerando el criterio de proximidad espacial, misma que puede definirse a partir de un ejercicio de análisis multicriterio-multiobjetivo que emplea el criterio de la probabilidad de transición.

Por otro lado el módulo MARKOV analiza un par de imágenes de cobertura de una serie de tiempo y ejecuta la misma comparación de cambios que CROSSTAB en la serie de tiempo, con la adición de que los productos son imágenes de probabilidades de transición (matrices de probabilidad de transición). Dichas matrices son imágenes en donde el valor de un píxel es la probabilidad de que dicho píxel cambie -en un periodo de tiempo equivalente al del análisis- a alguna de las categorías de cobertura.

Las matrices denominadas de “probabilidad condicional” generadas por MARKOV pueden derivar en escenarios de cambio más plausibles si se toman en cuenta otros aspectos que condicionan la transición. Ello puede realizarse con el módulo CA-MARKOV el cual es un autómata celular que genera tantos escenarios como se solicite para intervalos de cambio proyectados a tantos años como los del intervalo de tiempo observado. Así por ejemplo, si se

conocen las probabilidades de transición de 1998 a 2008, es posible proyectar escenarios de cambio a 2018 y 2028.

Las imágenes producidas por el módulo MARKOV reportan la probabilidad de que el píxel de una categoría de vegetación o uso del suelo se encuentre en esa misma ubicación al cabo de un número especificado de unidades de tiempo (iteración de un kernel¹ de deconvolución). Las matrices y las imágenes resultantes de la ejecución del módulo MARKOV son empleadas por el módulo CA_MARKOV el cual requiere, para la producción de un escenario raster de proyección de cambios de cobertura, el conjunto de imágenes de adecuabilidad o aptitud (suitability) de distribución de cada una de las categorías conforme a un ejercicio de análisis multicriterio-multiobjetivo con los módulos MCE-MOLA del mismo sistema *Idris Andes*.

El autómata requiere como insumo adicional a la serie de imágenes de probabilidad de transición, una imagen de aptitud por tipo de categoría de cobertura. Es decir, la oferta espacial para el establecimiento de los diferentes tipos de cobertura es diferenciada por las características espaciales de otros factores que limitan o favorecen el establecimiento de un tipo de cobertura. Así por ejemplo en el caso del lago de Pátzcuaro ha sido reportada y fue observada la estrecha relación entre la pendiente y el establecimiento de comunidades de hidrófitas. De igual modo la descarga de nutrientes orgánicos e inorgánicos tiene relación con el desarrollo y el vigor de dichas comunidades. Dicha descarga es una función de las actividades agropecuarias y de la densidad de población adyacente. La diferenciación de dicha oferta espacial a través de indicadores fisicoquímicos y socioeconómicos se pretende resolver atendiendo la segunda pregunta central de esta fase.

III.1.2 ¿Con que patrones espaciales se asocia el crecimiento de malezas acuáticas?

Se pretende disponer de un mapa batimétrico reciente y a una escala de al menos 1:50,000 para compatibilizar con otras capas disponibles de la zona para comprobar y ajustar la relación biomasa-pendiente.

También se pretende disponer de información sobre calidad del agua en diversas estaciones de muestreo³ en la zona y evaluar la correspondencia de los distintos parámetros fisicoquímicos disponibles con la biomasa de hidrófitas estimada en la fase I.

¹ Se denomina así al conjunto de píxeles sobre los que se aplica una función en el sistema.

Se propone manejar al menos otros dos parámetros físicos que se consideran relevantes: la proximidad a las fuentes de descarga y la cantidad y calidad de los escurrimientos de la subcuenca adyacente. Esta última estimación, principalmente en cantidad de escurrimientos puede ejecutarse de manera simple con el modelo HEC², quedando sin comprometer la eventual simulación de carga de nutrientes con algún otro software *ad hoc*.

Mediante un Análisis de Componentes Principales se pretende extraer los factores que estén explicando la mayor parte de la variación de los datos sin que estos se correlacionen entre si. De tal modo que resolviendo esta pregunta pueda disponerse de los insumos necesarios para correr el ejercicio de análisis multicriterio requerido por el módulo CA_MARKOV y disponer de todos los Modelos de Aptitud para realizar distintas proyección de cambio de cobertura ante diferentes escenarios.

La elaboración del Modelo de Aptitud está fundamentada en el “Análisis Multicriterio”, que a su vez se basa en el concepto conocido como *Spatial Decision Support System* (SDSS). Esta es una técnica que ha sido ampliamente utilizada en la planeación ambiental de recursos naturales como es la ubicación óptima de tierras para fines específicos. Tomando en cuenta que este tipo de procesos se caracteriza por su variabilidad espacial, el uso de herramientas modernas de análisis espacial es indispensable; por ello se sugiere emplear el software *Idris Andes* para dicha evaluación multicriterio.

III.1.3 ¿Cuál son los posibles escenarios ambientales?

Con el desarrollo del Índice de Naturalidad *ad hoc*, las imágenes de probabilidad condicionada de transición y las imágenes de aptitud para determinada cobertura, se pretende generar al menos 3 escenarios ambientales:

- a) El que considera la proyección directa de cambio de cobertura al año 2018 conforme a las tendencias mostradas en el periodo 1998-2008.
- b) El que considera la proyección de cambio de cobertura hacia una condición de naturalidad media al año 2018 y

² Modelo hidrológico del Hydrologic Engineering Center del US Army Corps.

- c) El que considera la proyección de cambio de cobertura hacia una condición de naturalidad alta al año 2018

La Figura III-1 resume el esquema metodológico a seguir. La parte socioeconómica se pretende incorporar en la simulación de escenarios potenciales a través de la consideración del crecimiento exponencial de la población y con ello los incrementos en descargas sanitarias como aportes de nutrientes al lago. De igual modo, se prevé considerar el eventual incremento de la frontera agrícola y el consiguiente incremento de uso de insumos para la producción. Mucha de esta información se encuentra contenida en el estudio de calidad de agua realizado en 2007 por el propio IMTA.

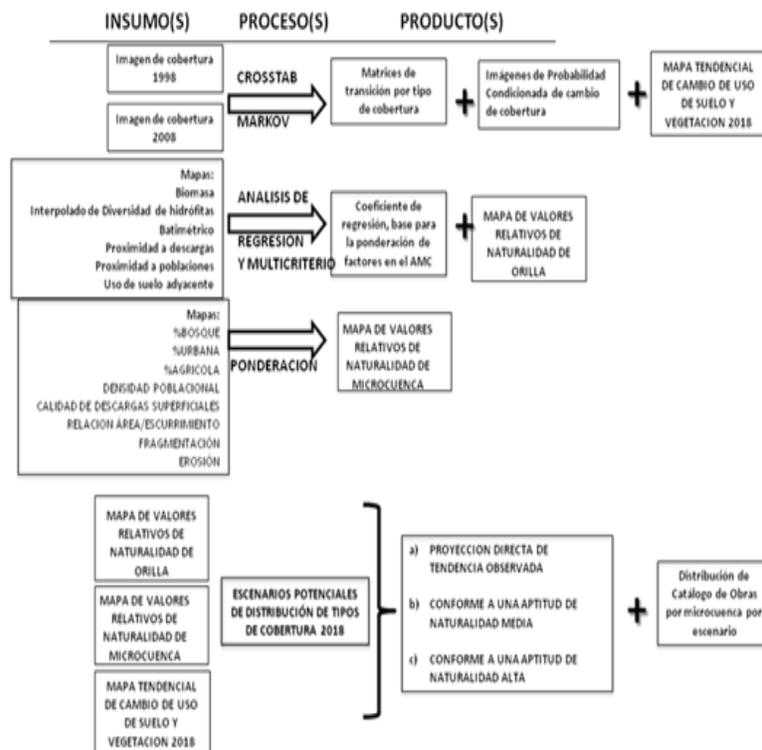


Figura III-1 Resumen del procedimiento metodológico

III.2 Resultados.

III.2.1 Generalidades

Localización

El área de estudio es una cuenca endorreica de origen ígneo-tectónico (Barrera-Bassols 1992 *in* Toledo 1992) que se localiza sobre el denominado Eje Neovolcánico en el estado de Michoacán. Pertenece a la vertiente norte del estado y se incluye en la Región Hidrológica Lerma-Chápala-Santiago (RH12G). Se ubica aproximadamente entre las siguientes coordenadas geográficas: Longitud: 101°25' y 101° 54' al Oeste del Meridiano de Greenwich y Latitud: 19°25' y 19°45' Norte (Figura III-2).

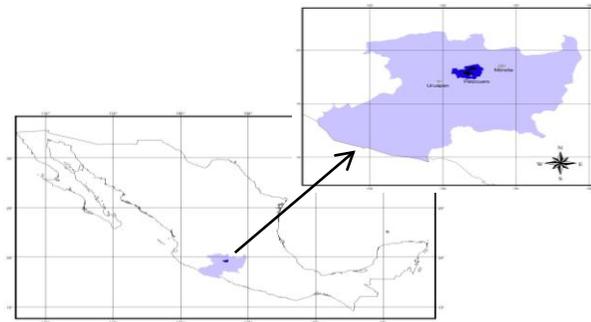


Figura III-2 Localización del área de estudio.

La principal presencia de precipitación es durante el verano y las temperaturas más cálidas se alcanzan antes del mes de junio lo que caracteriza un clima templado. En este sentido Gómez Tagle (1994) señala que precisamente el clima predominante en la cuenca es del tipo **C(w₂)(w)b(e)g**, : templado subhúmedo con lluvias de verano, extremo y con la temperatura más cálida antes del mes de Junio.

Extensión

De acuerdo con Amador (2000) la cuenca del Lago de Pátzcuaro comprende una superficie de aproximadamente 920 km² extendida a lo largo de 324.3 km de longitud perimetral. Del total de superficie de captación, 829.3 km² (90.2 %)

correspondían a la porción en tierra firme, 88.9 km² (9.7 %) al espejo del lago y 1.2 km² (0.13 %) al área ocupada por las islas Pacanda, Yunuén, Tecuén y Janitzio. Estas cifras fueron extraídas de la cartografía de INEGI (DETENAL 1978).

En el presente estudio se considera un total de 933.72 km² de los cuales entre un 90 y 91.2 % corresponden a superficie de captación de la cuenca en tierra firme. El 10 y 8.8% restante corresponden a las estimaciones de superficie proporcional ocupada por el espejo del lago en 1998 y 2008 respectivamente.

Morfología

De acuerdo con el INEGI (1993) la cuenca forma parte de la Subprovincia Neovolcánica Tarasca, y por el intervalo de altitudes (de 2,037 m a 3,420 m), la inclinación de las pendientes y el tipo de sustrato geológico que presenta, se distinguen al menos 7 paisajes geomorfológicos: Gran sierra volcánica compleja con llanos; Pequeños llanos aislados, Malpaíses, Vaso lacustre, Pequeños llanos aislados con lomeríos; Lomeríos de colinas redondeadas y Mesetas lávicas. El proceso geológico volcánico del Cuaternario es el que mejor se encuentra representado en la región y predominan las andesitas, basaltos, riolitas, tobas riolíticas, aluviones y escorias volcánicas (Gomez-Tagle 1994).

Los Modelos Digitales de Terreno (INEGI 1997) ajustados y referenciados geográficamente permitieron el trazo del parteaguas a las cuales les fueron sobrepuestos los vectores de hidrología superficial, carreteras, vías de ferrocarril y asentamientos (Conjuntos vectoriales de INEGI 1998) (MAPA BASE).

Las principales formaciones que circundan los límites de la cuenca las constituyen conos volcánicos entre los que destacan las elevaciones de la sierra del C. El Zirate (3420 m s.n.m.) al Norte, las del C. El Frijol (3040 m s.n.m.) al Sur y las del C. El Chivo (3420 m s.n.m.) al Oeste (Figura III-3). Por otro lado, el nivel del espejo del Lago (2,037 m s.n.m.) representa el piso altitudinal más bajo dentro de la cuenca al cual confluyen los escurrimientos superficiales de esta en el MDT aunque en campo esta altitud se estimó en 2,040 m. La altura media de la cuenca, fue estimada en 2,369 m s.n.m.

Del mismo modo, se condujo un análisis de pendiente el cual muestra que la mayor proporción de la superficie de la cuenca presenta pendientes comprendidas entre el 10 y el 50% (5.7° a 26.5°) con valor promedio calculado de 12.2 % (6.9°). Lo anterior es importante ya que de acuerdo con la FAO (citada por Ortega 1995) pendientes suaves (menores al 8-10%) representan

tierras que desde el punto de vista topográfico se hallan sometidas a un bajo riesgo de erosión y en la cuenca más del 50% de su superficie se encuentra con algún tipo de riesgo a la erosión diferente a la categoría “bajo riesgo”.

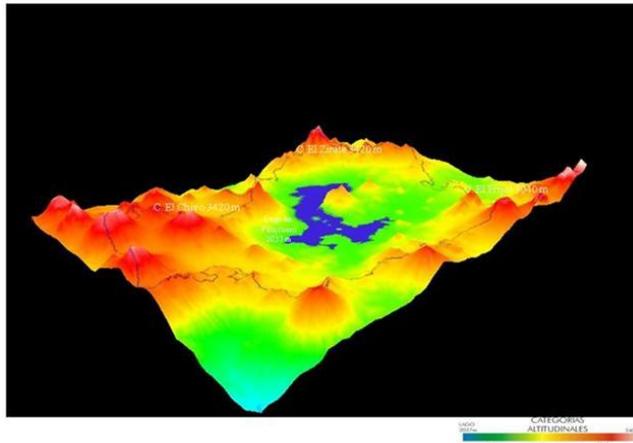


Figura III-3 Principales elevaciones y espejo del embalse (cota 2,037 m) en la cuenca, con base en el MDT.

Origen

El área de estudio tiene una historia natural directamente vinculada a la formación del Eje Neovolcánico, que constituye uno de los macroeventos geológicos más importantes recientes pues éste le confirió su configuración actual a la mayor parte de nuestro país. De acuerdo con Barrer-Bassols (1992), la evolución de la cuenca incluye las siguientes etapas:

Etapa genética, de gran inestabilidad ígneo-tectónica (la cuenca, aún abierta, drenaba hacia Cuitzeo). Inicia en el Plioceno y se desarrolla con la formación de los principales edificios volcánicos que circundan la cuenca (el Zirate al Norte; el Frijol al Sur; la Virgen y el Chivo al Suroeste y el Guacapia y Tariáqui al centro-occidente y centro-oriente respectivamente).

Etapa formativa de estabilidad climática. Se conforma la fosa tectónica hace 60,000 años así como la fisiografía actual de la región. Se presentan eventos ígneos en menor intensidad y proporción que la etapa anterior, pero de gran densidad por el área.

Por otra parte, Amador (2000) reporta que a partir de la cartografía de DETENAL para la cuenca, la mayor extensión del área se encuentra cubierta por rocas basálticas. Cabe destacar la importancia que tienen, también por la superficie que ocupan, los Suelos Aluviales como segunda categoría geológica más abundante (11.3%) en la cuenca.

Suelos

En la cuenca se presentan al menos 18 categorías de suelo (Álvarez-Icaza *et al.* 1996), todos ellos de formación residual a partir de cenizas volcánicas, producto de las erupciones más recientes en el período Cuaternario, así como de la intemperización de tobas, rocas basálticas, brechas y andesitas. Más del 50% son suelos profundos, en algunos casos pedregosos y gravosos. Una cuarta parte de los tipos de suelos son delgados y una proporción mínima son suelos someros.

Los suelos más importantes de la región son los Andosoles que son profundos, negros y pardo-rojizos, muy ligeros pues su espacio poroso es muy abundante y presentan una densidad de masa menor a 0.85, caracterizados en su porción mineral por la presencia de halófanos, que son materiales amorfos de alta capacidad de intercambio catiónico y alta retención de Fósforo. La saturación de las bases es moderada, como los contenidos de Calcio, Sodio y Magnesio, mientras que los contenidos de Potasio son bajos. La textura dominante de estos suelos es de migajón arcillosa por lo que su permeabilidad es media y su drenaje moderado. Andosoles húmicos, mólicos y ócricos presentan, respectivamente, un contenido de materia orgánica rico, moderado y pobre. Los más ricos son fuertemente ácidos y los otros muestran un grado de acidez moderado. En segundo orden de importancia se presentan los Luvisoles y Acrisoles. Son suelos rojos localizados en zonas de relieve montañoso, donde prevalecen los climas templados. Son también de origen residual, desarrollados a partir de rocas volcánicas (INEGI, 1993).

Conforme a la información de Amador (2000), en la cuenca se hallan principalmente representados los suelos del tipo Andosol, mismos que cubren más del 40% de la superficie, así como los suelos de tipo Luvisol que alcanzan a cubrir aproximadamente el 20% del área. El principal tipo de textura con base en los registros de 69 pozos en la cuenca DETENAL (1978), es la textura media, existiendo adicionalmente algunas categorías con textura fina.

Vegetación y uso del suelo

Caballero *et al.* (1992) in Toledo (1992) señalan que 60% de la extensión terrestre de la cuenca está cubierta de pinares y encinares. El resto de la superficie se distribuye entre matorrales de *Baccharis*, derivados de estos bosques; pastizales y otras comunidades arbustivas. En la carta de tipos de vegetación que presentan estos autores, se reconocen además: Abietales, Bosques cultivados, Matorral xerófilo, Zacatonal de altura, Pastizal inducido y seis tipos de "paisajes agrícolas".

Gómez-Tagle (1994), reporta la presencia de las siguientes comunidades:

- Bosque de Oyamel; se encuentra en las mayores elevaciones (2,400-3,420 m s.n.m.) y las especies representativas son: *Abies religiosa*, *Pinus pseudostrobus*, *Quercus laurina*, *Arbutus glandulosa* y *Clethra mexicana*.
- Bosque de Encino-Pino; es el más abundante en la zona forestal, lo componen numerosas especies tanto arbóreas como arbustivas y herbáceas, (2,150-2,800 m s.n.m.). Las especies de encino más frecuentes son: *Quercus candicans*, *Q. castanea*, *Q. crassipes*, *Q. deserticola*, *Q. obtusata*, *Q. rugosa* y entre los pinos: *Pinus teocote*, *P. lawsonii*, *P. leiophylla*, *P. michoacana*, *P. montezumae* y *P. pseudostrobus*.
- Bosque de Encino; localizado principalmente en pedregales, donde los suelos son pobres o delgados. Se presentan *Quercus candicans*, *Q. crassipes*, *Q. laurina*, *Q. obtusata* y *Q. rugosa*.
- Matorral subtropical; conformado por especies secundarias con características de xerofitismo entre las que destacan: *Acacia pennatula*, *Euphorbia caliculata*, *Ipomoea murucoides*, *Opuntia lasiacantha*, *Yucca filifera* y *Agave salmiana*.

Diversos trabajos desarrollados a principios de la década de los 90's (Álvarez-Icaza y Garibay 1992 in Toledo 1992, Gómez-Tagle 1994 y Álvarez-Icaza *et al.* 1996), clasifican en cuatro categorías el uso del suelo de la cuenca (Tabla III-2). Se reconoce que actividades como la ganadería se desarrolla, dependiendo de la época del año, tanto en matorrales como en bosques y terrenos agrícolas.

Las dos grandes agrupaciones del uso agrícola en la cuenca, son las superficies de agricultura de riego y las de agricultura de temporal. La Tabla III-2 muestra también la estimación de Amador 2000 con base en análisis de escenas Landsat y recorridos de campo para mediados de la década de 1990, así como el promedio de los 3 autores para aproximadamente el mismo periodo,

observándose una discrepancia significativa en extensión en superficies, pero una abundancia proporcional muy similar a partir de la generalización de tipos de uso. La Figura III-5 da cuenta de las evaluaciones realizadas.

Tabla III-2 Uso del suelo en la cuenca de Pátzcuaro en la década de los 90's.

Categoría de uso del suelo	De acuerdo con Gómez-Tagle 1994		De acuerdo con Álvarez Icaza et al. 1996		De acuerdo con Amador 2000		IMTA-Amador (2008) para 1998		PROMEDIO (%)
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Uso forestal-superficie arbolada	28,019	30	34,340	32.5	34,154	36.9	36,552	39.1	34.6
Uso agrícola-superficie laborable	38,141	40.8	23,714	22.4	32,967	35.6	37,276	39.9	34.7
Matorral-Superficie pecuaria	13,745	14.7	33,240	31.4	12,304	13.3	5,558	6.0	16.3
Otros usos	13,555	14.5	14,503	13.7	13,247	14.3	13,987	15.0	14.4
Totales	93,460	100	105,797	100	92,671	100	93,372	100	100

Se consideran 14 categorías de uso de suelo y vegetación tanto para 1998 como para 2008 (MAPAS DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN 1998 Y 2008).

Población

Con base en los datos de los censos poblacionales de INEGI para 1990, Castilleja (1992) *in* Toledo (1992), reporta una población aproximada de 122,000 habitantes. Más del 90% de la población se distribuía en los cuatro municipios ribereños (Pátzcuaro 55%, Quiroga 20%, Tzintzuntzan 11% y Erongarícuaro 10%) y el resto en dos comunidades pertenecientes a los municipios de Tingambato (3%) y Nahuatzen (1%). Las 91 comunidades involucradas en estos seis municipios se repartían como sigue: 37 asentamientos en el municipio de Pátzcuaro, 30 en Tzintzuntzan, 12 en Erongarícuaro, 10 en Quiroga, 1 en Tingambato y 1 en Nahuatzen. La población en la cuenca se triplicó entre 1940 y 1990. La densidad poblacional en 1990 era de 122 habitantes/km², cifra que representa el doble de la

densidad poblacional estatal y el triple de la densidad poblacional promedio para el país (Castilleja *op. cit.*).

Con base en el censo de INEGI de 2005 la población censada dentro de la cuenca asciende a 124,333 habitantes en 117 localidades repartidas en 4 municipios ribereños y otros aledaños (Tingambato, Nahuatzen y Huiramba), en los cuales la distribución proporcional de la población se muestra en la Tabla III-3.

Tabla III-3 Población total y número de localidades por municipio en el censo de INEGI de 2005.

Municipio	Población total	No. de Loc.
Erongarícuaro	12,092	17
Huiramba	150	2
Nahuatzen	840	1
Pátzcuaro	71,442	50
Quiroga	22,927	13
Tingambato	4623	1
Tzintzuntzan	12,259	33
Total	124,333	117

Destaca que un total de 54 ejidos ocupan 43.3 % de la superficie de la cuenca y su embalse natural y se observa que solo 12 ejidos comprenden en conjunto el 32 % de la cuenca (Figura III-4), mientras que los restantes 42 ejidos se localizan distribuidos en la porción ribereña ocupando el 11.3 % de la cuenca (MAPA DE DIVISIÓN POLÍTICA).

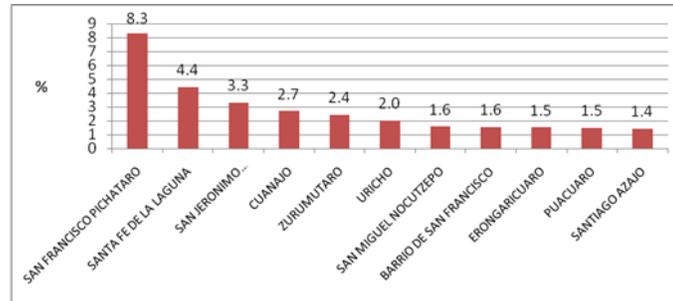


Figura III-4 Abundancia proporcional de superficie los ejidos más grandes en la cuenca.

III.2.2 Características hidroclimáticas de la cuenca y simulación de escurrimiento por subunidades.

Se generó un modelo digital de terreno (MDT) a partir del modelo vectorial de INEGI (1998) con una resolución de 50 m. Dicho modelo sirvió para la delineación de 36 unidades de escurrimiento de aguas superficiales dentro de la cuenca mediante el módulo GEO-HMS de HEC. Tres de tales unidades (Unidades 16, 17 y 18) se fusionaron en una sola para el resto del trabajo, a la luz de su identificación y localización como tributarias del denominado Dren Tzurumutaro al este de la cuenca. El MAPA BASE esquematiza el tamaño y localización de tales unidades o subcuencas y sus respectivas salidas en las proximidades de la orilla del lago.

Ante estas consideraciones la superficie de la cuenca asciende a un total de 93,355.4 ha, (una estimación intermedia entre Gomez-Tagle 1994 y Amador 2000, ver Tabla III-2). De dicho total es importante señalar que una cantidad de 7,313 ha que representan aproximadamente el 8 % de la cuenca no quedan comprendidas dentro de las 36 unidades mencionadas ya que dichas áreas conduce sus escurrimientos superficiales en unidades menores a una extensión de 10 ha. También se muestran en el MAPA BASE y en el resto de los productos cartográficos del presente trabajo.

Por otro lado, se dispuso de la información contenida en el “Extractor Rápido de Información Climática” (ERIC III, IMTA 2006) del cual se obtuvieron los datos concernientes a todo el estado de Michoacán para efecto de generar algunos modelos de regresión lineal para el ajuste de la variación de parámetros como la temperatura media, la precipitación total acumulada y la evaporación mensual. Solo la temperatura mostró coeficientes de regresión superiores a 0.5 en todos los

meses del año con la información utilizada para su distribución espacial conforme el MDT de trabajo. Tanto la precipitación como la evaporación no se ajustaron a ningún modelo lineal, logarítmico, exponencial ni polinómico de 6° orden siquiera con coeficientes de regresión R^2 mayores a 0.5. Los resultados de los modelos de regresión por mes para los diferentes parámetros considerados se muestran en la Tabla III-4.

Tabla III-4 Localización de las salidas de las unidades de escurrimiento superficial en la cuenca.

UNIDAD	LONG	LAT	X_UTM	Y_UTM	UNIDAD	LONG	LAT	X_UTM	Y_UTM
1	-101.71	19.59	216,039	2,168,670	20	-101.67	19.53	219,916	2,162,172
2	-101.72	19.59	215,039	2,167,870	21	-101.70	19.60	216,642	2,168,979
3	-101.71	19.58	215,839	2,166,821	22	-101.70	19.60	216,742	2,168,979
4	-101.69	19.53	218,188	2,161,597	23	-101.69	19.60	218,091	2,168,879
5	-101.60	19.68	226,939	2,178,493	24	-101.68	19.60	219,041	2,169,278
6	-101.60	19.68	227,189	2,178,593	25	-101.67	19.61	220,141	2,170,078
7	-101.58	19.68	229,014	2,177,918	26	-101.67	19.61	220,291	2,170,978
8	-101.57	19.67	230,988	2,176,968	27	-101.66	19.63	220,791	2,172,478
9	-101.55	19.67	232,213	2,176,468	28	-101.66	19.63	220,941	2,172,678
10	-101.54	19.66	233,163	2,176,019	29	-101.65	19.64	222,140	2,173,827
11	-101.54	19.66	233,513	2,175,719	30	-101.65	19.65	222,515	2,174,502
12	-101.54	19.66	233,613	2,175,519	31	-101.64	19.65	223,315	2,174,602
13	-101.55	19.65	232,813	2,174,519	32	-101.63	19.66	224,715	2,176,402
14	-101.60	19.64	227,314	2,173,769	33	-101.63	19.68	224,715	2,177,652
15	-101.59	19.57	227,864	2,165,946	34	-101.62	19.68	224,790	2,177,777
18	-101.58	19.56	229,151	2,164,453	35	-101.62	19.68	225,814	2,177,802
19	-101.63	19.55	224,315	2,163,671	36	-101.61	19.68	226,864	2,178,401

La Tabla III-5 presenta los modelos de regresión lineal obtenidos para los 12 meses y para los tres parámetros con sus respectivos coeficientes R^2 . Por lo tanto, la distribución de los parámetros climáticos a partir del MDT solo fue posible para la temperatura media.

Para cada unidad de escurrimiento se obtuvo la distribución de temperaturas medias y su valor promedio ponderado por agregación de píxeles en una imagen raster procesada a partir del modelo de regresión lineal y los valores de elevación en metros del MDT. Como los ajustes para la precipitación y la evaporación no fueron apropiados para distribuirse mediante el MDT, se prefirió el proceso de interpolación por el método IDW del módulo Surface de ArcView en virtud de que es un procedimiento que no muestra valores de píxel inferiores a cero de un punto base a otro a menos que en uno de dichos puntos el valor ingresado sea negativo. También, para cada unidad de escurrimiento.

Tabla III-5 Modelos de regresión lineal para la eventual distribución de temperatura, precipitación y evaporación con base en la altitud y el MDT.

MES	TEMP. MEDIA	R^2	PRECIPITACIÓN	R^2	EVAPORACIÓN	R^2
ENE	$y = -0.006x + 20.19$	0.648	$y = 0.001x + 16.76$	0.11	$y = -0.017x + 148.0$	0.263
FEB	$y = -0.005x + 20.60$	0.641	$y = 0.002x + 2.685$	0.17	$y = -0.018x + 169.2$	0.288
MAR	$y = -0.005x + 21.95$	0.643	$y = 0.002x + 1.831$	0.201	$y = -0.022x + 231.1$	0.241
ABR	$y = -0.004x + 23.58$	0.542	$y = 0.006x - 0.563$	0.308	$y = -0.028x + 260.2$	0.147
MAY	$y = -0.005x + 26.09$	0.664	$y = 0.013x + 17.14$	0.304	$y = -0.033x + 269.3$	0.187
JUN	$y = -0.005x + 26.47$	0.716	$y = 0.009x + 147.5$	0.022	$y = -0.024x + 208.7$	0.193
JUL	$y = -0.005x + 25.39$	0.717	$y = 0.011x + 193.6$	0.028	$y = -0.015x + 164.3$	0.14
AGO	$y = -0.005x + 25.15$	0.717	$y = 0.010x + 177.7$	0.019	$y = -0.013x + 158.1$	0.13
SEP	$y = -0.005x + 24.91$	0.732	$y = -0.016x + 196.7$	0.037	$y = -0.008x + 137.9$	0.072
OCT	$y = -0.005x + 24.65$	0.725	$y = -0.006x + 84.62$	0.019	$y = -0.011x + 144.6$	0.109
NOV	$y = -0.006x + 23.02$	0.669	$y = -0.004x + 27.05$	0.021	$y = -0.013x + 137.9$	0.157
DIC	$y = -0.006x + 21.15$	0.655	$y = 9E-05x + 11.19$	0.00005	$y = -0.016x + 137.0$	0.0193

La marcha espacio-temporal de los tres parámetros señalados se presenta de manera gráfica en la Figura III-5 (temperatura media mensual), Figura III-6 (precipitación mensual acumulada) y Figura III-7 (evaporación mensual).

Adicionalmente se contó con información horaria de distintos parámetros meteorológicos obtenidos en dispositivos automatizados administrados por el IMTA en la cuenca. De estos, el conjunto de datos más consistente es el de la precipitación. Del total de 11 estaciones automatizadas, solo 4 no contienen información pluviométrica cuyos valores sean razonables en términos de similitud a los registros de más de 30 años contenidos en ERIC III.

Así, las estaciones Chupícuaro, Pacanda, Pátzcuaro y San Isidro contienen registros de precipitación total anual que acumula entre 270 y 420 mm, lo cual llama la atención pues se localizan en localidades que denotan el doble o el triple de precipitación a lo asentado con esas cifras. De ese modo es que dichas estaciones no fueron incorporadas al análisis posterior.

Por otro lado, de 7 estaciones automatizadas se tienen registros de 2 a 3 años (de 2007 a 2009), al menos hasta los meses lluviosos de 2009.

La Tabla III-6 presenta el promedio mensual de los 3 años de registros en dichos pluviómetros automatizados. Destaca que las últimas dos estaciones en incorporarse a la lista (Tupataro y Yotatiro) no se dispone del dato de elevación, presentan registros de 2008 y 2009 en ambos casos se carecen de los datos de los últimos meses del año por lo que no fue posible obtener un promedio para esos meses en esas estaciones.

No obstante el promedio anual de todas las estaciones se muestra como bastante plausible en una lógica de tendencia decreciente así:

- a) primero con el conjunto de datos de ERIC III que observa un periodo de 28 años (1969 a 2004) y en que el promedio de precipitación anual para la cuenca extraída por interpolación y agregación ponderada de valores de pixeles es de: 993 mm
- b) segundo por el dato reportado por IMTA en el informe 2009 sobre la estrategia para el rescate ambiental y sustentabilidad de la cuenca Lerma-Chápala que debe observar un área mas amplia y con información climática filtrada, reporta un promedio anual de 885 mm, y finalmente
- c) los resultados de observar solo el promedio de los últimos 2 a 3 años de precipitación {en la red pluviométrica automatizada de la que se extrae un promedio anual de **773** mm.

Tabla III-6 Promedios mensuales de precipitación en las 7 estaciones con pluviómetros automatizados administrados por IMTA en la cuenca.

PLUVIÓMETRO	LONG	LAT	ALT.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	anual
BUENA VISTA	101.54	19.56	2100	10.17	8.03	6.96	8.37	46.17	124.83	141.21	171.87	133.19	55.18	12.68	2.62	721.27
COENEMBO	101.50	19.62	2250	6.18	3.80	2.76	7.96	33.32	115.80	135.59	236.95	154.26	79.13	27.88	2.91	806.54
LOS POZOS	101.56	19.49	2300	8.10	7.74	3.30	13.18	54.96	143.11	189.49	124.46	180.80	84.46	13.09	0.89	823.59
PICHATARO	101.81	19.57	2400	5.07	1.85	4.87	1.06	60.29	92.06	165.09	194.47	203.36	58.12	6.26	2.95	795.44
SANTA MARIA	101.77	19.51	2200	12.02	11.96	0.94	6.11	44.38	79.70	93.95	141.28	117.98	76.76	15.41	9.21	609.72
TUPATARO	101.50	19.50	-	7.30	0.00	4.10	11.15	50.05	133.05	197.30	128.10	154.20	-	-	-	685.25
YOTATIRO	101.74	19.60	-	12.35	2.90	4.50	5.70	54.95	137.75	195.95	201.50	177.20	-	-	-	792.80

La Figura III-8 muestra la distribución espacio temporal de la marcha de precipitación obtenida con este reducido pero actualizado conjunto de datos.

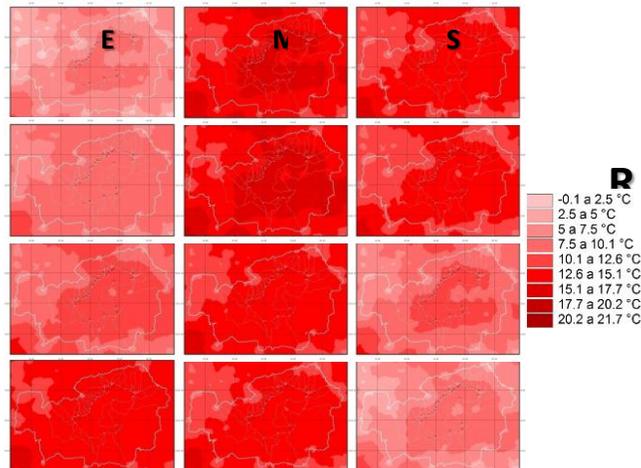


Figura III-5 Distribución espacial de la marcha de la temperatura media mensual en la cuenca.

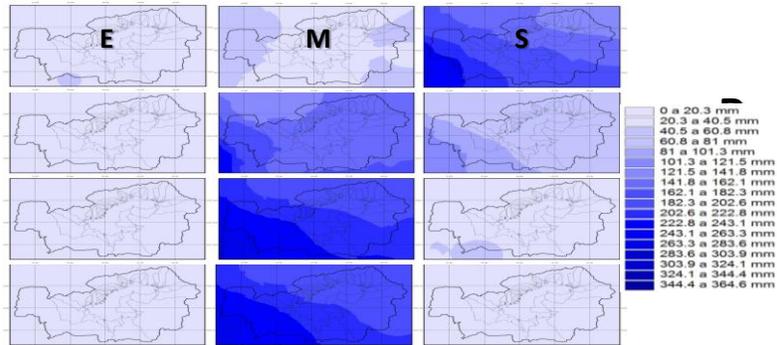


Figura III-6 Distribución espacial de la marcha de la precipitación mensual acumulada en la cuenca.

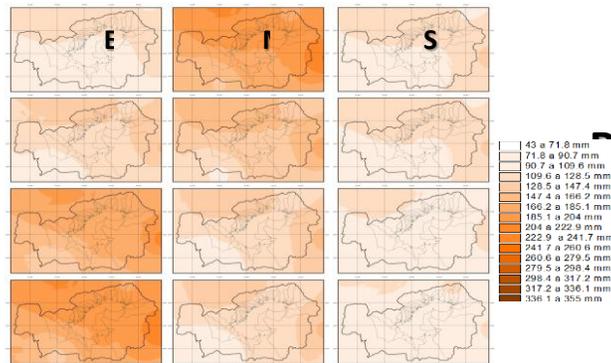


Figura III-7 Distribución espacial de la marcha de la evaporación mensual acumulada en la cuenca.

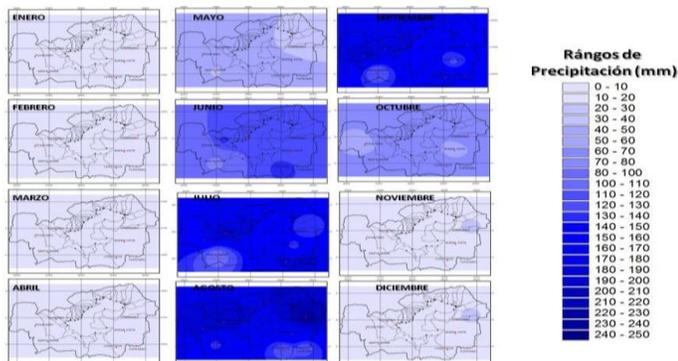


Figura III-8 Distribución espacial de la marcha de la precipitación mensual acumulada en la cuenca, promedio de 2007 a 2009.

La Figura III-6 y Figura III-8 muestran que si bien los meses lluviosos han sido de junio a septiembre, los últimos 3 años este periodo se ha extendido en la cuenca, es decir se ha observado precipitación de mayo a octubre. Asimismo, se observa que las mayores acumulaciones de precipitación se daban en la porción sur a suroeste de la cuenca, lo cual presupone una mayor intensidad de los eventos. En los últimos 3 años sin embargo las partes altas del sur de la cuenca se observa relativamente menor acumulación de precipitación ocurre en general en el conjunto de la cuenca.

Por otra parte, la Figura III-7 muestra que la marcha de evaporación en la cuenca alcanza su máximo precisamente en el mes de mayo, un mes al que se presume se empieza a recorrer parte de la precipitación anual.

Aun sin suficiente evidencia estadística del cambio del régimen de precipitación en la cuenca, se puede suponer:

- a) Que en la cuenca empieza a llover menos, ensanchándose en cambio el hidrograma anual de precipitación
- b) Que muy probablemente los eventos sean más intensos, lo que genera mayor escurrimiento superficial momentáneo y mayor erosión.
- c) Que la distribución de estos eventos es más uniforme, relativamente en comparación a años anteriores y que es menor en la parte sur, donde habitualmente se concentraba. Ello aceleraría los procesos de erosión y sedimentación en áreas distintas en las que habitualmente ha decrecido la profundidad del lago.
- d) Que la lámina retenida también momentáneamente el mes de mayo está sujeta a un cada vez más acelerado proceso de evapotranspiración, por reducción de cobertura forestal y por incremento general del régimen de temperatura. De esto último es de lo que menos evidencia se tiene en registros locales de marcha de temperatura pero se asume una cifra conservadora de aproximadamente 1°C de incremento de temperatura media mensual conforme lo discutido en la última reunión sobre cambio climático de Copenhague de Noviembre de 2009.

Otros dos productos de este apartado son precisamente las estimaciones espaciales de los parámetros de Evapotranspiración (ET) y Curva Numérica (CN), los cuales son requeridos en la alimentación del modelo HEC. El parámetro ET es calculado conforme a lo señalado por FAO (1990) como un producto del Cociente de cultivo (Kc) por la Evapotranspiración de Referencia (ET_o). El factor Kc se obtiene de tablas que proporciona la FAO (Tabla III-5) y ET_o es el producto de la evaporación observada en la estación meteorológica (en este caso registrada e

interpolada mensualmente) por 0.65. Los valores promedio de Etc. por subunidad de escurrimiento y el promedio general de la cuenca se presentan en la Tabla III-7.

Con esta información es posible generar un diagrama ombrotérmico generalizado (Figura III-9) que contiene la información modelada de temperatura, precipitación (Se incluye una serie adicional con los datos promedio mensuales de 2007 a 2009 con una línea azul marino gruesa), evaporación y evapotranspiración de cobertura como funciones de la altitud la primera, de la distancia a la fuente de la información las dos siguientes y como función de la evaporación y el tipo de uso de suelo y vegetación la última, con la conveniencia de que los valores por unidad de escurrimiento que se presentan en la Tabla III-8 pueden ser utilizados como insumos del modelo HEC de manera distribuida y no como datos puntuales de estaciones meteorológicas.

Tabla III-7 Reclasificación de las categorías de Uso de suelo y vegetación al factor Kc

CATEGORÍA DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	Kc	EQUIVALENTE CON CLASIFICACIÓN FAO (1990)
AGRÍCOLA	1.2	Maíz, grano, altura de 2 m
BOSQUE DE ENCINO		
BOSQUE DE ENCINO PERTURBADO		
BOSQUE DE PINO		
BOSQUE DE PINO-ENCINO	1	Coníferas, altura de 10 m
BOSQUE DE PINO-ENCINO PERTURBADO		
BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA		
COMUNIDADES ACUÁTICAS	1.2	Humedales, clima templado con <i>Typha</i>
LAGO	1.1	Agua libre, < 2m de profundidad
MATORRAL SUBTROPICAL		
MATORRAL SUBTROPICAL PERTURBADO		Pastos de pastoreo extensivo
PASTIZAL INDUCIDO	0.8	
PLANTACIÓN FORESTAL	1	Coníferas, altura de 10 m
URBANO Y RESIDENCIAL	0.3	Pastos de pastoreo extensivo, Kc mínima

La reclasificación del mapa de uso de suelo y vegetación para la estimación del valor de Curva Numérica (CN) siguió lo señalado por Chow *et al* (1994) referente a los valores de este parámetro para suelos del grupo hidrológico **C** (Tabla III-9). Hasta este punto se tiene referida espacialmente la distribución de la evapotranspiración en la cuenca y un parámetro significativo para la estimación del escurrimiento como componente del balance, es la susceptibilidad de las distintas superficies al escurrimiento ya que esto volverá a su vez más o menos susceptible a la cuenca (o sus subunidades de escurrimiento) a problemas de arrastre de sedimentos y/o nutrientes al embalse.

Tabla III-8 Valores promedio de ETC (en mm) para el año 2008, de cada una de las subunidades de escurrimiento y promedio mensual de la cuenca.

SUBUNIDAD	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
LAGO	74.4	88.4	124.6	136.5	134.8	104.3	89.1	87.4	78.9	79.9	71.1	67.7
1	75.7	86.6	121.0	132.2	131.2	102.0	86.5	85.4	77.0	79.3	73.3	70.2
2	78.5	89.4	124.6	136.3	135.4	104.6	88.6	87.6	79.3	82.2	76.4	72.8
3	67.3	76.9	107.3	117.9	116.9	89.9	75.7	74.6	69.1	72.6	66.7	62.6
4	69.5	79.1	110.3	121.1	119.6	92.2	77.7	76.8	71.2	75.2	68.9	64.4
5	81.8	92.1	126.9	136.8	136.6	107.1	91.8	89.8	80.4	81.5	75.6	75.4
6	77.4	87.3	120.0	129.5	128.8	101.1	86.7	84.7	76.0	77.2	71.7	71.7
7	77.1	85.8	117.3	126.5	126.1	98.8	85.0	82.6	74.4	75.8	70.6	71.4
8	79.3	86.6	117.3	126.2	125.8	99.0	85.6	82.6	75.0	77.0	71.9	74.2
9	79.0	86.7	117.5	126.6	125.9	99.1	85.7	82.7	75.0	76.8	71.7	73.8
10	80.4	87.7	118.6	127.6	126.9	100.0	86.6	83.5	75.8	77.9	72.8	75.4
11	80.0	89.3	121.2	130.9	129.6	101.3	87.6	84.9	76.6	78.0	72.7	74.0
12	79.6	91.8	125.2	135.6	133.8	103.5	90.5	88.4	79.2	79.4	73.4	72.7
13	79.9	93.6	128.4	139.5	138.1	106.0	93.7	91.6	81.9	81.5	74.8	72.8
14	70.7	83.3	116.4	127.0	125.1	97.2	84.0	82.1	73.8	74.3	66.9	64.6
17	69.9	82.7	116.2	127.3	125.7	97.1	83.1	81.4	73.7	74.8	66.8	63.8

SUBUNIDAD	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
18	72.4	86.8	122.7	134.8	133.1	102.7	89.7	87.7	78.7	78.4	68.9	65.8
19	56.5	69.7	100.4	111.2	108.5	84.3	72.6	71.8	64.7	64.9	54.5	51.0
20	66.6	83.1	120.1	133.1	130.0	100.0	85.2	83.9	75.9	76.7	64.7	59.5
21	70.1	80.9	113.3	124.0	123.1	95.3	80.8	79.6	71.8	73.9	67.7	64.6
22	83.3	96.1	134.3	146.7	145.9	113.5	96.4	95.1	85.3	87.5	80.3	77.1
23	77.5	89.9	125.5	137.3	136.3	105.7	90.1	88.7	79.7	81.7	74.7	71.5
24	71.6	85.0	118.7	130.1	127.0	99.7	85.1	83.7	75.3	77.1	69.9	66.8
25	73.7	85.3	119.0	130.3	129.9	100.1	85.5	84.1	75.5	77.3	70.3	67.4
26	77.1	89.7	125.1	136.7	135.1	105.6	90.0	88.7	79.4	81.3	74.4	71.5
27	65.9	76.8	107.1	117.0	115.5	90.2	77.1	75.8	68.0	69.4	63.4	61.0
28	73.9	85.6	119.4	130.2	129.2	100.8	86.0	84.7	75.8	77.4	70.9	68.3
29	68.0	78.8	110.2	119.9	119.5	93.0	79.3	78.2	69.9	71.1	65.0	62.5
30	66.6	77.8	108.8	118.2	117.0	91.7	78.3	77.1	69.0	69.9	63.9	61.5
31	75.6	86.7	121.2	131.7	132.3	102.2	87.3	86.0	76.9	77.9	71.4	68.8
32	81.2	93.6	130.8	141.9	141.4	110.4	94.2	92.8	82.9	84.1	77.2	74.7
33	79.5	90.6	126.6	137.2	137.0	107.4	91.1	90.2	80.3	81.8	75.6	73.4
34	79.1	90.4	125.6	135.8	135.6	105.9	90.5	89.0	79.5	80.5	74.3	72.7
35	80.8	92.2	127.8	138.2	137.8	107.7	92.1	90.5	80.9	82.0	75.7	74.3
36	81.4	90.9	125.9	136.0	138.4	106.1	90.8	89.0	79.7	80.7	74.7	73.5
PROM. CUENCA	74.9	86.2	119.9	130.5	129.5	100.7	86.3	84.6	76.2	77.6	70.9	68.9

Dicha susceptibilidad al escurrimiento lo estimó desde los años 70's el Servicio de Conservación de Suelos de los EEUU (SCS por sus siglas en inglés) y estableció el método de Curva Numérica que fue retomado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los para desarrollar una de las muchas vertientes de modelación de escurrimiento con el modelo HEC (*Hydrologic Engineering Center*).

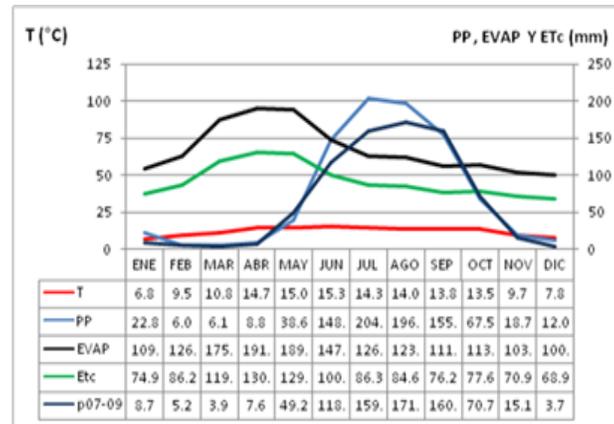


Figura III-9 Diagrama ombrotérmico con la generalización de la marcha de la temperatura, precipitación y evaporación en el conjunto de la cuenca, la línea azul marina es la precipitación promedio observada de 2007 a 2009.

Tabla III-9 Equivalencias de tipos de uso de suelo y vegetación en la cuenca con valores de CN.

CATEGORÍA	EQUIVALENTE CON CATEGORÍAS SCS PARA ESTIMAR CN EN SUELOS TIPO C	CN
AGRÍCOLA	TIERRA CULTIVADA SIN TRATAMIENTOS DE CONSERVACIÓN	88
BOSQUE DE ENCINO	BOSQUES, CUBIERTA BUENA	70
BOSQUE DE ENCINO PERTURBADO	BOSQUES, CUBIERTA POBRE	77
BOSQUE DE PINO	BOSQUES CUBIERTA BUENA	70
BOSQUE DE PINO-ENCINO	BOSQUES, CUBIERTA BUENA	70
BOSQUE DE PINO-ENCINO PERTURBADO	BOSQUES, CUBIERTA POBRE	77
BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA	BOSQUES, CUBIERTA BUENA	70
COMUNIDADES ACUÁTICAS	VEGAS DE RÍOS, CONDICIONES OPTIMAS	71
LAGO	LAGO	0
MATORRAL SUBTROPICAL	ÁREAS ABIERTAS, CONDICIONES OPTIMAS	74
MATORRAL SUBTROPICAL PERTURBADO	ÁREAS ABIERTAS, CONDICIONES ACEPTABLES	79
PASTIZAL INDUCIDO	PASTIZALES, CONDICIONES POBRES	86
PLANTACIÓN FORESTAL	ÁREAS ABIERTAS, CONDICIONES ACEPTABLES	79
URBANO Y RESIDENCIAL	RESIDENCIAL, 65% PROMEDIO IMPERMEABLE	90

La Figura III-10 muestra la distribución del parámetro CN en el área de estudio, con base en la reclasificación de los mapas de uso de suelo y vegetación de 1998 y 2008 respectivamente. Los valores por subunidad de escurrimiento se presentan en la Tabla III-10 se observa que en términos generales la cuenca en su conjunto pasó de un promedio de 75.5 a 77.5 en su valor de CN en estos 10 años.

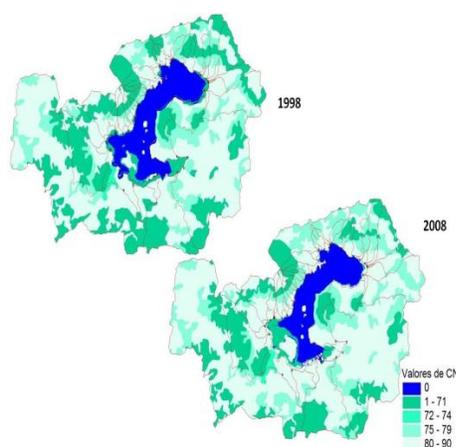


Figura III-10 Cambios de los valores de CN en la cuenca de 1998 a 2008.

Tabla III-10 Valores promedio de CN por subunidad de escurrimiento en 1998 y 2008

UNIDAD DE ESCURRIMIENTO	CN PROMEDIO 1998	CN PROMEDIO 2008	UNIDAD DE ESCURRIMIENTO	CN PROMEDIO 1998	CN PROMEDIO 2008
LAGO	15.2	26.7	20	83.8	85.2
1	79.6	81.1	21	78.0	81.7
2	81.7	83.5	22	84.3	84.8
3	75.5	75.6	23	81.4	82.4
4	81.5	82.3	24	84.6	84.6
5	80.0	81.3	25	79.8	81.6
6	78.6	78.6	26	80.7	81.7
7	72.9	73.9	27	73.8	75.6
8	79.0	80.5	28	74.0	75.1

UNIDAD DE ESCURRIMIENTO	CN PROMEDIO 1998	CN PROMEDIO 2008	UNIDAD DE ESCURRIMIENTO	CN PROMEDIO 1998	CN PROMEDIO 2008
9	77.0	78.3	29	72.6	74.0
10	77.1	77.9	30	72.9	74.1
11	78.8	80.7	31	78.1	78.6
12	81.3	82.6	32	81.7	81.8
13	82.5	83.9	33	77.5	78.2
14	77.6	81.6	34	75.8	80.5
17	79.3	83.2	35	81.1	83.8
18	82.1	82.8	36	80.4	83.4
19	80.1	81.0	PROMEDIO	75.5	77.5

La cuenca se ha vuelto más “escurridiza” dentro de un rango superior a valores de 70 a 75 quedando excluida del rango que comprendería una condición de cubierta vegetal óptima a buena.

También se observa que unidades como el mismo lago han visto incrementado su CN promedio, dada la incorporación de superficies de comunidades acuáticas y del propio espejo del lago a actividades agrícolas, pero principalmente debido a los cambios de cobertura en las islas, de las cuales, los alrededores de Jarácuaro se ha transformado y ha incrementado significativamente su superficie agrícola. Este tipo de procesos en la cuenca se describen, cuantifican y analizan en el siguiente apartado.

Los resultados de la simulación del escurrimiento superficial con el Modelo HEC tuvieron como insumo las series de tiempo de 2007 para las estaciones automatizadas Buenavistas, Coenembo, Los Pozos, Pichátaro y Santa María. Complementadas con las series de 2008 para las estaciones Yotátiro y Tupataro. El promedio anual de estas 7 series anuales es de 739 mm (33 mm menos que el promedio de los años observados de 2007 a 2009 como se explicó atrás) pero que aporta una serie más o menos continua y uniforme para el área como se observa en la Figura III-11.

Las series empleadas muestran el comportamiento general del diagrama ombrotérmico en lo concerniente a la precipitación promedio 2007-2009, es decir, que el mes más lluvioso deja de ser Julio como en las series anteriores, y en estos últimos años el 2007 es representativo porque igualmente muestra al mes de agosto como el más lluvioso. También destaca de los gráficos la apreciación de la uniformidad relativa que hay en la ocurrencia de los eventos en la cuenca. En términos generales los 5 pluviómetros registraron una concentración temporal de los eventos en el año 2007 e incluso de los de 2008 hasta donde se dispuso de ellos, para las estaciones de Tupátaro y Yotatiro.

La Figura III-12 presenta los resultados de la simulación de escurrimientos superficiales por unidad de escurrimiento identificada, debe recurrirse al Mapa Base para reconocerse la unidad por su número. Los escurrimientos superficiales en conjunto sumaron **69.87 hm³ anuales (2007)**.

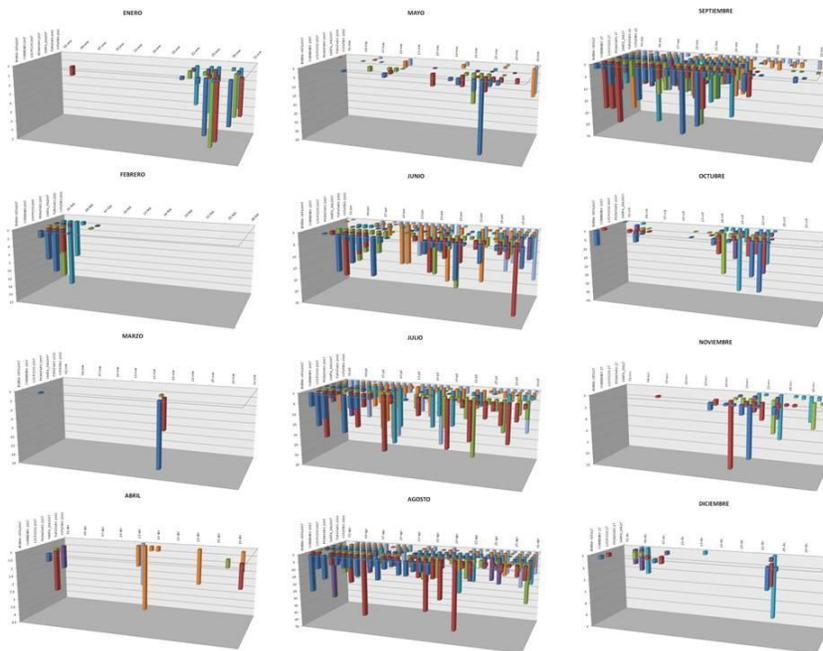


Figura III-11 Precipitación diaria en 5 estaciones de la cuenca para 2007 y para dos estaciones en 2008. La escala descendente es precipitación en mm en todos los casos.

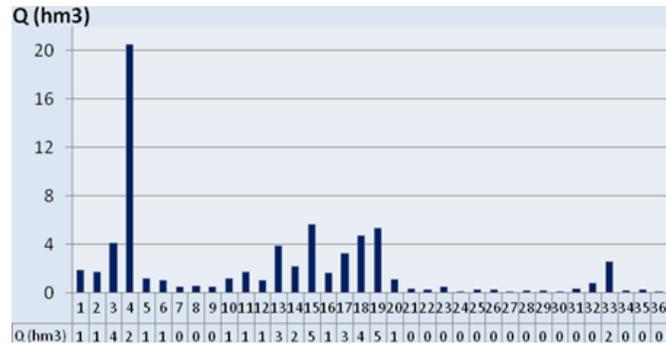


Figura III-12 Esgurrimiento superficial (hm³) anual (2007) simulado para las unidades de la cuenca

La gran cantidad de escurrimientos de la unidad 4 (Ajuno) se explica por su tamaño ya que es la unidad de escurrimiento con mayor superficie de la cuenca. De acuerdo con las apreciaciones de personal del IMTA, es dudoso que dichos escurrimientos lleguen al embalse de manera directa y lo más probable es que sigan una ruta sub-superficial.

La unidad 15 que corresponde a la suma de todas las porciones menores a 10 km² adyacentes a la zona de embalse y que contienen a la mayor cantidad de asentamientos humanos en la cuenca. La unidad No. 19 incluye la gran mancha urbana de la ciudad de Pátzcuaro y la unidad No. 18 que corresponde a la zona agrícola de Tzurumútar.

Sobre este apartado resta solo una nota sobre el balance hídrico de la cuenca:

- Una precipitación anual acumulada de 739 mm (similar a la registrada en los pluviómetros automatizados para 2007) en la cuenca, cuya superficie se estima en 93,355.437 ha, representa **698.89 hm³ como entrada total**.
- Los ejercicios de simulación de escurrimiento superficial arroja una cifra total de 69.87 hm³ y una precipitación directa a la zona del embalse donde la precipitación no escurre sino que se deposita directamente y representa un total de 84.04 hm³ que, lo que de conjunto aporta **153.91 hm³ de escurrimiento superficial y subsuperficial así como precipitación directa que alcanzan al embalse**. Esta cifra corresponde aproximadamente a lo estimado para la cuenca por IMTA (2009) de 152 hm³.

- La extracción del promedio ponderado por agregación de pixeles de valores mensuales de evapotranspiración para la zona del embalse (cota de 2,040 m s.n.m.) arroja un total de 1,136.76 mm que representa por su área de 11,372.78 ha un total de **129.27 hm³ que son removidos anualmente del embalse por evapotranspiración** y es una cifra comparable a lo reportado por IMTA (200) que estima dicha cantidad en 125 hm³.

La diferencia (406.7 hm³) entre lo que ingresa menos lo que escurre y lo que evapotranspira directamente del embalse, se reintegra al ciclo mediante diversas salidas. La más importante es la demanda por evapotranspiración de cobertura en el conjunto terrestre de la cuenca, la cual supera la diferencia señalada y entre otras consecuencias orienta al uso y consumo del agua superficial para fines agrícolas y pecuarios que IMTA (2009) estima en poco más de **20 hm³**.

Además, un significativo elemento del balance es la recarga y extracción de los acuíferos. Sobre este particular se desconocen referencias más que la que reporta el propio IMTA (2009) en términos relativos que señalan como sobre-explotado el acuífero Lagunillas-Pátzcuaro y el balance grueso que presenta Barrera-Bassols 1992 (en Toledo 1992):

“Por la extensión de su área de captación, su condición endorréica y la precipitación promedio anual, se estima que la cuenca recibe una entrada de agua de aproximadamente 1,000 millones de m³ anualmente. La evapotranspiración constituye el principal mecanismo de salida hídrica, con un volumen total de 700 millones de m³ aproximadamente. De este modo, 300 millones de m³ de agua escurren en forma de arroyos superficiales o en forma de agua infiltrada. De estos, 100 millones corresponden a las aguas superficiales y los restantes 200 millones de m³ recorren a través de varios mecanismos los horizontes litológicos y edáficos subsuperficiales. Ambos flujos llegan al lago sin grandes pérdidas de sus volúmenes iniciales (El espejo lacustre, cuyo embalse tiene un volumen aproximado de 505 millones de m³, tiene una fluctuación media anual de 70 cm en su nivel. Esta salida representa 30% del volumen total del lago, por lo que este mecanismo de flujo hídrico puede deberse al tipo de litología (bastante permeable) y la posibilidad de desagüe por la apertura cíclica de fracturas en su lecho tal como propone West...”

III.2.3 Cambio de uso desuelo

La categoría de Bosque de *Abies* reportada por Gómez-Tagle en 1994 yano se presenta en el inventario de 2000 realizado con base en reconocimientos del área desde 1998. Las 6 categorías de Bosque restantes que se toman en consideración se distinguen por la composición de las especies dominantes, siendo que las masas puras de *Pinus* se encuentran también a la baja desde mediados de la década pasada. La condición “perturbada” se señala en la leyenda del INF del año 2000 como presencia de vegetación secundaria, en este estudio se reconoce por la apertura, aclareo o pérdida de cobertura del estrato arbóreo en el caso de bosques o del estrato arbustivo en el caso del matorral subtropical.

En la Tabla III-11y Figura III-13 se presentan los comparativos numéricos de ambas estimaciones.

Tabla III-11 Comparativo absoluto y proporcional de cambio de USV 1998-2008.

CATEGORÍA	USV 1998 (ha)	USV 2008 (ha)	USV 1998 (%)	USV 2008 (%)
AGRÍCOLA	37275.9	42373.4	39.9	45.4
BOSQUE DE ENCINO	6816.5	5236.0	7.3	5.6
BOSQUE DE ENCINO PERTURBADO	4988.3	6600.5	5.3	7.1
BOSQUE DE PINO	144.5	128.1	0.2	0.1
BOSQUE DE PINO-ENCINO	16369.5	11904.0	17.5	12.7
BOSQUE DE PINO-ENCINO PERTURBADO	6968.9	9758.0	7.5	10.5
BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA	306.4	232.1	0.3	0.2
COMUNIDADES ACUÁTICAS	2421.1	1702.6	2.6	1.8
LAGO	9368.5	7596.7	10.0	8.1
MATORRAL SUBTROPICAL	444.4	450.4	0.5	0.5
MATORRAL SUBTROPICAL PERTURBADO	805.3	785.5	0.9	0.8
PASTIZAL INDUCIDO	4307.8	2823.5	4.6	3.0
PLANTACIÓN FORESTAL	958.0	863.0	1.0	0.9
URBANO Y RESIDENCIAL	2196.9	2918.2	2.4	3.1

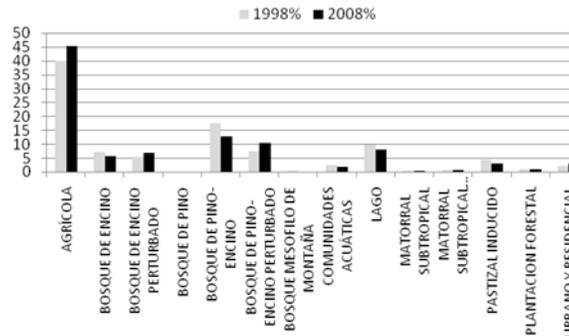


Figura III-13 Comparativo proporcional en barras de los principales cambios en USV en el periodo 1998-2008 en la cuenca.

En términos generales las condiciones primarias de la vegetación (Bosques, matorrales y lago) decrecen en superficie en la última década; se incrementan las condiciones perturbadas y los ambientes netamente antropizados (uso agrícola, urbano y residencial) se incrementan. El análisis del módulo CROSSTAB de Idris Andes permite identificar la ubicación y magnitud con que una categoría pasa a otra. La Tabla III-12 es precisamente el resultado de dicho análisis de “tabulación cruzada”. Al final de cada columna se lee la cantidad de hectáreas ocupada en 1998 por la categoría que encabeza dicha columna. De igual modo, al final de cada renglón se lee la superficie en ha ocupada en 2008 por la categoría que encabeza dicho renglón. Las celdas en amarillo indican la superficie que prevalece sin cambio de 1998 a 2008. Así también por ejemplo, la celda en color naranja indica la superficie que en 1998 era Bosque de encino perturbado y pasó en 2008 a mostrar actividades agrícolas.

Tabla III-12 Resultados del Análisis CROSSTAB 1998-2008.

	AGRÍCOLA	BOSQUE DE ENCINO	BOSQUE DE ENCINO PERTURBADO	BOSQUE DE PINO	BOSQUE DE PINO-ENCINO	PERTURBADO	BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA	COMUNIDADES ACUÁTICAS	LAGO	MATORRAL SUBTROPICAL	PERTURBADO	PASTIZAL INDUCIDO	PLANTACIÓN FORESTAL	URBANO Y RESIDENCIAL	Total 2008
AGRÍCOLA	36388	181	359	0	570	557	6	1927	326	11	79	1674	106	190	42373
BOSQUE DE ENCINO	2	4378	0	0	856	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5236
BOSQUE DE ENCINO PERTURBADO	0	1414	4504	0	312	338	0	0	0	0	0	33	0	0	6600
BOSQUE DE PINO	0	0	0	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128
BOSQUE DE PINO-ENCINO	19	0	0	0	11817	0	69	0	0	0	0	0	0	0	11904
BOSQUE DE PINO-ENCINO PERTURBADO	52	843	0	16	2812	5805	0	0	118	0	0	112	0	0	9758
BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA	0	0	0	0	0	0	232	0	0	0	0	0	0	0	232
COMUNIDADES ACUÁTICAS	14	0	0	0	0	0	0	361	1329	0	0	0	0	0	1703
LAGO	6	0	0	0	0	0	0	57	7524	0	0	0	0	10	7597
MATORRAL SUBTROPICAL	0	0	0	0	0	0	0	6	9	434	0	1	0	0	450
MATORRAL SUBTROPICAL PERTURBADO	36	0	0	0	0	0	0	0	23	0	726	0	0	0	785
PASTIZAL INDUCIDO	0	0	125	0	3	257	0	0	0	0	0	2437	0	0	2823
PLANTACIÓN FORESTAL	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	852	0	863
URBANO Y RESIDENCIAL	751	0	0	0	0	12	0	70	38	0	0	50	0	1997	2918
Total 1998	37276	6817	4988	144	16369	6969	306	2421	9369	444	805	4308	958	2197	93372

De las 196 combinaciones posibles de cambio o permanencia es posible agrupar los resultados en 8 procesos principales de Cambio de Uso de Suelo y Vegetación (CUSV), El primer proceso considera la existencia de no cambios o no transiciones. Los 3 siguientes tienen que ver con las condiciones forestales. Los procesos quinto y sexto con la condición del lago el séptimo y octavo proceso con la agricultura y crecimiento urbano. La Tabla III-13 tipifica estos procesos y los relaciona con las cifras reportadas en la Tabla III-12.

Resulta preocupante que casi el 10 % de la cuenca se vio transformada por afectaciones a la condición forestal, pero más preocupante es el proceso de degradación del embalse natural que representa comparativamente a bosques y matorrales una superficie considerable. Además, lo que muestra de manera más drástica el presente ejercicio es el minúsculo saldo positivo que en materia de recuperación de superficies arbóreas, arbustivas y del embalse natural ha tenido la cuenca en menos del 0.5 % de su superficie.

Tabla III-13 Tipos de CUSV en la cuenca y proporción afectada de la misma.

TIPO	DESCRIPCIÓN	% DE LA CUENCA
SIN CAMBIO	Permanencia en 2008 de la categoría 1998 en esa misma superficie	83.1
DEGRADACIÓN FORESTAL	De cualquier condición de Bosque o Matorral a Cualquier condición de estos en estado perturbado	7.1
DEFORESTACIÓN	De cualquier categoría a Uso agrícola o pastizal inducido	2.4
RECUPERACIÓN FORESTAL	De cualquier categoría arbustiva o herbácea a cualquier tipo de Bosque(incluso perturbado) o a Plantación Forestal y de Matorral perturbado a matorral	0.3
DEGRADACIÓN DEL LAGO	De comunidades acuáticas o Lago a cualquier otra categoría.	4.0
RECUPERACIÓN DEL LAGO	De cualquier categoría a Comunidades acuáticas o lago.	0.1
MEJORAMIENTO DE LA CONDICIÓN AGRÍCOLA	De pastizal inducido o uso urbano a uso agrícola	2.0
URBANIZACIÓN	De cualquier categoría a uso urbano y habitacional	1.0

El MAPA DE CAMBIO DE USO DE SUELO 1998-2008 muestra la distribución de estos cambios. Casi de manera uniforme los procesos de degradación forestal y deforestación repercuten en las partes montañosas de la cuenca. Mientras que en contraste, se aprecian resultados de acciones de repoblación y restauración forestal hacia el sur y el sureste del embalse natural.

Los cambios en las condiciones del embalse se muestran en café y corresponden principalmente a las porciones de lago que así fueron cartografiadas para 1998 y que en la actualidad se muestran cubiertas por comunidades de hidrófitas en su parte sur y noreste.

Luce evidente los procesos de urbanización en los alrededores de las ciudades de Pátzcuaro, Quiroga y Erongarícuaro, pero también el crecimiento de los núcleos poblacionales en la subunidad de escurrimiento correspondiente al área de captación del Dren Tzurumútaró al este del embalse.

La categoría de recuperación del lago es minúscula y corresponde muy probablemente al resultado de las últimas limpiezas de lirio realizadas en el Dren Tzurumútaró, y los canales en las inmediaciones de Pátzcuaro, las Urandenes y la zona de Jarácuaro.

La Tabla III-14 resume por subunidad de escurrimiento superficial la condición de CUSV de 1998 a 2008 como proporción del total de superficie ocupada por cada subunidad (la suma de los renglones es 100%).

Destaca en primera instancia la Subunidad 6 localizada al norte del embalse natural por presentar 100% de su cubierta sin CUSV aparente (véase MAPA DE CUSV 1998-2008). También resalta la subunidad 18 porque siendo la que más superficie proporcional muestra mayor recuperación forestal, estas acciones no cubrieron siquiera el 1% de dicha subunidad. En la subunidad 4, la que cubre mayor extensión de la cuenca en su parte alta y colindando con la denominada Meseta Purépecha, se observa una considerable extensión de CUSV de mejoramiento agrícola (pastizal inducido registrado en 1998 a terrenos agrícolas observados en 2008).

Lógicamente la subunidad de embalse es la más perjudicada (25% de su superficie) en la categoría de CUSV “Degradación del Lago”. También destaca la subunidad 32, localizada en la parte norte, porque en ella se observaron los cambios de recuperación de lago más amplios.

Los procesos de degradación forestal y deforestación son más notables – respectivamente- en las subunidades 34 (inmediaciones de San Andrés Tziróndaro) y 21 (inmediaciones de Napízaro), en tanto que la urbanización es evidentemente mayor al sur de la ciudad de Pátzcuaro en la subunidad 19 (ver MAPA DE CUSV 1998-2008).

Tabla III-14 Abundancia proporcional de categorías de CUSV por subunidad de escurrimiento.

SUBUNIDAD	SIN CAMBIO	DEGRADACIÓN FORESTAL	DEFORESTACIÓN	RECUPERACIÓN FORESTAL	DEGRADACIÓN DEL LAGO	RECUPERACIÓN DEL LAGO	MEJORAMIENTO AGRÍCOLA	URBANIZACIÓN
EMBALSE	72.9	0.0	0.0	0.0	25.4	0.8	0.1	0.9
1	78.5	15.7	4.5	0.0	0.1	0.0	0.0	1.2
2	83.6	6.6	9.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4
3	98.5	0.0	1.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.2
4	81.7	10.2	2.3	0.2	0.0	0.0	5.3	0.2
5	81.8	18.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	83.9	15.6	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
8	77.5	18.9	1.7	0.8	0.0	0.0	0.0	1.2
9	81.0	18.9	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
10	87.5	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6
11	73.7	21.2	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1
12	85.4	9.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.5	1.7
13	81.0	15.5	2.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.8
14	83.1	0.0	9.0	0.0	7.7	0.0	0.0	0.2
15	87.0	1.8	1.4	0.5	7.1	0.0	0.6	1.6
18	86.7	3.5	4.3	0.9	0.5	0.0	3.3	0.9
19	84.4	5.0	3.0	0.3	0.5	0.0	1.6	5.2
20	76.6	19.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	3.8
21	54.5	25.2	19.4	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
22	96.3	1.9	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0
23	84.9	15.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	99.1	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0

SUBUNIDAD	SIN CAMBIO	DEGRADACIÓN FORESTAL	DEFORESTACIÓN	RECUPERACIÓN FORESTAL	DEGRADACIÓN DEL LAGO	RECUPERACIÓN DEL LAGO	MEJORAMIENTO AGRÍCOLA	URBANIZACIÓN
25	83.8	9.4	0.0	0.0	6.8	0.0	0.0	0.0
26	90.1	7.8	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0
27	77.7	19.5	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0
28	85.2	14.2	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
29	80.3	19.6	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
30	82.9	17.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	93.3	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32	99.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
33	90.3	9.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
34	32.1	67.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35	57.5	38.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	2.5
36	53.3	42.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	1.8

En octubre de 2005 la Subordinación de conservación de cuencas-Coordinación de Tecnología de Riego y Drenaje presenta la Memoria Técnica de Dinámica de Uso del Suelo en la Cuenca. Identifica 9 categorías de uso y cobertura y realiza un análisis de la dinámica a partir de información de sensores remotos correspondientes a 4 momentos históricos que comprenden 25 años de cambios.

Algunos aspectos coincidentes con el presente estudio se señalan a continuación:

- La superficie agrícola sufre relativamente pocos cambios, con tendencia al incremento.
- Las superficies respectivas de bosque y bosque secundario fluctúan, muy probablemente obedeciendo a destrucciones por incendios y sequías así como por su contraparte en los recientes esfuerzos por recuperación de la cuenca.
- Las superficies urbanas han tenido un constante crecimiento desde 1979.
- Hidrófitas y cuerpo de agua como en el caso de los bosques son sistemas cuyas superficies fluctúan dependiendo probablemente de las precipitaciones. Las hidrófitas tienen un crecimiento relativo, observándose su valor mínimo en 1979.

El estudio destaca que en la parte norte de la cuenca así como la zona adyacente a Erongarícuaro y la Subcuenca Ajuno, el principal uso de suelo sigue siendo forestal (hasta 2004). En la zona adyacente a Quiroga predomina el Matorral y la Vegetación Secundaria; en la porción este, alrededor de Tzurumútaró predomina la agricultura y en la subcuenca de Pátzcuaro el uso urbano. Asimismo, las microcuencas adyacentes al lago las reconoce con predominancia de uso forestal, aunque un poco mas adelante confirma que solo después de la Subcuenca Pátzcuaro es la segunda unidad con mayor concentración y crecimiento de desarrollos urbanos.

Concluye subrayando que aun existen grandes superficies de laderas bajo sistemas de explotación agrícola sin ninguna práctica de conservación de suelo y agua y que es prioritario identificar a estas para dar prioridad a su rescate.

El presente estudio comparte muchos de los planteamientos asentados en dicha memoria técnica, pero el presente enfatiza la severidad con que a juicio de lo aquí presentado se desenvuelve en la cuenca y que se subraya en la simulación por cadenas markovianas en el siguiente apartado.

III.2.4 Proyección de la transición de las categorías de uso y vegetación mediante un ejercicio de Cadenas Markovianas.

Las clases o categorías involucradas en el ejercicio de simulación de CUSV son las mismas 14, de agricultura a uso urbano y residencial. El ejercicio requiere previamente un apartado también de análisis multicriterio en virtud de que se tiene que “condicionar” la expansión de una determinada categoría a la posibilidad real de que se despliegue dadas unas ciertas condiciones de aptitud del territorio para dicha expansión. Los criterios de aptitud seguidos para condicionar el crecimiento del autómata celular markoviano se presentan para cada categoría en la Tabla III-15.

Tabla III-15 Criterios de aptitud para el despliegue de las categorías de USV empleadas para la cuenca.

	CLASE	CRITERIO	0: nula aptitud	I: baja aptitud	II: alta aptitud	¿INCLUYE INTERIOR DE LAGO?
AGRÍCOLA	1	PENDIENTE	> 20%	10 A 20%	0 A 10%	SI
BOSQUE DE ENCINO	2	ALTITUD	> 2500	2500 A 2600	2100 A 2500	NO
BOSQUE DE ENCINO PERTURBADO	3	ALTITUD	> 2500	2500 A 2600	2100 A 2500	NO
BOSQUE DE PINO	4	ALTITUD	<2040	2100 A 2400	2400 A 3000	NO
BOSQUE DE PINO-	5	ALTITUD	<2040	2100 A 2400	2400 A 3000	NO

	CLASE	CRITERIO	0: nula aptitud	I: baja aptitud	II: alta aptitud	¿INCLUYE INTERIOR DE LAGO?
ENCINO						
BOSQUE DE PINO-ENCINO PERTURBADO	6	ALTITUD	<2040	2100 A 2400	2400 A 3000	NO
BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA	7	ALTITUD	<2040	2100 A 2400	2400 A 3000	NO
COMUNIDADES ACUÁTICAS	8	ALTITUD	>2040 Y < 2036	2036 A 2038	2038 A 2040	SI
LAGO	9	ALTITUD	>2040	2036 A 2040	2020 A 2036	SI
MATORRAL SUBTROPICAL	10	ALTITUD	>2200	2200 A 2500	2040 A 2200	SI
MATORRAL SUBTROPICAL PERTURBADO	11	ALTITUD	>2200	2200 A 2500	2040 A 2200	SI
PASTIZAL INDUCIDO	12	PENDIENTE	> 20%	10 A 20%	0 A 10%	SI
PLANTACIÓN FORESTAL	13	ALTITUD	<2040	2040 A 2041	>2041	NO
URBANO Y RESIDENCIAL	14	PROXIMIDAD ASENTAMIENTOS	FUERA DE LA CUENCA	MAS DE 1,000 m	A MENOS DE 1,000 m	SI

La proyección sugerida por el modelo de cadenas markovianas se presenta con la sucesión de estados previos en la Figura III-14. El pronóstico general TENDENCIAL es el observado proporcionalmente en las Figura III-12 (páginas atrás) y Figura III-14 Se enfatizan las siguientes apreciaciones de los resultados del ejercicio:

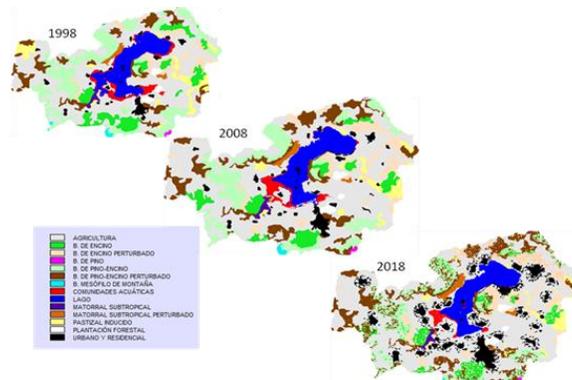


Figura III-14 Tendencia del cambio de uso del suelo observado (1998-2008) y proyectado (2018) conforme a rutinas de cadenas Markovianas. VER MAPA escala 1.50,000

De continuar la tendencia observada, se incrementarían las superficies de uso agrícola, urbano y residencial y se contraerían las comunidades vegetales primarias terrestres por las comunidades perturbadas.

Llama la atención que el modelo para proyectar este último tipo de cambios “pulveriza” el interior de las comunidades primarias (VER MAPA DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PROYECTADO A 2018).

También resulta coherente con los cambios detallados registrados a nivel de la orilla del lago, que la superficie de este, no decrece de manera significativa. Sin embargo: **el escenario tendencial muestra que las comunidades acuáticas si se ven abatidas en superficie en la porción sur del embalse por la expansión del uso agrícola.**

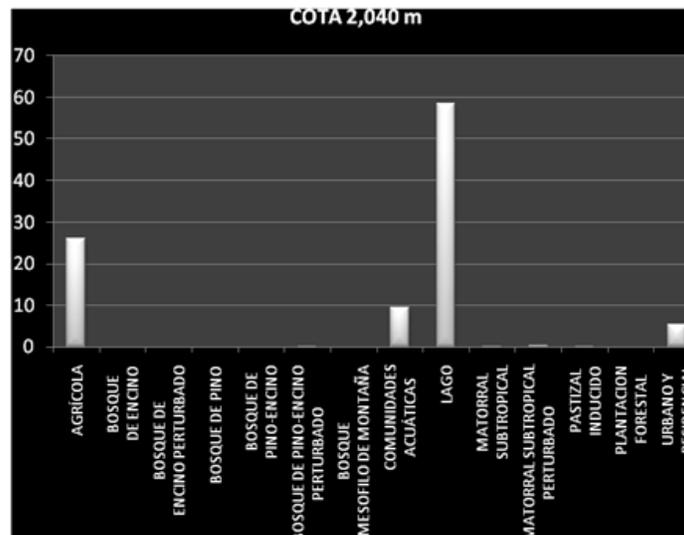


Figura III-15 Pronóstico de la condición proporcional de uso de suelo en el área bajo la cota de 2,040 m s.n.m. en el año 2018.

La superficie proporcional por uso de suelo bajo la cota de 2,040 m s.n.m., ocupada mayormente por el espejo del lago se encontraría en el año 2018 cubierta en menos del 60 % de su superficie por agua y más del 20% por uso agrícola (Figura III-15). Unidades de escurrimiento de poca extensión y cubiertas hasta 2008 aun con importante superficie proporcional forestal como la unidad No. 7 al N de Chupícuaro, se vería incrementada la superficie de la condición forestal perturbada (Figura III-18).

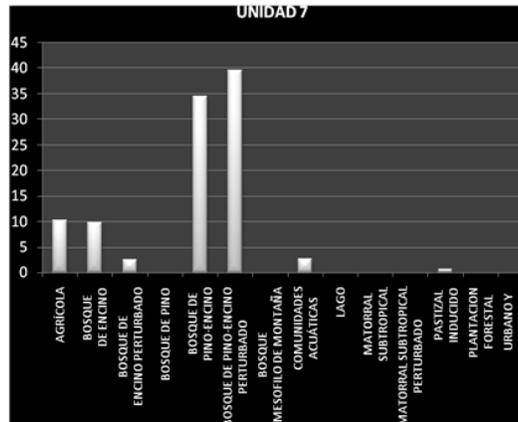


Figura III-16 Pronóstico de la condición proporcional de uso de suelo en la unidad de escurrimiento 7 en el año 2018.

Incluso unidades como la No. 10 donde hasta 2008 se verían favorecidas con importantes superficies proporcionales con Bosque en condiciones más o menos naturales, incrementarían su superficie con Bosques en condición perturbada y sobre todo como en el común de todas las unidades, se vería incrementada en la superficie agrícola y pecuaria. (Figura III-17).

Como es de esperarse la unidad No. 4 (Ajuno), las microcuencas en las orillas del lago y la unidad 18 (Tzurumútar) sostendría la mayor abundancia proporcional de sus superficie con uso agrícola (Figura III-18 a Figura III-20) .

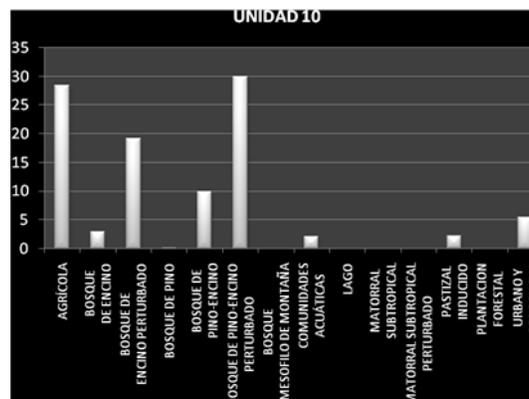


Figura III-17 Pronóstico de la condición proporcional de uso de suelo en la unidad de escurrimiento 10 en el año 2018.

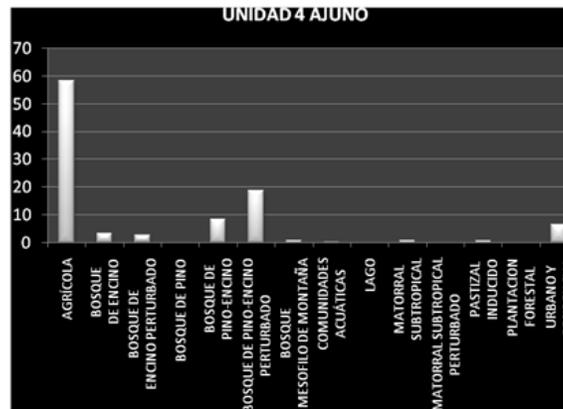


Figura III-18 Pronóstico de la condición proporcional de uso de suelo en la unidad de escurrimiento 4 en el año 2018.

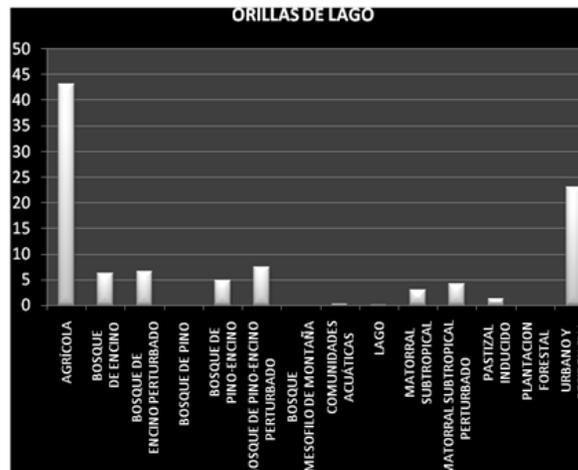


Figura III-19 Pronóstico de la condición proporcional de uso de suelo en las microcuencas en las orillas del lago en el año 2018.

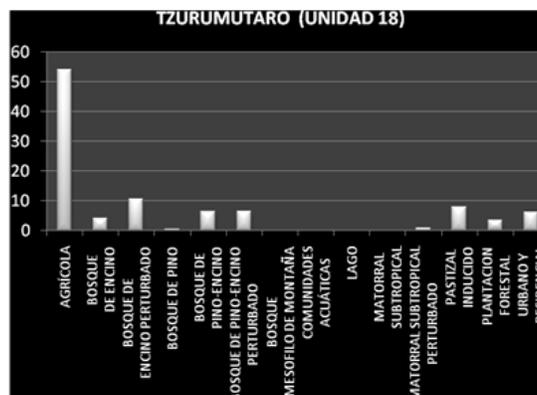


Figura III-20 Pronóstico de la condición proporcional de uso de suelo en la unidad de escurrimiento 18 (Tzurumutaro) en el año 2018.

El pronóstico de crecimiento urbano en las microcuencas en las orillas del lago (Figura III-19) es de un incremento considerable y coincide con las apreciaciones de IMTA (2005), pero el caso más severo es el de la unidad de escurrimiento que comprende la zona urbana de Pátzcuaro (cabecera municipal) pues en ella se presenta el mayor crecimiento, al grado que ocuparía la tercera parte de la extensión de la unidad (Figura III-21).

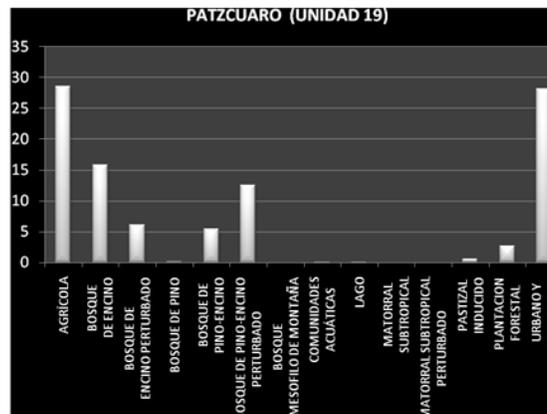


Figura III-21 Pronóstico de la condición proporcional de uso de suelo en la unidad de escurrimiento 19 (Pátzcuaro) en el año 2018.

El resto de los pronósticos para las unidades se presenta ya no gráficamente sino en la Tabla III-16.

Destaca que la categoría forestal denominada Bosque Mesófilo de Montaña, desaparece de toda la cuenca así como la mayor superficie de Bosque de Pino en casi todas.

Tabla III-16 Pronósticos de condición proporcional de uso de suelo en el año 2018 por unidad de escurrimiento.

UNIDAD DE ESCURRIMIENTO (VER MAPA BASE)	AGRÍCOLA	BOSQUE DE ENCINO	BOSQUE DE ENCINO PERTURBADO	BOSQUE DE PINO	BOSQUE DE PINO-ENCINO	BOSQUE DE PINO-ENCINO PERTURBADO	BOSQUE MESOFILO DE MONTANA	COMUNIDADES ACUÁTICAS	LAGO	MATORRAL SUBTROPICAL	MATORRAL SUBTROPICAL PERTURBADO	PASTIZAL INDUCIDO	PLANTACION FORESTAL	URBANO Y RESIDENCIAL
COTA 2,040	26.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	58.5	0.2	0.3	0.0	0.0	5.4
1	50.1	0.8	1.2	0.0	17.1	19.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	0.0	5.3
2	64.9	0.8	0.3	0.0	9.9	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	7.4
3	27.8	12.1	17.7	0.0	30.7	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	1.6
SUBCUENCA AJUNO	58.4	3.3	2.6	0.0	8.3	18.7	0.7	0.1	0.0	0.7	0.0	0.6	0.0	6.5
5	44.4	0.0	14.4	0.0	0.3	35.4	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	1.8
6	17.8	0.0	14.8	0.0	0.0	63.4	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.7
7	10.2	9.8	2.5	0.0	34.5	39.6	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0
8	38.2	4.1	16.6	0.6	2.8	25.2	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	8.9
9	22.3	2.2	48.2	0.0	0.0	22.6	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	1.2
10	28.4	2.9	19.2	0.0	9.9	30.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	5.4
11	42.7	0.6	21.5	0.0	12.8	12.2	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	8.2
12	48.5	0.1	23.2	0.0	7.7	2.9	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	16.3
13	61.0	0.0	17.6	0.0	0.0	7.7	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	7.4	0.0	5.9
14	28.1	5.8	34.9	0.0	0.3	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	1.5	23.6
ORILLAS DEL LAGO	43.1	6.2	6.6	0.0	4.9	7.5	0.0	0.3	0.0	2.9	4.1	1.3	0.0	23.0
SUBCUENCA TZURUMUTARO	54.1	4.1	10.5	0.5	6.3	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	7.8	3.3	6.1
SUBCUENCA PÁTZCUARO	28.6	15.8	6.1	0.1	5.4	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.7	28.1
20	60.3	3.8	12.6	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	20.4
21	45.0	0.0	1.0	0.0	11.3	28.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	0.0	1.6
22	75.9	0.0	0.0	0.0	14.7	3.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8
23	47.4	1.6	0.9	0.0	13.2	15.9	0.0	0.0	0.0	0.0	12.1	0.3	0.0	8.7
24	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.7	0.0	0.0	22.4
25	28.3	3.5	1.6	0.0	12.0	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0	29.7	0.1	0.0	15.4
26	50.6	2.0	0.8	0.0	17.6	11.4	0.0	0.1	0.0	0.0	17.6	0.0	0.0	0.0
27	2.2	5.1	4.3	0.0	24.0	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.3	0.0	0.0	0.0
28	19.2	0.5	1.3	0.0	38.9	32.9	0.0	0.1	0.0	0.0	7.2	0.0	0.0	0.0
29	0.0	1.0	1.1	0.0	33.1	35.0	0.0	0.5	0.0	0.0	28.7	0.6	0.0	0.0
30	0.0	0.3	0.0	0.0	42.1	21.1	0.0	2.5	0.0	0.0	34.0	0.1	0.0	0.0
31	34.8	0.8	0.0	0.0	30.9	10.9	0.0	2.1	0.0	0.0	20.2	0.4	0.0	0.0
32	54.7	1.8	0.3	0.0	22.8	7.2	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	11.8
33	41.2	1.9	10.6	0.0	24.0	15.4	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0	0.9
34	36.1	0.0	5.8	0.0	0.0	46.7	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	6.5
35	43.8	0.0	0.4	0.0	0.0	30.9	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	21.3
36	35.9	0.0	0.3	0.0	0.0	32.6	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	28.7

III.2.5 Erosión.

En octubre de 2005 el IMTA a través de la Subcoordinación de Conservación de Cuencas presenta su Memoria Técnica sobre Evaluación de la Erosión Hídrica en el área de estudio. Sigue en el método de la ecuación universal de pérdida de suelo, obteniendo capas espaciales por factor de la ecuación.

Establecen una serie de categorías de gran utilidad para la calificación de la erosión actual y la cuantifican espacialmente (Tabla III-17).

Tabla III-17 Estimación de la erosión Actual por IMTA 2005 en la cuenca de Pátzcuaro

CATEGORÍA	INTERVALO (TON/HA)	SUPERFICIE DE LA CUENCA (%)
Nula	menor de 5	48.5
Ligera	5 a 10	9.75
Moderada	10 a 50	23.64
Alta	50 a 200	7.67
Muy Alta	Mayor de 200	0.7
Lago	- - - -	9.71

A nivel de su análisis por microcuenca, no destaca ninguna con mayor abundancia proporcional que la categoría nula, manteniendo la proporción observada a nivel de toda el área.

Siguiendo un procedimiento similar al descrito por el IMTA (2005), en el presente estudio se realizó la evaluación con la generación de capas espaciales por factor de la Ecuación Universal, siendo la correspondiente al Factor C actualizada con el uso de suelo y vegetación a 2008. Los resultados del presente ejercicio, aunque no son puestos en la misma escala que la utilizada por el IMTA (2005), se presentan valores promedio por microcuenca o unidad de escurrimiento en el MAPA DE EROSIÓN, mientras que la cuantificación en la escala empleado por el IMTA se presenta en la Tabla III-18.

Tabla III-18 Estimación de erosión actual por unidad de escurrimiento en la cuenca ajustado a 5 categorías.

UNIDAD	Nula (menor de 5 ton/ha)	Ligera (5 a 10 ton/ha)	Moderada (10 a 50 ton/ha)	Alta (50 a 200 ton/ha)	Muy alta (Mayor de 200 ton/ha)
Cota 2,040 m	99.9	0.0	0.0	0.0	0.0
1	69.7	12.7	9.6	7.4	0.7
2	67.4	9.7	10.6	9.9	2.4
3	70.7	20.8	4.9	3.3	0.4
AJUNO	66.9	13.5	11.2	8.3	0.1
5	64.9	13.9	12.0	7.4	1.9
6	70.2	17.0	10.0	2.0	0.8
7	76.9	18.0	2.6	2.0	0.5
8	69.7	15.5	9.1	5.8	0.0
9	73.4	17.8	5.9	2.8	0.1
10	70.7	16.5	6.8	5.0	0.9
11	71.3	13.6	8.6	6.4	0.1
12	67.4	12.8	11.8	8.0	0.0
13	60.2	14.4	14.5	10.4	0.4
14	70.0	14.0	9.5	6.3	0.2
ORILLAS DE LAGO	67.4	13.2	10.0	8.4	1.0
TZURUMUTARO	63.4	13.9	10.6	10.0	2.1
PÁTZCUARO	73.6	15.9	5.4	4.5	0.5
20	65.4	11.3	12.5	10.3	0.5
21	64.5	14.3	13.3	7.8	0.0
22	70.7	6.4	12.5	10.3	0.0
23	75.5	11.2	7.7	5.5	0.0
24	65.6	14.2	12.4	7.9	0.0
25	70.1	12.1	10.8	7.0	0.0
26	69.4	10.2	11.7	8.7	0.0

UNIDAD	Nula (menor de 5 ton/ha)	Ligera (5 a 10 ton/ha)	Moderada (10 a 50 ton/ha)	Alta (50 a 200 ton/ha)	Muy alta (Mayor de 200 ton/ha)
27	72.0	19.9	7.0	1.1	0.0
28	74.1	17.1	5.8	3.0	0.0
29	78.2	17.6	4.3	0.0	0.0
30	73.0	17.7	6.5	2.8	0.0
31	70.4	11.5	5.6	7.9	4.6
32	63.3	12.1	7.4	10.9	6.3
33	71.4	17.2	6.4	4.5	0.5
34	68.8	16.2	9.6	5.4	0.0
35	60.0	17.0	12.0	8.4	2.7
36	66.5	13.6	9.2	7.6	3.2

Los valores promedio de erosión actual en la cuenca van de 8.75 ton/ha (IMTA 2005) a 12.3 ton/ha (presente estudio).

Si bien las cifras promedio reflejan probablemente una sobreestimación en el presente ejercicio, lo que se enfatiza en ambos trabajos es la importancia del proceso de erosión hídrica, particularmente en las unidades que se han venido señalando como las más significativas, ya sea por sus dimensiones, por sus escurrimientos, por la cantidad de asentamientos, por lo acelerado de los procesos de deforestación y degradación forestal así como el incremento de las actividades agropecuarias, y en este apartado ahora, por la presencia de una cierta proporción de su superficie con erosión alta a muy alta. Se trata nuevamente de las unidades en las orillas del lago, la unidad 18 (Tzurumútaró) y aparecen las unidades 31, 32, 35 y 36 las cuales son unidades de muy reducida extensión en hacia el NW del lago.

Enfocando el análisis hacia los núcleos agrarios de la cuenca, con objeto de eventualmente prever la negociación y despliegue de obras y acciones de recuperación se tiene el resumen en la categoría de erosión Alta.

Tabla III-19. Lo anterior en virtud de que dichos núcleos agrarios o ejidos **cubren el 50 % de la superficie de la cuenca** y son principalmente este tipo de organizaciones sociales en las que se deciden las principales acciones de cambio de uso de suelo y específicamente sobre las acciones de labranza agrícola la cual se relaciona estrechamente con los procesos de erosión hídrica.

Destacan aquellos ejidos con 10 o más hectáreas identificadas en la categoría de erosión actual Muy Alta como los pertenecientes a la unidad de escurrimiento 18 (Tzurumutaro) es decir los ejidos: Crucero de Chapultepec, Zurumútaro y Puerto de Cadena. Pero también sobresale el ejido Santiago Azajo porque la localidad se encuentra fuera de la cuenca y se presenta el tipo de casos en que la problemática de una cuenca se “trasvasa” teniendo usufructuarios que no residen permanentemente en dicha cuenca.

El caso más grave sin duda es el del ejido San Jerónimo en la parte N de la cuenca. Pero no debe menospreciarse el caso del ejido San Francisco Pichátaro de la unidad Ajuno con más de 700 ha en la categoría de erosión Alta, o el ejido Cuanajo cuyo asentamiento no se encuentra tampoco dentro de la cuenca y contribuye con mas de 200 ha en la categoría de erosión Alta.

Tabla III-19 Superficie (ha) por categorías de erosión por núcleo agrario en la cuenca.

EJIDO	NULA:	BAJA	MODERAD A	ALTA	MUY ALTA
	MENOS DE 5	5 A 10	10 A 50	50 A 200	MAS DE 200
AJUNO	1,073.8	182.5	30.3	66.9	0.0
AROCUTIN	704.0	200.8	25.7	30.1	0.0
BARRIO DE SAN FRANCISCO	1,421.2	354.7	2.2	19.9	4.8
C.I. BARRIO DEL CALVARIO	149.4	4.4	4.3	16.3	0.0
CASAS BLANCAS	178.5	40.4	14.0	4.7	0.0
CHAPULTEPEC	395.1	108.8	7.9	50.4	4.4
CHARAHUEN	72.1	4.9	2.0	7.0	0.0
COLONIA IBARRA	73.9	7.5	0.5	10.5	4.6
COLONIA LUIS ECHEVERRIA ÁLVAREZ	51.8	17.7	1.8	0.0	0.0
COLONIA REVOLUCIÓN	155.3	4.6	4.0	25.4	0.0
COMANJA	5.1	5.1	0.0	0.0	0.0
CRUCERO DE CHAPULTEPEC	203.7	38.4	1.2	5.4	21.7
CUANAJO	2,213.8	372.9	69.4	218.8	0.0
EL CARMEN	116.0	6.0	12.1	12.6	0.8
EL TIGRE	192.8	45.2	26.3	18.0	0.0
ERONGARICUARO	1,206.2	179.4	46.8	127.2	20.4

EJIDO	NULA:	BAJA	MODERAD	ALTA	MUY ALTA
	MENOS DE 5	5 A 10	A 10 A 50	50 A 200	MAS DE 200
HUECORIO	296.0	75.5	13.4	51.2	4.6
HUIRAMANGARO	658.4	82.1	35.9	71.3	0.0
ISLA DE YUNJEN	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0
ISLA JANITZIO	19.7	0.0	0.0	0.0	0.0
JANITZIO	328.0	26.2	10.9	47.4	0.0
JARACUARO	42.9	0.0	0.0	0.0	0.0
LA NORIA	329.8	54.9	8.0	39.3	0.0
LA TINAJA	95.0	21.1	6.6	58.4	0.0
LA ZARZAMORA	110.8	17.4	6.0	6.7	0.2
LAS TROJES	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MATUGEO	24.3	4.8	3.2	0.5	0.0
NAPITZARO	306.0	55.0	12.4	54.9	0.0
PACANDA	33.8	0.0	0.0	0.0	0.0
PÁTZCUARO	478.4	46.9	8.7	48.6	0.0
PUACUARO	1,226.9	154.4	52.6	98.0	0.0
PUERTA DE CADENA	374.8	98.3	7.6	14.2	15.8
QUIROGA	36.1	8.2	0.0	0.4	0.0
SAN BARTOLO PAREO	386.0	29.1	20.9	69.4	0.4
SAN FRANCISCO PICHATARO	6,687.7	1,088.5	276.7	756.4	0.0
SAN ISIDRO	349.2	89.6	10.3	77.5	0.6
SAN JERÓNIMO PURENCHECUARO	2,626.4	370.4	216.2	168.8	60.6
SAN JUAN TUMBIO	397.4	55.1	5.9	41.6	0.0
SAN MIGUEL CHARAHUEN	43.8	7.8	0.2	2.6	0.0
SAN MIGUEL NOCUTZEPO	1,201.7	96.7	106.0	152.3	7.4
SAN PEDRO CUCUCHUCHO	315.6	71.4	11.0	9.0	0.0

EJIDO	NULA:	BAJA	MODERAD	ALTA	MUY ALTA
	MENOS DE 5	5 A 10	A 10 A 50	50 A 200	MAS DE 200
SAN PEDRO PAREO	387.8	53.9	25.7	59.0	6.2
SANTA ANA CHAPITIRO	107.6	17.7	4.1	11.8	0.0
SANTA FE DE LA LAGUNA	3,670.5	652.9	145.0	293.1	27.5
SANTA ISABEL O ESTACIÓN DE AJUNO	96.1	25.3	1.0	9.6	0.0
SANTIAGO AZAJO	1,208.6	215.0	32.2	67.1	15.1
TECUEN	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0
TUPATARO	5.6	1.0	0.1	7.0	0.0
TZINTZUNTZAN	450.0	59.0	14.9	95.7	0.0
URICHO	1,808.0	714.4	43.6	31.3	9.8
VILLA ESCALANTE	794.3	225.7	2.8	21.3	0.0
ZENZENGUARO	339.1	37.6	16.8	50.6	0.0
ZINCIRO	52.6	8.3	0.7	4.9	0.0
ZURUMUTARO	1,921.8	286.7	65.8	217.9	55.5

III.2.6 Análisis de naturalidad de orilla del embalse.

En los apartados anteriores se enfatiza la importancia de entre otras unidades de escurrimiento, el conjunto de microcuencas en las orillas del embalse. A continuación se presenta un análisis específico para las orillas, considerando ahora el enfoque desde la porción semiacuática más que terrestre dentro de la cota de 2,040 m s.n.m. y el despliegue de biomasa por crecimiento de hidrófitas.

Una revisión del conjunto de parámetros físicos que pueden relacionarse espacialmente con las variaciones de concentración de biomasa de hidrófitas. En total, fueron considerados 35 parámetros, en su mayoría proporcionados por el IMTA, resultado de los estudios batimétricos emprendidos en 2005 y del monitoreo periódico a la calidad del agua en el lago en al menos 5 estaciones en el interior del cuerpo de agua y otras 4 adicionales con información de la calidad de las descargas de asentamientos humanos como Janitzio, Tzintzuntzan, Pátzcuaro y Erongarícuaro. Otros fueron resultado de las exploraciones a la diversidad de

hidrófitas y otros parámetros más son resultado del análisis espacial conducido en el presente ejercicio.

Todos los valores puntuales fueron interpolados en Idrisi Andes, y las superficies resultantes fueron sometidas a análisis de regresión con los valores de Biomasa (kg/m^2), también obtenidos por el IMTA en 2008.

Los modelos de regresión generados usaron como variable dependiente en todos los casos la biomasa expresada en unidades (1 a 8) de kg/m^2 y como variables independientes a cada uno de los 35 parámetros mencionados.

Lo primero que se destaca es la inutilidad del parámetro de Pendiente que es utilizado por Chacón (1993) precisamente en el Lago de Pátzcuaro como principal vínculo del medio físico con la explosión de poblaciones de hidrófitas.

Por otro lado se observa que los valores con un ajuste inferior a 0.8 y que desde el enfoque estadístico no son del todo aceptables corresponden a valores totales de P y N provenientes de las estaciones de monitoreo de descargas urbanas. En seguida un conjunto más o menos amplio de parámetros se agrupan en los valores “r” de 0.8 a 0.93, y corresponden principalmente a datos pre-procesados mediante la obtención de un Índice de Calidad de Agua (ICA).

Una primera apreciación evidente es que conforme se incrementa la calidad de agua del lago en materia de demanda bioquímica de oxígeno o de pH etc., se observa asimismo un incremento con la biomasa por hidrófitas. No podemos considerar que las condiciones más naturales, en este caso sigan una relación inversa con los valores de Calidad de Agua. Sin duda una mayor calidad de agua es un aspecto que las propias hidrófitas prefieren para dispersarse y crecer pero en este caso no nos ayuda con el establecimiento de un índice de naturalidad en el embalse.

Los valores de P y N totales, provenientes no de las estaciones de monitoreo de descarga sino de las estaciones en el interior del lago muestran una alta, positiva y estrechamente vinculada relación con el incremento de biomasa de hidrófitas.

Por tanto, se escogen los parámetros “crudos” (no pre-procesados por ICAs), que muestran mayores valores positivos de coeficiente de regresión con la biomasa y se filtra el cuadro 5.19 con los parámetros a emplear en el análisis de naturalidad. Así, la Figura III-15 a Figura III-19 muestran que el orden asignación de valores de ponderación debido al mejor ajuste de los modelos relacionados con el Índice de naturalidad de orilla y que una vez ingresados al módulo WEIGHT resultan en los eigenvalores de la Tabla III-21. En dicho cuadro también se resume el proceso de estructuración del ejercicio de análisis multicriterio. La tasa o radio de consistencia resultó de 0.09, la cual es aceptable para la ejecución del ejercicio.

Tabla III-20 Resultados en orden ascendente de valor de “r” de los distintos modelos de ajuste de los modelos de regresión de parámetros físicos “crudos” con la biomasa de hidrófitas en el lago.

Parámetro físico	r
Distancia a descargas	0.84
DBO 5	0.86
Índice de diversidad de Shannon	0.87
Distancia a zonas urbanas	0.88
O2 disuelto	0.90
CE	0.90
Profundidad ⁻¹	0.92
ph	0.92
P Total	0.93
N Total	0.93

Tabla III-21 Criterios de estructuración del Análisis Multicriterio de Naturalidad de Orilla de Embalse.

Valor relativa de naturalidad	7	6	5	4	3	2	1	
		MUY				MUY		
Parámetro físico	OPTIMA	ALTA	ALTA	MODERADA	BAJA	BAJA	NULA	eigenvalor
Biomasa	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	0.3000
N Total	0 a 30	30 a 35	35 a 40	40 a 45	45 a 50	50 a 55	55 a 63	0.2096
P Total	0 a 2	2 a 4	4 a 6	6 a 8	8 a 10	10 a 12	12 a 14	0.1522
ph	0 a 7	7 a 7.1	7.1 a 7.2	7.2 a 7.3	7.3 a 7.4	7.4 a 7.5	7.5 a 7.6	0.1081
Profundidad ⁻¹	0 a 2034	2034 a 2035	2035 a 2036	2036 a 2037	2037 a 2038	2038 a 2039	2039 a 2040	0.0766
CE	0 a 700	700 a 770	770 a 840	840 a 910	910 a 980	980 a 1050	1050 a 1200	0.0541
O2 disuelto	0 a 3.5	3.5 a 4	4 a 4.5	4.5 a 5	5 a 5.5	5.5 a 6	6 a 6.5	0.0381
Distancia a zonas urbanas	0 a 400	400 a 800	800 a 1200	1200 a 1600	1600 a 2000	2000 a 2400	2400 a 3000	0.0270
Índice de diversidad de Shannon	0 a 1.2	1.2 a 1.4	1.4 a 1.6	1.6 a 1.8	1.8 a 2	2 a 2.2	2.2 a 2.4	0.0191
DBO 5	0 a 30	30 a 60	60 a 90	90 a 120	120 a 150	150 a 180	180 a 210	0.0146
Distancia a descargas	0 a 600	600 a 1200	1200 a 1800	1800 a 2400	2400 a 3000	3000 a 3600	3600 a 4500	0.0112

La Figura III-22 esquematiza el MAPA DE NATURALIDAD. La suma lineal ponderada no retrae condiciones de naturalidad optima, pero se considera en esta categoría podría corresponder a las orillas Norte y los flancos Este y Oeste del cuello o porción central. Asimismo, la zona del seno de Ihuátzio en gran medida, desprovisto de biomasa vegetal se aproxima a esta categoría que el modelo por sus insumos de entrada no generó.

Destaca también que a pesar de existir áreas con gran concentración de biomasa y un conjunto de valores de parámetros orientados a una condición natural muy deteriorada, el modelo no retrae ninguna superficie de la categoría Nula Naturalidad. Por otro lado, de acuerdo al ejercicio, las condiciones Muy Baja y Baja se localizan en el denominado Seno de Erongarícuaro. Llama la atención que precisamente las porciones mas internas del humedal RAMSAR se localiza en esta zona, y que la suma ponderada del ejercicio las valore como las menos naturales. Asimismo se tienen las zonas con naturalidad moderada y tanto la porción N del lago como al Este de Jarácuaro. La zona que precisamente muestra un avance significativo y una expansión acelerada hacia áreas cada vez menos profundas del lago en la dirección hacia la isla de Janitzio.

Otra porción importante en esta categoría lo representa el extremo Oeste de la desembocadura del dren Tzurumútaro. Finalmente destaca que las categorías de naturalidad alta y muy alta corresponden a las porciones del embalse natural con mayor mantenimiento periódico de remoción de biomasa y mantenimiento relativo de su profundidad entre otros rasgos, y se trata del dren perimetral de Jarácuaro, los canales en las inmediaciones de las Urandenes y la zona de embarcaderos en Pátzcuaro. Esta no se trata de una condición permanente ni estable sin la intervención de las distintas acciones que se emprenden para mantener libre de hidrófitas por el tránsito periódico de embarcaciones de los lugareños y turistas. En cambio, pone en evidencia que dada la suma de parámetros ponderados y estructurados en el presente ejercicio, las orillas del embalse debieran mantenerse sin tal concentración de biomasa, valores de profundidad, etc La calificación de naturalidad de las subunidades de escurrimientos se resume con 3 criterios sintéticos: cambio de uso de suelo, escurrimiento y erosión.

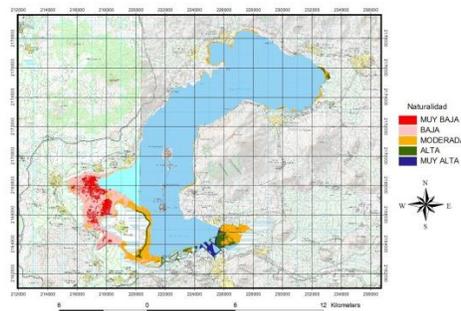


Figura III-22 Esquematación del Mapa de Naturalidad de Orilla de embalse

NOTA: EN EL ANEXO III, INCLUIDO EN EL DISCO ADJUNTO, SE PRESENTA UN ANÁLISIS COMPLEMENTARIO SOBRE UN MODELO DE GESTIÓN DE PROCESOS PARA PROMOVER LA ADOPCIÓN DE UN ENFOQUE A PROCESOS PARA EL DESARROLLO, IMPLANTACIÓN Y MEJORA DE LA EFICACIA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD Y PARA AUMENTAR LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE MEDIANTE EL CUMPLIMIENTO DE SUS REQUISITOS” ENFOCADO A LA RECUPERACION DEL LAGO DE PÁTZCUARO.

ADICIONALMENTE A ESTOS ESTUDIOS, EN EL ANEXO IV SE PRESENTA LA INSTRUMENTACIÓN SISTEMATIZADA Y MODELACIÓN DE LOS APORTES DE LOS SEDIMENTOS AL LAGO DE PÁTZCUARO POR EL DREN TZURUMÚTARO GUANI; Y LOS CAUCES INTERMITENTES DE LAS MICROCUENCAS DE CERRITOS E ICHUPIO, CON LOS CUALES SE COMPLEMENTAN LOS TEMAS PRESENTADOS.

IV. EXTRACCIÓN DE PLANTAS ACUÁTICAS ENRAIZADAS FLOTANTES Y SEDIMENTOS ASOCIADOS, ASÍ COMO VEGETACIÓN EMERGENTE FLOTANTE.

Cuando se analiza el funcionamiento de un ecosistema, quedan implícitas una serie de interrelaciones de los elementos bióticos que se mantienen en equilibrio y que permiten el desarrollo de infinidad de formas y que permiten el desarrollo de infinidad de formas y tamaños de animales y plantas, dando como resultado una comunidad diversa y productiva (Novelo y Lot, 1988). No obstante cuando este equilibrio se rompe debido a la perturbación de las relaciones funcionales del sistema, se presentan comportamientos anormales que, en el caso de las plantas acuáticas como en otras comunidades, da origen a la dominancia de ciertas especies que se convierten en malezas acuáticas.

Tradicionalmente las malezas acuáticas han sido definidas como:

- Plantas indeseables o que no se les necesita (Mitchell, 1974).
- Plantas cuyo potencial de daño es mayor que su potencial de beneficio (Reimer, 1988).
- Planta acuática la cual, cuando crece en abundancia, no es deseada por el administrador del lugar donde se presenta (Pieterse, 1978).

Estas y otras definiciones tienen en común que las malezas son plantas que causan un problema a alguien o son potencialmente capaces de causarlo. Mientras que antropocéntricamente son fáciles de definir, en un sentido más amplio (ecológico, morfológico, fenológico o taxonómico) no lo es tanto, debido a la dificultad de establecer generalizaciones. Sin embargo, Barrett (1989) y Mortiner (1994), le atribuyen las siguientes características:

- Producen semillas en abundancia.
- Poseen estructuras de latencia.
- Pueden sobrevivir en condiciones desfavorables o de perturbación.
- Pueden propagarse velozmente en forma vegetativa.

Todo lo anterior les da ventajas competitivas sobre otras especies. Además, las causas que contribuyen al incremento excesivo de una población de plantas pueden ser atribuido a dos factores: la existencia de condiciones ecológicas particulares y la adaptación a esas condiciones (Gutiérrez, 1995).

En este contexto, el crecimiento excesivo de plantas acuáticas en los cuerpos de agua del país, es el resultado de los cambios provocados a las condiciones físicas, químicas y biológicas del agua por el aporte incontrolado de nutrientes de las aguas residuales de los núcleos urbanos, agrícolas e industriales y por el deterioro de los suelos que componen las cuencas hidrográficas. Algunos de los problemas causados por las malezas acuáticas son:

- Pérdida de agua a causa de la evapotranspiración de las plantas.
- Deterioro de la calidad del agua.
- Pérdida de la biodiversidad de los cuerpos de agua por el desplazamiento de las especies nativas.
- Riesgos para la salud pública por la proliferación de fauna nociva, causa potencial de enfermedades.
- Obstrucción de canales y drenes en zonas de riego y de tomas en plantas hidroeléctricas.
- Restricción al uso turístico, a las actividades recreativas y pesqueras.
- Reducción de la vida útil de los cuerpos de agua a causa del aumento de los sedimentos.

IV.1 Control de malezas acuáticas.

El control de las malezas acuáticas puede definirse como la reducción a un nivel aceptable de la densidad de población (numero de organismos o biomasa por unidad de área).

Existen típicamente 5 técnicas usadas en el control o manejo de plantas acuáticas: la biológica, el uso de herbicidas, la física o mecánica, la manipulación del hábitat y el control integrado.

IV.1.1 Control biológico.

El control biológico se puede definir como "el uso de un organismo vivo para controlar a otro". Bajo este concepto, se admite un agente controlador y un organismo a ser controlado. El agente controlador puede existir en muchas formas, siendo por ejemplo un hongo, bacteria o virus el que provoca una enfermedad en la maleza. La enfermedad puede ser fatal, influir en los procesos fisiológicos (reproducción), o puede conducir a la vegetación hasta un punto que sucumba ante otros factores. Puede ser un animal que se alimente de la planta total o parcialmente, puede afectarle indirectamente al invadir su ambiente y competir con esta por espacio, nutrientes, luz, agua u otras necesidades para sobrevivir (Riemer, 1988).

En teoría, como estrategia de manejo, el control biológico es muy atractivo por varias razones. A largo plazo es económico dado que una vez establecido el agente

controlador no necesitará atención posterior, ya que éste mantendrá a la planta en niveles deseables. No generará costos de mantenimiento, equipo o personal y no deja residuos en el ambiente. No obstante, el agente controlador debe poseer características que son difíciles de cumplir como atacar solamente a la maleza, debe ser capaz de sobrevivir en el ambiente en que se le introduce y además debe reducir la cantidad de maleza a niveles de no considerarla como tal.

Aun con lo anterior, este método -relativamente poco estudiado-, puede convertirse en el más efectivo si se encuentra el agente controlador adecuado. Mariaca (1984), citando a varios autores menciona a 70 especies de artrópodos asociados al lirio acuático en más de 12 países, sobresaliendo *Cornopos aquaticum*, *C. scudderi*, *C. longicorne* (Orthoptera(grillos)); *Acigona infusella*, *Epipagis albiguttalis*, *Arzama densa* (Lepidoptera (mariposas)); *Nochetina eichhorniae*, *N. Brichi*, *Dyscinetus sp.*, *Chalepides sp.* (Coleoptera (escarabajos)). Menciona también 32 hongos y 6 bacterias e inclusive la combinación de dos hongos y dos insectos que logran un efecto significativo sobre la planta.

En México hubo dos experiencias respecto al control biológico, el empleo de la carpa herbívora (*Ctenopharingodon idella*) y el escarabajo moteado (*Nochetina eichhorniae*).

IV.1.2 Control físico o mecánico.

El control mecánico de la vegetación acuática se define como la utilización de instrumentos físicos para la destrucción in situ y/o remoción de las plantas del sitio donde causan problemas para ser transportadas a los sitios de disposición (Riemer, 1984; Thayer y Ramey, 1986).

El procedimiento más simple es el manual, el cual puede llevarse a cabo por extracción a mano o con algún instrumento agrícola como bieldos o rastrillos. Este método resulta costoso en algunos países, pero en aquellos donde la mano de obra es barata es posible aplicarlo en áreas pequeñas o con infestación incipiente. Se estima que un hombre puede extraer 393 kg/h y 2.5 toneladas por día (Bastidas et al., 1980). Otra práctica común consiste en bajar el nivel del agua por un tiempo, provocando que la vegetación quede en las riberas del cuerpo de agua y se seque para su posterior quemado.

Las máquinas que se utilizan pueden ser fijas o flotantes, que colectan y/o destruyen la vegetación.

Las máquinas cosechadoras realizan las siguientes funciones: cortado o triturado, colecta y carga, transporte a la orilla, descarga y transporte al sitio de disposición o utilización de las plantas cosechadas. Las cosechadoras más comunes son flotantes, impulsadas con ruedas con paletas, las cuales cortan las plantas en segmentos manejables para después ser cargados a bordo de una banda transportadora. Posteriormente se transportan a la orilla por la propia cosechadora o

se transfieren a barcasas o lanchones que realizan esta función mientras la cosechadora continúa llevando a cabo su función (Joyce, 1989).

Ante la imposibilidad económica de la extracción de la maleza y la necesidad de resolver el problema de las graves infestaciones se ha planteado y llevado a cabo la posibilidad de la destrucción de la maleza dentro del cuerpo de agua, dando origen a las máquinas trituradoras.

La primer máquina utilizada para combatir al lirio acuático fue diseñada y construida por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos de América en 1900 (Wunderlich, 1938).

En 1937, de nuevo el Cuerpo de Ingenieros construyó un destructor de lirio llamado "Kenny", una barcaza motorizada adaptada con una banda que recogía la maleza y la llevaba a una cortadora dentro del barco. Posteriormente se lavaba el material para depositarlo en el agua. Se estimó una capacidad de destrucción de 200 acres por mes (Wunderlich, op. cit.).

En México, la primera trituradora que se usó fue la que se introdujo en el Lago de Pátzcuaro que consistió en un lanchón con una capacidad de trituración de 60 toneladas al día y era alimentada de forma manual. En el lago, con el uso de métodos de extracción y trituración, se logró durante 4 años reducir el lirio a 1,000 ha de las 2,400 que había inicialmente (Vera, 1975).

En 1986 apareció una máquina trituradora de manufactura nacional, la cual es una barcaza con cuchillas que giran a 2000 rpm hasta 30 cm abajo del espejo de agua.

IV.1.3 Control químico.

El control químico del lirio acuático a través de herbicidas, es uno de los métodos más usados para el manejo de esta maleza. En general, los productos químicos son absorbidos por las plantas provocando una alteración en los procesos metabólicos y/o de crecimiento, que conducen a la muerte de la vegetación para su posterior hundimiento.

Consientes del impacto que esta tecnología puede tener en los ecosistemas acuáticos recientemente, se promovió y logró un cambio sustancial en el proceso de regulación del registro y uso de productos, conduciendo a un mecanismo altamente restrictivo que dio como resultado la reducción del número de herbicidas que pueden ser utilizados para un uso acuático. Aquellos herbicidas que cuentan en Estados Unidos con el registro para su uso en los ecosistemas acuáticos tienen una gran cantidad de información que sustenta su seguridad y eficiencia (Gallagher, 1989).

Tres de los herbicidas más recomendados para el control del lirio acuático son: 2,4-D, diquat y glifosato (Gallagher, 1989). La selección de cualquiera de estos

productos está en función de los usos del agua, los recursos disponibles y las condiciones de cada sitio.

Los herbicidas acuáticos son útiles y constituyen una opción de control dentro de un amplio espectro dentro de las técnicas de manejo de malezas acuáticas. No son la panacea, ni la solución a todos los problemas. Como cualquier opción de manejo, los herbicidas tienen sus limitaciones y peligros, sin embargo, los registros de su uso durante los últimos 30 años indican que en términos de eficiencia y seguridad ambiental, los resultados han sido generalmente buenos.

IV.1.4 Manipulación del hábitat.

Muchas especies de plantas acuáticas pueden manejarse a través de la manipulación del ecosistema acuático. La técnica más común es el manejo del nivel del agua.

Normalmente esta técnica se restringe por los usos del agua que tienen ciertos sistemas, y por las políticas de su operación y/o disminución del nivel debido a cambios estacionales. Cuando se tiene la posibilidad de bajar el nivel del agua para que los tapetes de lirio se depositen sobre las orillas, es necesario que sean secados y quemados.

Observaciones de campo demuestran que el material no retirado de la orilla, secado y quemado puede recuperarse al subir el nivel del agua o al contar con cierta humedad, además, las plantas contienen semillas viables en grandes cantidades. Estas semillas pueden germinar en la época de lluvia y volver a establecerse.

OBJETIVO

Establecimiento de un programa piloto de control y manejo de la vegetación acuática enraizada flotante, emergente y flotante, junto con florecimientos algales, en los senos Jarácuaro y Pátzcuaro del lago, a través de la combinación de métodos complementarios (control manual, mecánico, químico y biológico) siguiendo los principios básicos del Programa de Control de Malezas Acuáticas.

IV.1.5 Actividades de la extracción de vegetación acuática en el lago de Pátzcuaro.

El objetivo planteado originalmente tuvo como finalidad el comenzar con un plan de extracción de la vegetación dentro del lago, particularmente sobre la zona sur en los senos Erongarícuaro y Pátzcuaro. Sin embargo, en el proceso de estructurar dicho programa se fueron presentando diversas circunstancias como la necesidad de profundizar en la situación de la cobertura, la densidad y la biomasa de la vegetación acuática en estas regiones. Lo anterior fue debido a la cantidad de actividades que otras dependencias gubernamentales desarrollan actualmente en el lago, principalmente la Dirección de Pesca del estado de Michoacán, la cual tiene a su cargo las actividades de dragado de los Canales Perimetrales I y II (Figura IV-1 **Fotografía IV-1** a **Fotografía IV-5**) y con lo cual se ha modificado la morfología y la batimetría original del lago, lo cual ha repercutido en la diversidad y distribución de las especies vegetales.

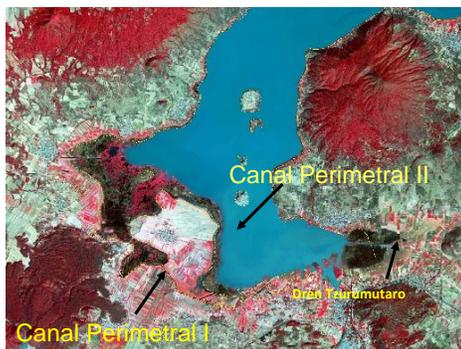


Figura IV-1. Ubicación de la vegetación acuática del lago de Pátzcuaro en la región Sur, (senos Pátzcuaro y Jarácuaro), y ubicación de los canales perimetrales.



Fotografía IV-1. Canal perimetral II, frente al poblado de Jarácuaro. Acercamiento de la problemática en esta zona



Fotografía IV-2. Vista interior (de la fotografía anterior) de la situación existente en la cobertura de la vegetación frente a Jarácuaro. Con la presencia de *Eichhornia crassipes* como principal problema en asociación con *Typha dominguensis*.



Fotografía IV-3. Otra vista de la misma región con la presencia de *Nymphaea mexicana* y *Typha dominguensis*.



Fotografía IV-4. Otra vista de la situación interior en la región de Erongarícuaro, con la presencia de *Potamogeton pectinatus* (sumergida en primer plano), *Nymphaea mexicana*, y *Typha domingensis*.



Fotografía IV-5. Una vista más de la asociación de *Eichornia crassipes*, *Nymphaea mexicana* y *Typha domingensis*, en la porción oriente de Jarácuaro

En las dos figuras siguientes se presentan las acciones de dragado que la Comisión de Pesca Estatal está desarrollando desde hace 112 años en la zona sur del lago, lo cual ocasiona cambios en la morfología y batimetría de esta zona, recurso único para la entrada de embarcaciones de todo tamaño al interior del lago. (Fotografía IV-6 y Fotografía IV-7)



Fotografía IV-6. Aspectos de las actividades de dragado en el Canal Perimetral II por parte de la Comisión de Pesca del estado



Fotografía IV-7. Formación de camellones de vegetación y sedimentos producto de las acciones de dragado.

Con este antecedente, en tanto se obtuvieran los resultados definitivos del estudio de ecología de la vegetación, se decidió abordar el problema de la infestación de los cerca de siete kilómetros de extensión que tiene el dren Tzurumútaró, el cual es el principal afluente del lago en la zona oriente y que se abastece principalmente a partir de los manantiales Chapultepec y la Alberca, situados en el ejido de Chapultepec, Municipio de Pátzcuaro (**Fotografía IV-8**).

Este dren presentó en su totalidad una infestación por dos especies principalmente *Berula erecta* y *Eichhornia crassipes*, lo cual se verificó a partir de los recorridos de campo (Fotografía IV-9 a Fotografía IV-11).



Fotografía IV-8. Ubicación del dren Tzurumútaro (área de trabajo) y el lago de Pátzcuaro



Fotografía IV-9. Aspecto general de la infestación del dren Tzurumútaro.



Fotografía IV-10. Aspecto de la infestación por *Berula erecta*



Fotografía IV-11. Presencia de *Berula erecta* y *Eichhornia crassipes* (acercamiento).

Los términos de referencia, elaborados para las actividades limpieza fueron planteados de la siguiente manera, de manera resumida:

Definición: Extracción por medios mecánicos y retiro de vegetación acuática ejecutado con equipo pesado o semipesado, incluyendo extracción, depósito temporal para drenado estático, drenado mecánico con equipo de compactación liso, la carga y acarreo en camiones de volteo al sitio indicado por el supervisor, descarga a volteo.

Requisitos de ejecución: Contar con el personal, maquinaria y equipo auxiliar para implantar procedimientos de extracción de malezas acuáticas en áreas definidas para su atención.

Se definirán las características y número de máquinas con sus respectivos implementos y accesorios así como cualquier equipo adicional que coadyuve para la extracción de la vegetación acuática.

Se deberán tomar las precauciones para que durante la ejecución de los trabajos, las superficies tratadas no se reinfesten por cualquier forma de aporte o rebrote de maleza acuática.

Programación: De manera conjunta se elaborará el programa de actividades con base en los tiempos y superficies por trabajar.

Personal y equipo: El personal y equipo a emplear será exclusivo del contratista y establecerá en base a su experiencia la táctica y la forma de ejecutar los trabajos para su mejor realización.

Supervisión: El contratista deberá brindar las facilidades necesarias al personal supervisor de los trabajos.

Criterio de pago: Durante la ejecución de los trabajos serán realizadas evaluaciones periódicas de los avances a través de visitas de verificación para establecer que se cumple con el programa de obra definido.

Una vez realizada la visita de reconocimiento del área a tratar se elaboraron los términos particulares siguientes:

Concepto: Extracción por medios mecánicos y retiro de malezas acuáticas localizadas sobre los aproximadamente siete kilómetros de longitud del dren Tzurumútaró, Municipio de Pátzcuaro, Michoacán. Extracción y depósito temporal para drenado estático, drenado mecánico con rodillo liso, carga, acarreo y descarga a volteo. La extracción y retiro de maleza en una franja igual al radio de acción de la máquina, para posteriormente quemar la materia vegetal ya drenada. Maquinaria: Dos dragas o excavadoras, un rodillo liso.

Personal: Dos operadores de maquinaria, dos ayudantes, cuatro encargados de recoger restos de vegetación a lo largo del dren. Unidad: Kilómetro lineal por el radio de acción de la máquina.

IV.1.6 Resultados de la limpieza del dren Tzurumútaró.

A partir de las visitas de reconocimiento a lo largo de los casi siete kilómetros del dren, desde su origen en el afloramiento del manantial Chapultepec, pasando por el manantial La Alberca y siguiendo su recorrido hacia el oeste, hasta el puente de la carretera que va de Tzurumútaró a Quiroga, y a dos kilómetros antes de la entrada del dren hacia el lago de Pátzcuaro.

Durante las visitas de reconocimiento se definió la longitud de la cobertura y las especies presentes y que representan un mayor problema para el dren. Resultó particularmente sorprendente e interesante reconocer a *Berula erecta* como la planta dominante en el dren, y como una especie con un potencial de incorporarse a la zona lacustre del lago. Tal situación no ha ocurrido aún y es un punto en el que se debe poner especial atención para definir las causas posibles, lo cual desde el punto de vista ecológico es de gran importancia. La otra especie de importancia en el dren fue *Eichhornia crassipes* (ver **Fotografía IV-9** a **Fotografía IV-11**). Se realizaron muestreos de la vegetación para determinar su densidad y biomasa, estimar el esfuerzo necesario para la limpieza y programar las actividades así como su duración, estos resultados se presentan en el capítulo 2 de este documento.

Se estimó con base en estos resultados un periodo de dos meses para su limpieza, lo cual varió debido a la descompostura de las máquinas por breves periodos pero que modificaron el calendario de trabajo.

Al principio de las actividades se promovieron reuniones con las autoridades de cada ejido para informarle de los trabajos y la forma en como se realizarían, de tal forma que se tuvieron tres reuniones, con el Comisariado Ejidal y autoridades del ejido Chapultepec, con los del ejido de Cadenas y con los del ejido de Tzurumútaró, todos estos ejidos por los cuales atraviesa el dren. En cada una de estas reuniones se elaboro en una bitácora de campo una pequeña minuta en la que plasmaban sus firmas como señal de que se les había solicitado el permiso correspondiente y su consentimiento.

De la misma forma, para registrar el grado de avance de los trabajos de limpieza, se registró en bitácora de campo la dinámica y los resultados de la limpieza, así como el levantamiento de un registro fotográfico. Finalmente al 31 de diciembre de 2008 los trabajos de limpieza mediante la extracción de la vegetación presente el dren abarcaron cinco de los siete kilómetros programados, quedando por concluir los otros dos kilómetros y los remanentes y rebrotes de la vegetación durante el mes de enero de 2009 (Fotografía IV-12 a Fotografía IV-16).



Fotografía IV-12. Aspectos de los trabajos de limpieza en el dren con maquinaria pesada y apoyo para agregar los tapetes de vegetación



Fotografía IV-13. Otra vista de los mismos trabajos de limpieza en donde se observa parte del dren ya libre de malezas.



Fotografía IV-14. Otro aspecto de la infestación del dren por *Berula erecta*.



Fotografía IV-15. Aspecto del dren antes de las acciones de limpieza.



Fotografía IV-16. Aspecto del dren después de las acciones de limpieza. Se observan los montículos de vegetación a ambos márgenes del dren listos para ser incinerados.

Los resultados de la limpieza del dren Tzurumútaro, son evidentes, y aún mas se aprecian en la opinión de los pobladores y usuarios de este sistema, quienes opinan que ha sido acertada su limpieza, con lo cual se ve “el río correr”, se podrán evitar inundaciones en la zonas de riego, se evitará la proliferación de mosquitos, habrá más visitantes de otras poblaciones que vendrá a pescar, incluso proveniente de la ciudad de Morelia, y en general el paisaje del lugar será más atractivo.

Sin embargo, el principal objetivo de la limpieza de este dren, que es el de evitar que toda esta vegetación penetre de alguna manera al lago, sobre todo en la época de lluvias, puede decirse que se ha cumplido.

A la culminación de este informe quedan por definir los acuerdos y acciones para el mantenimiento del dren por parte de los habitantes y usuarios, para lo cual se promoverá una reunión con el presidente municipal de Pátzcuaro y comisariados ejidales para este fin. La intención es proveer de un manual de operaciones de mantenimiento y herramientas para este fin.

También se tiene previsto construir retenidas de malezas en la entrada de los canales que llegan al dren principal y evitar la reinfestación de esta manera, ya que todos estos afluentes presentan una infestación elevada. Por lo tanto se espera que se pueda aplicar el mismo método de control en los canales más infestados.

IV.2 Control de hidrófitas enraizadas emergentes, enraizadas sumergidas y flotantes, así como sus sedimentos asociados en los senos Jarácuaro-Janitzio y Erongaricuario.

IV.2.1 Introducción.

Con respecto a uno de los principales objetivos relacionados con la parte operativa del proyecto, durante el presente año se estableció un convenio de colaboración con la Comisión de Pesca del estado de Michoacán para la remoción de la vegetación enraizada emergente (*Typha*, *Schoenoplectus*, *Arundo*, *Phragmites*), enraizada sumergida (*Potamogeton*) y libre flotadora (*Eichhornia*). Este convenio se realizó considerando varios aspectos importantes: la COMPECA resguarda y maneja diferentes tipo de maquinaria para el control de la vegetación en el lago de Pátzcuaro, a partir de la cual estableció un programa de control de vegetación y extracción de sedimentos, entre los equipos existentes se encuentran despalotizadoras, dragas, cosechadoras y equipos de transporte; cuentan con la experiencia suficiente para el manejo de dicha maquinaria y por último, trabajando mediante convenio, los costos de operación disminuyen notablemente, con lo cual la eficiencia y alcances del programa se ven beneficiados.

Las áreas de control definidas como primer avance fueron las correspondientes a los senos Jarácuaro-Janitzio y Erongaricuario, en congruencia con lo recomendado durante la evaluación preliminar desarrollada durante 2008, donde se establece esta zona como prioritaria de atención, sobre todo considerando la vegetación sumergida que propicia el frente de avance de la vegetación enraizada emergente como el tule y el carrizo.

El convenio se estableció a partir del mes de mayo, y el anexo específico se firmo en julio, sin embargo las labores de limpieza se llevaron a cabo hasta el mes de octubre debido a que fue hasta este mes que el lago tuvo la profundidad adecuada para que las máquinas pudieran entrar sin causar efectos adversos sobre las

áreas de control y considerando además que en estas zonas se realiza una pesca importante.

Para esta fase de 2009 se establecieron 20 has como meta de remoción. Cabe aclarar que estas labores de control sobre todo de vegetación sumergida, nada tienen que ver con el programa de mantenimiento de los canales perimetrales que la COMPECSA realiza a lo largo del año, por lo que estos resultados pueden definirse exclusivamente como una actividad del IMTA.

El control y medición del avance de los trabajos se llevó a cabo mediante visitas de supervisión a las áreas, acompañadas de levantamientos topográficos y anexos fotográficos que de manera oficial fueron proporcionados por la residencia operativa de la COMPECSA en Pátzcuaro. En la Figura IV-2 se presenta el área de trabajo para ubicar dichas actividades.

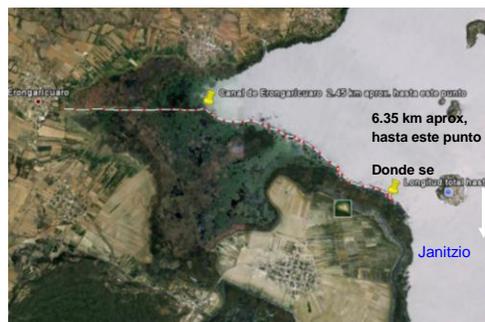


Figura IV-2 Área de trabajo de las actividades de control y remoción de la vegetación

A continuación se presentan los informes correspondientes a las distintas fases de operación divididas en primera, segunda y tercera estimación y avance de trabajo: Primera estimación de avance correspondiente a 1.4 has. (Figura IV-3).

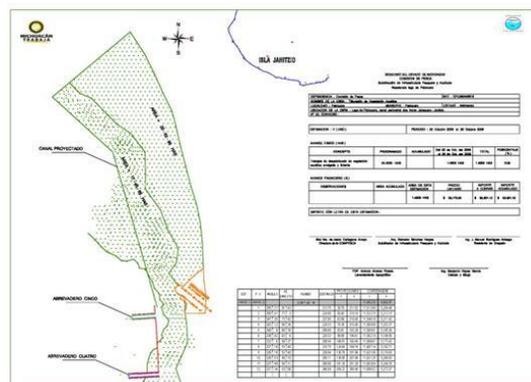


Figura IV-3 Primera estimación de avance

Fotos correspondientes a la primera estimación. Ver Fotografía IV-18 A Fotografía IV-22.



Fotografía IV-17 Despalotizador, vista del abrevadero cinco a Janitzio, inicio de trabajos 22 de octubre de 09



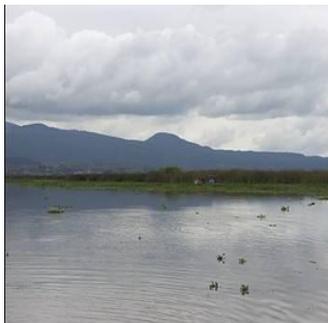
Fotografía IV-18 29 de Octubre de 2009



Fotografía IV-19 Vista del abrevadero cinco al área de trabajo, 22 de octubre de 2009



Fotografía IV-20 Vista al abrevadero cinco, 22 de octubre de 2009



Fotografía IV-21 Vista al abrevadero cinco, 22 de octubre de 2009



Fotografía IV-22 Vista del abrevadero cinco al área de trabajo 29 de octubre de 2009.

Segunda estimación de avance correspondiente a 2.04 has. (Figura IV-4).

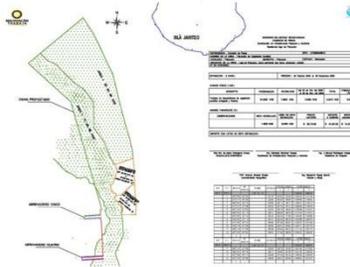


Figura IV-4 Segunda estimación de avance

Fotos correspondientes a la segunda estimación. Ver Fotografía IV-23 a Fotografía IV-27. Tercera estimación de avance a 3.08 has. (Figura IV-5)



Fotografía IV-23 Vista de la entrada al abrevadero cinco, al fondo el despalotizador donde cierra la estimación dos.



Fotografía IV-24 Vista donde termina el área de la estimación uno e inicia la estimación dos, al fondo el despalotizador cerrando el área de la estimación dos



Fotografía IV-25 Vegetación donde termina el área de la estimación dos e inicia la tres.



Fotografía IV-26 Vista del limite entre el espejo de agua del lago y la vegetación que se tritura.



Fotografía IV-27 Despolitizador triturando vegetación en el área de la estimación dos, vista del lago a la vegetación.

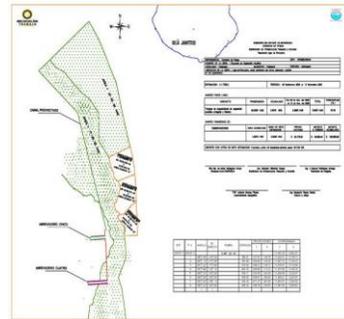


Figura IV-5 Tercera estimación de avance

Fotos correspondientes a la tercera estimación. Ver Fotografía IV-29 a Fotografía IV-32.



Fotografía IV-28 Vegetación triturada en el área de la estimación tres, vista de donde termina la área de la estimación dos e inicia la tres.



Fotografía IV-29 Vegetación triturada en la área de la estimación tres



Fotografía IV-30 Vegetación triturada en la área de la estimación tres



Fotografía IV-31 Despolitizador, trabajando en la área de la estimación tres.



Fotografía IV-32 Despaltizador, en la área de la estimación tres, vista del lago a la ribera.

IV.2.2 Actividades de control y remoción de vegetación en el canal de Erongarícuaro

Adicionalmente a las actividades de control y extracción de las especies de plantas enunciadas en el apartado anterior, e igualmente con base en las recomendaciones formuladas durante 2008, se decidió realizar acciones de control a lo largo del canal de Erongarícuaro, actividades cuya meta será encontrarse físicamente con las actividades realizadas por la COMPECA al sur de esta zona desde Jarácuaro hasta el frente de la isla de Janitzio. Dichas actividades, cubrieron como primera fase 4 has aproximadamente y estuvieron a cargo de la empresa Ansori, Construcciones, S.A, quienes cuentan con equipo especializado para estos fines.

A continuación en la Fotografía IV-33 se presenta una descripción de estas actividades:



Fotografía IV-33 Vista del canal de Erongarícuaro, antes y después del control y remoción de la vegetación.

En los últimos años, la falta de planeación de las actividades socioeconómicas ha provocado que fenómenos como el desarrollo urbano, la expansión de la superficie agrícola y la intensificación de las actividades turísticas generen efectos adversos al funcionamiento eco-hidrológico de esta subcuenca. Una manifestación de este deterioro puede observarse en la gran cantidad de desechos que se

emiten como descargas hacia las zonas de los ríos y flujos del lago de Pátzcuaro. Actualmente, se estima que este lago recibe diariamente un volumen de 28 mil 429 metros cúbicos de aguas negras.

Los principales contribuyentes de aguas residuales al lago son los municipios de Quiroga y Pátzcuaro, lo cual se explica por tratarse de los municipios más poblados, con mayor actividad económica. Estos dos municipios producen el 74.7% de las aguas residuales que se producen en la subcuenca, pero sólo tratan el 30% del volumen que 55 El aporte importante de este municipio al VACB de la subcuenca obedece a su número de habitantes, que resulta alto para los niveles poblacionales registrados en los demás municipios generan.

Por esta razón, se recomienda vigilar el óptimo funcionamiento de las plantas tratadoras existentes, así como ampliar la red de colectores municipal, a fin de optimizar la capacidad instalada en dichas plantas. Los desechos producidos por estos dos municipios se depositan en el lago a través de los emisores que conducen las aguas residuales municipales, las cuales se combinan con desechos derivados de actividades productivas, entre los que destacan los agroquímicos usados en la agricultura. El uso desmedido de agroquímicos produce un exceso de nutrientes y materia orgánica que afectan el equilibrio de los ecosistemas acuáticos, incrementando la eutrofización del lago.

De este modo, vemos cómo el grado de afectación de las distintas actividades económicas se traduce no sólo en una disfunción eco-hidrológica de la subcuenca, sino que representa una amenaza para la rentabilidad de actividades y servicios como el turismo, el comercio y la pesca, afectando con ello aproximadamente el 30% de la economía de la subcuenca.

Efectos negativos causados por plantas acuáticas

Efectos directos:

- a. Disminuyen la producción de alimento humano en los hábitats acuáticos y aledaños, tales como sitios de pesca y áreas cultivadas.
- b. Impiden el transporte de agua de irrigación y drenaje en canales y diques.
- c. Obstaculizan la navegación.
- d. Generan problemas en proyectos hidroeléctricos.
- e. Incrementan la sedimentación por atrapado de partículas, provocando el ascenso del lecho del cuerpo de agua.
- f. Afectan actividades recreativas, como son los deportes acuáticos y la pesca.

Efectos indirectos:

- a. Aumentan las pérdidas de agua por evapotranspiración, lo cual cobra importancia en zonas áridas y semiáridas.
- b. Facilitan la salinización de suelos agrícolas sometidos a sistemas de riego, al dificultar el drenaje del exceso de agua.
- c. Incrementan la incidencia de ciertas enfermedades, tales como malaria y esquistosomiasis, por la formación de micro-hábitat favorable para el desarrollo de los vectores de éstas.

Si bien todos los efectos mencionados en el ítem anterior generan problemas serios en diversas partes del mundo, entre los sistemas acuáticos artificiales más afectados se encuentran las zonas de riego, donde el crecimiento excesivo de estas plantas ocasiona interferencias no sólo en la recolección y almacenamiento del agua, sino en la asociación con cultivos como el arroz.

La vegetación que crece al interior de los lotes de arroz anegado puede ocasionar graves perjuicios al cultivo.

Estrategias de manejo y control de malezas acuáticas

Una propuesta integrada de carácter interdisciplinario se necesita para un exitoso manejo de las macrófitos acuáticas. Es fundamental la selección de la estrategia más apropiada de manejo, una que sea compatible con la calidad ambiental y la mejor relación beneficio/ costo.

Control preventivo

Construir apropiadamente el embalse de agua, ya que de igual manera será un hábitat propicio para el desarrollo de las malezas acuáticas. Escurrimientos periódicos de los reservorios de agua infestados con malezas, prevenir las dispersiones de propágulos de malezas mediante métodos cuarentenarios y con programas informativos.

Control físico

Incluye métodos manuales y físicos como también el uso del fuego. La corta y remoción de las plantas del seno del agua, tiene la ventaja de permitir el uso de esa biomasa. Los equipos de control mecánico como el uso de equipos de dragas para remover la vegetación y sedimento, especialmente en canales de riego y drenaje, ha sido efectivo, pero generalmente de costo muy elevado; además, deben repetirse dos a tres veces al año (Fernández *et al.* 1987; Dall'armellina *et al.* 1996). Los métodos mecánicos son muy usados en lagos, ríos y canales. Uno de los beneficios de este método es que la biomasa es extraída fuera del reservorio de agua y evita la descomposición de dicha biomasa en el agua, que suele provocar la muerte de los peces. Antes de proceder, se debe considerar

diversos factores como son el equipo y su costo de mantenimiento, disponibilidad de mano de obra, tipo de vegetación predominante, etc.

A continuación se presenta un informe de resultados de las actividades comprometidas en el canal de Erongarícuaro y el seno Jarácuaro-Janitzio. Figura IV-6. y Fotografía IV-34 a **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**



Figura IV-6 El área de trabajo se queda incluida en el rectángulo verde presentado en la figura. Se realizaron trabajos cubriendo 10 ha de control de vegetación.



Fotografía IV-34 Vista en campo del área de trabajo donde se aprecian malezas sumergidas y enraizadas emergentes.



Fotografía IV-35 Otra vista del área de trabajo en la que ya se ha hecho control de tule y carrizo, la baja profundidad durante el mes de junio no permitió la continuidad del trabajo de las máquinas.



Fotografía IV-36 Vista después de los trabajos de limpieza, en la que actualmente se está dando mantenimiento.



Fotografía IV-37 Otra vista hacia el seno Jarácuaro-Janitzio en el que se aprecia la infestación por malezas enraizadas sumergidas, uno de los principales problemas en esta zona somera del lago.



Fotografía IV-38 Vista actual de la misma zona con el espejo de agua recuperado.



Fotografía IV-39 Vista general a la salida del canal de Erongarícuaro hacia el interior del lago de Pátzcuaro, donde proliferan principalmente malezas como la ninfa (*Nimphaea mexicana*) y la hojilla (*Potamogeton pectinatus*).



Fotografía IV-40 Otra vista de la misma área presentando la misma problemática.



Fotografía IV-41 Vista del canal de Erongarícuaro hacia la salida al lago de Pátzcuaro.

NOTA: EN EL ANEXO II INCLUIDO EN EL DISCO COMPACTO ADJUNTO, SE PRESENTA EL ESTUDIO DE CONTROL BIOLÓGICO DE LIRIO ACUÁTICO CON HONGOS FITOPATÓGENOS Y ESCARABAJOS, REALIZADO EN EL ALGO DE PÁTZCUARO.

V. ANÁLISIS ECOLÓGICO DE LAS POBLACIONES EXÓTICAS Y NATIVOS DEL LAGO DE PÁTZCUARO.

V.1 *Análisis ecológico de la población de carpas (cyprinus carpio) lobina (micropterus salmoides) y tilapia (tilapia melanopleura) en el lago de pátzcuaro, mich.*

V.1.1. Introducción

La sobrepoblación de especies de peces exóticos en Pátzcuaro puede generar problemas en todo el ecosistema lacustre. Por un lado, estas especies pueden afectar la dinámica de las variables abióticas. La carpa, por ejemplo, ha generado aumento en la turbidez en prácticamente todos los lagos someros en donde son introducidas. (Sibbing, 1991.; Meijer *et al.*, 1990.; Breukelaar *et al.*, 1994; Cline, 1994) Por otro lado, las especies exóticas generan cambios dentro de las redes tróficas ocupadas por las especies nativas. Así, la presencia de especies exóticas en lagos someros, como la carpa y la tilapias, tienen un solapamiento en el nicho trófico de especies nativas como el ajolote en Xochimilco, llevado a una posible extinción local de los mismos. (Persson L. 1991.; Zambrano L. *et al* 1999.; Zambrano L. *et al* 2001.; Cahn A.R. 1929.)

En este tipo de casos un programa de restauración de un lago somero conlleva la necesaria reducción poblacional de estas especies exóticas. Es importante considerar que se habla de una reducción poblacional y no de una erradicación, puesto que la segunda es prácticamente imposible debido a que se requeriría demasiado tiempo, esfuerzo y dinero para lograr dicho objetivo. Sin embargo, y debido a que el efecto de las carpas sobre el ecosistema puede haber cambiado por completo la dinámica del lago, es necesario hacer una reducción dramática de las especies exóticas, con el fin de que el lago regrese a un punto estable en donde las especies nativas puedan sobrevivir y la transparencia del agua en el lago aumente.

Para esto, es necesario contar con un análisis pesquero que nos indique los tamaños poblacionales y densidades tanto de carpas como de tilapias en el sistema. Este análisis pesquero incluye también tamaños, edades, tasas de crecimiento y esfuerzo pesquero lo que permitirá evaluar la cantidad de pesca necesaria para comenzar a reducir la población.

La pesca la llevarán a cabo con los pescadores de la zona, por lo que es fundamental contar con una serie de talleres en donde estos, junto con los investigadores, desarrollen la estrategia pesquera que permita generar la mayor

cantidad de datos posible. Una buena comunicación con los pescadores es fundamental para poder obtener datos de calidad y para evitar problemas futuros en los planes de manejo.

Al mismo tiempo es necesario generar información sobre que posición tienen los organismos en la estructura trófica y las abundancias de sus recursos, como zooplancton y macroinvertebrados. Entender el funcionamiento de la red trófica de un ecosistema permite conocer el impacto que tienen las especies introducidas sobre las nativas. Esto facilita la elaboración de planes de manejo para la rehabilitación de las especies en peligro de extinción (Valiente-Riveros 2006).

El análisis de isótopos estables permite la caracterización de las redes tróficas así como de los niveles tróficos (Vander Zaden et al. 1999). La unidad de trabajo de los isótopos estables es la razón entre los isótopos de diferente peso en un elemento. Los elementos más comunes para este análisis son el carbono y el nitrógeno. Los isótopos utilizados en el carbono son el 12 y el 13, mientras que los isótopos utilizados para el nitrógeno son el 14 y el 15. (Fry, 2006) Por lo tanto, la anotación para describir la razón del nitrógeno es $d^{15}N$, que sirve para estimar la posición trófica del organismo.

Esto, se debe a que cada elemento dentro de la pirámide trófica se enriquece entre un 3-4 ‰ en relación a su presa (Minagawa et al. 1984). Por su parte, el $d^{13}C$ se utiliza para determinar la fuente alimenticia de los consumidores. Los isótopos de carbono cambian dependiendo del tipo de fotosíntesis que se realiza. Así, una planta C3 cuenta con una $d^{13}C$ diferente de las C4 y CAM en función del tipo de los catalizadores que existen en el proceso de la fotosíntesis (Vander Zaden et al. 1999; Fry 2006). Para la determinación de la firma isotópica ($d^{15}N$ y $d^{13}C$) se deben de coleccionar organismos como fitoplancton, zooplancton, quironómidos, macroinvertebrados y peces.

Conocer los hábitos alimenticios de las especies, sirve para determinar el nivel en el que se encuentran dentro de la red trófica de un ecosistema. Teniendo este conocimiento, se pueden predecir los efectos que tendría el cambio drástico de poblaciones abundantes como la carpa en Pátzcuaro (Granado-Lorencio C., 1996).

En este segundo informe se presentan los resultados de los muestreos realizados durante todo el periodo de secas del 2009. Consideramos al mes de junio dentro de la época de secas porque la precipitación media mensual fue equivalente a la registrada en la estación seca de años anteriores. En estos muestreos se obtuvo un análisis preliminar de la abundancia, densidad y biomasa de carpa y otras especies menos abundantes. Esta información será útil para generar estrategias de pesca para su reducción. La tercera salida de colectas se realizó ya durante los meses de septiembre y octubre por lo que ya se cuentan con todos los datos para generar un análisis de la situación poblacional de la carpa profundo. No se presentan los resultados de esta última serie de salidas.

V.1.2. Método

La heterogeneidad ambiental afecta la distribución de especies en los sistemas acuáticos debido a que genera parches con condiciones ambientales particulares así como también determina la disponibilidad de recursos. Las características específicas de un sitio, como la profundidad, la cantidad de nutrientes y la turbidez se encuentran relacionados con la composición de la comunidad de peces y la estructura trófica del sistema (Zambrano et al. 2010 a).

La regionalización del lago de Pátzcuaro se realizó con base en los siguientes parámetros físicos, químicos y biológicos: turbidez, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales, conductividad eléctrica, sulfatos, nitrógeno total, fósforo total, coliformes fecales y coliformes totales. Así como en el uso de suelo y la vegetación de las regiones cercanas a la costa (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) (Sanchez-Chavez et al. 2007).

Con esta información fue posible regionalizar el lago en tres zonas: sur, centro y norte. Quedando la zona sur representando la parte del lago más contaminada debido al aporte de desechos de la ciudad de Pátzcuaro y siendo esta la zona con mayor afluencia turística. La zona norte representa la parte del lago con una mayor influencia de la agricultura. La zona centro representa la parte del lago más conservada debido a la abundancia de vegetación que no ha sido impactada por las actividades humanas.

V.1.3. Resultados generados

A continuación se detallan los resultados generados en estos primeros cinco meses de trabajo, divididos en secciones temáticas.

Zonas de pesca

Se aumentaron a siete las zonas de muestreo de cinco previas, para contar más información sobre la abundancia de organismos en Pátzcuaro. Las siete zonas de muestreo buscaron abarcar la heterogeneidad ambiental del lago de Pátzcuaro (Figura V-1). El lago se puede dividir en tres regiones que son la zona norte, centro y sur.

En la zona norte se Tzinzuntzan, Santa Fe y San Jerónimo están en el norte del lago. El uso del suelo predominante en esta área es agricultura temporal y reforestación.

En la zona centro se ubican las localidades de Puacuario, Pacanda y Ucasanastacua, no presenta canales de navegación. El uso del suelo correspondiente a esta zona es de tipo forestal-boscoso, con la presencia de bosque de pino y encino.

En la zona sur se encuentra Ihuatzio que se encuentra cerca de Pátzcuaro. Esta región es muy somera, en ella se encuentran numerosos canales de navegación que son dragados continuamente para permitir el movimiento de embarcaciones. Esta área se encuentra rodeada por vegetación hidrófila.



Figura V-1 Localidades de pesca en el Lago de Pátzcuaro.

Talleres con los pescadores.

Previo a la captura de peces, se realizó un taller informativo en las comunidades de Ihuatzio, Puácuaro, Tzinzuntzan, San Jerónimo y Ucasanastacua con los pescadores de la localidad. El taller se utilizó para discutir las técnicas de colecta y los objetivos del proyecto. Se hizo énfasis en la necesidad de la colaboración conjunta entre pescadores de diferentes regiones del lago y de los investigadores del proyecto. La comercialización fue uno de los puntos más importantes en la discusión. Lo anterior con el fin de que la pesca se vuelva rentable y económicamente atractiva.

En todas las comunidades con las que se trabajó, los pescadores manifestaron su preocupación por la problemática de la carpa en el lago y destacaron los cambios observados en el lago desde su introducción. Entre ellos mencionaron: aumento en la turbidez, disminución del espejo de agua, y disminución de especies nativas (i.e. pez blanco, ajolote, acúmara, cheguas).

Todos expresaron interés en colaborar en el proceso de erradicación de la carpa, recalcando la necesidad de percibir algún tipo de beneficio económico que les permita continuar en dicha actividad y recuperar las especies de peces nativas con de mayor valor económico.

Durante la primera etapa se puso a prueba la posibilidad de que los pescadores ayudaran a coleccionar los datos de marca recaptura, previamente un entrenamiento. Por lo cual se les dejó a ellos unas plantillas de llenado. Sin embargo, al evaluar los datos registrados por los pescadores al cabo de dos semanas, concluimos que el método mostró poca confiabilidad en los resultados, puesto que solo tres planillas de 15 parecía que tenían datos certeros. Con estos resultados, decidimos no continuar con el programa de plantillas.

Métodos de Pesca

En cada comunidad participaron entre cuatro y nueve pescadores para la captura de carpas. En estas dos comunidades también colaboró un pescador de Xochimilco puesto que tenía experiencia en el proyecto de reducción de especies exóticas en su localidad.

En cada comunidad la pesca abarcó tres días. En los primeros dos días se marcaron, midieron y pesaron las carpas y tilapias, mientras que el tercer día se utilizaba para contar los individuos capturados y los recapturarlos. En zonas con poca abundancia de peces como Pacanda y Santa Fe se trabajó solo dos días uno en el marcaje y otro en la recaptura. En este tercer día la pesca fue repartida entre los pescadores y una pequeña parte fue utilizada para extraerles tejido muscular para análisis de isótopos de carbono y nitrógeno.

Se utilizó en todas las comunidades el chinchorro. En un inicio se hizo un piloto con una red tipo “calcetín” utilizada previamente en Xochimilco.

Sin embargo, este tipo de captura no fue posiblemente por la diferencia en morfología entre Pátzcuaro y Xochimilco y la densidad de peces más baja en Pátzcuaro. Por lo tanto, se mantuvo la colecta con el arte que los pescadores tenían.

Los chinchorros utilizados fueron muy parecidos en todas las comunidades pero variaron en longitud y luz de malla. En las comunidades de Ihuatzio, Puacuario, Tzinzuntzan y Ucasanastacua se utilizó un chinchorro de 300 m de largo y 4 cm de luz de malla. En el caso de San Jerónimo se utilizó un chinchorro de 250 m de largo y 1.5 cm de luz de malla. Finalmente, Pacanda y Santa Fe en utilizaron un chinchorro de 140 m de largo y 2 cm de luz de malla.

En las zonas lacustres correspondientes a las comunidades de Ihuatzio y Puacuario se realizaron lances en la zona pelágica, mientras que en las cinco localidades restantes los lances fueron en la zona ribereña del lago.

El tiempo de pesca en cada comunidad fue de 5 a 6 horas, y el tiempo promedio por lance fue de 20 a 40 minutos. Con fines comparativos los valores de abundancia se basaron en captura por unidad de esfuerzo (CPUE), utilizando el lance como la unidad, ponderada al número de metros del arte de pesca.

Colecta de tejidos para análisis de isótopos estables

Durante esta temporada se realizó la colecta de tejidos para análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno. Se muestrearon 6 regiones del lago, dos en la zona sur, una en la zona central (esta región está formada por tres puntos de muestreo distintos) y tres en la zona norte. Se tomaron muestras de sedimento, fitoplancton, zooplancton, Hyallelas, quironómidos, otros macroinvertebrados, charales (*Chirostoma* sp.), pescado blanco (*Chirostoma estor*), tiro (*Goodea atripinnis*), Chegua (*Allophorus robustus*), Carpa (*Cyprinus carpio*) y Tilapia (*Oreochromis aureus*).

El sedimento se obtuvo de manera manual con la ayuda de bolsas de plástico, se colectaron 150 ml en cada uno de los sitios. Para la recolección de zooplancton y fitoplancton se utilizó el método de filtración (Bonilla 1983). El volumen de agua que se filtró dependió de la cantidad de muestra. En el caso de los invertebrados, se obtuvieron mediante el uso de una red de cuchara, hasta que la cantidad de organismos fuera suficiente. Los peces se obtuvieron mediante el uso de chinchorro, se colectaron nueve individuos (tres de cada categoría de tamaño) para cada una de las especies. Todas las muestras permanecieron en congelación hasta el día en el que se procesaron.

Para realizar el análisis, se siguió el protocolo de la UC Davis Stable Isotope Facility, que contempla los siguientes pasos:

- Limpiar con agua destilada.
- En el caso de peces, tomar una muestra de tejido blanco.
- Los macroinvertebrados se procesan por grupos de varios individuos.
- Para el fitoplancton se usan filtros quemados.
- Colocar las muestras en viales.
- Secar durante 48 horas a 50 °C.
- Macerar las muestras con ayuda de un mortero de porcelana.
- Encapsular las muestras de acuerdo con los siguientes parámetros:

Sedimento: 5 – 10 mg

Fitoplancton: 2 - 3 mg

Tejido animal: 1 mg

Todas las muestras permanecieron en congelación hasta el día en el que se procesaron y serán enviadas a Davis Stable Isotope Facility, para su análisis.

Abundancia de peces

Los valores en tanto de CPUE como de densidad por Ha sugieren que existe una zonificación de abundancia de peces en el lago en abundancia.

CPUE ponderada

En las siete comunidades se capturaron un total de 4484 carpas, equivalente a 813 Kg. Los valores de CPUE ponderadas tanto en número como en biomasa indican diferencias significativas entre comunidades.

Valores de CPUE en número	<u>gl</u>	<u>Sum cuad</u>	<u>Prom cuad</u>	<u>F</u>	<u>p</u>
Lugar	6	5.02	0.84	14.40	3.83e ⁻
Residuales	82	4.77	0.06		

Valores de CPUE en peso	<u>gl</u>	<u>Sum cuad</u>	<u>Prom cuad</u>	<u>F</u>	<u>p</u>
Lugar	6	20.05	3.34	4.55	5.1e ⁻⁴
Residuales	80	58.8	0.73		

La comunidad de Ucasamastacua tuvo un número mayor que en las demás (comparación múltiple Tukey en todas las comunidades vs Ucasamastacua $p < 0.001$). La comparación en el resto de las comunidades no fue significativa (Figura V-2). Esto sugiere que las carpas están distribuidas de manera zonificada a en el lago.

Los resultados de en CPUE con base biomasa son contrastantes a los del número. Por ejemplo, en biomasa Ucasamastacua es significativamente menor a comunidades como Pacanda y Santa Fe demás (comparación múltiple Tukey en todas las comunidades vs Ucasamastacua $p < 0.001$). En la comparación entre las demás comunidades no hubo diferencias significativas (Figura V-3).

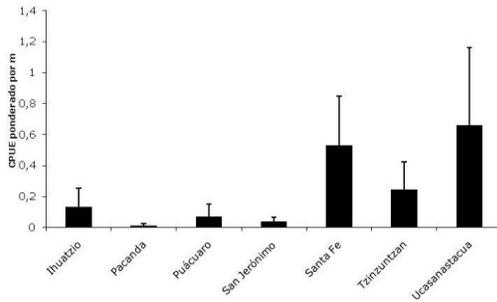


Figura V-2 Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de individuos ponderado en metros del arte de pesca para cada región

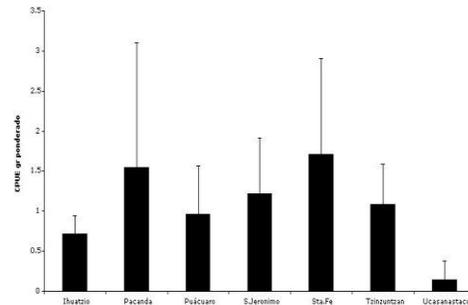


Figura V-3 Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de biomasa ponderada en metros del arte de pesca para cada región.

Densidad de carpas por hectárea

Para obtener la densidad por Ha se consideró el largo del chinchorro y con esa medida se realizó el cálculo del área de un círculo, de una elipse y de media elipse. En concordancia con los valores de CPUE, la densidad de carpas fue notablemente mayor en el área lacustre de Ucasanastacua y de Santa Fe, donde se registraron valores de 183.8 y 168.9 ind./Ha respectivamente (Figura V-4). Mientras que en peso se registraron valores mas altos de biomasa en Santa Fe y Puacuaró 18.1 y 16.1 Kg/Ha respectivamente (Figura V-5).

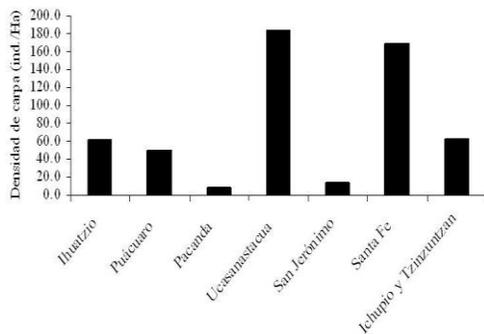


Figura V-4 Densidad de carpa en ind./Ha por comunidad.

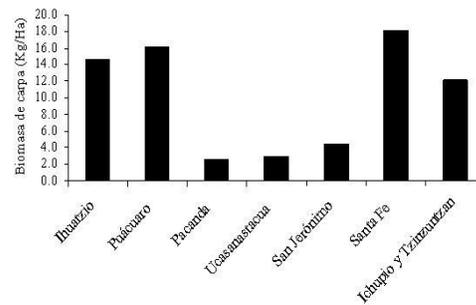


Figura V-5 Biomasa de carpa en Kg/Ha en cada comunidad.

Marca-recaptura

El segundo método de análisis de abundancia se basó en la marca-recaptura que pueden ser modificados para circunstancias como la de solo contar con dos visitas a cada zona de estudio (Besbeas, *et al.* 2002; Tabla V-1). Para estos análisis se utilizaron los datos de las carpas mayores a 12 cm, medida a partir de la cual los organismos eran marcados en la primera visita.

Con esta técnica sólo se pudieron recapturar en dos localidades Ihuatzio y Tzinzuntzan. Esto se debe en parte fue que sitios muy abundantes como Ucasanastacua la mayoría de los organismos contaban con organismos menores a 12 cm. Aun cuando existen modelos que pueden predecir la cantidad de organismos sin contar con una recaptura, estos resultados pueden no ser confiables por la cantidad de visitas que se realizaron. Por lo tanto los únicos sitios en donde se puede considerar el número potencial son en Ihuatzio y Tzinzuntzan. Además, los datos que surgen de la Tabla V-1 son contradictorios con los resultados demás métodos de análisis de abundancias. Por lo tanto hay que tomarlos con precaución. Es posible que para contar con información confiable sea necesario un esfuerzo de colecta mucho mayor.

Tabla V-1 Estimación del tamaño poblacional de carpas (N) en función de las carpas capturadas en la primer visita (M), número total de carpas capturadas durante la segunda visita (C), número de carpas recapturadas durante la segunda visita (R) y (ND) no hay dato para esas comunidades.

Localidades	Carpas marcadas en la 1 visita	Carpas capturadas en la 2 visita	Número de Carpas recapturadas	$N = \frac{MC}{R}$	$N = \frac{(M+1)(C+1)}{R+1} - 1$
Ihuatzio	490	754	3	123153	92675
Puacuaro	281	576	0	ND	162713
Tzinzuntzan	580	337	3	65153	49093
Ucasanastacua	85	3	0	ND	343
San Jerónimo	84	15	0	ND	1338
Pacanda	2	17	0	ND	53
Santa Fe	77	194	0	ND	15209

Tamaño de las carpas

La talla promedio de pesca fue de 16 cm de largo patrón (LP). Con excepción de Ucasanastacua de 4 cm y de 13 cm en Santa Fe, en las seis comunidades restantes presentaron valores promedio de LP entre 14 y 21cm (Figura V-6). El ejemplar de mayor tamaño se capturó en la localidad de Tzinzuntzan alcanzando un LP de 68 cm y un peso aproximado de 7Kg.

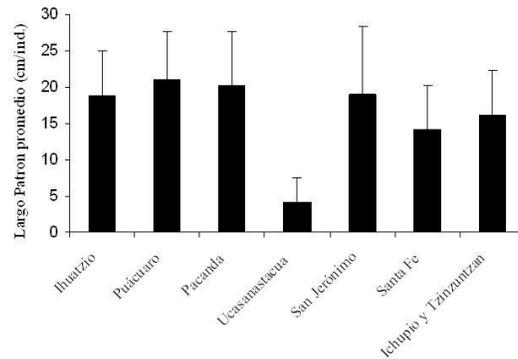


Figura V-6 Largo patrón promedio en centímetros, de las carpas capturadas en cada una de las comunidades.

Estos resultados sugieren que cuanto mayor es la densidad de carpa, menor es el peso promedio de los individuos capturados. Esto puede deberse a sitios más aptos para el crecimiento y desarrollo de juveniles, por lo cual se concentra un alto número de individuos pequeños, que podrían migrar a sitios más aptos para la reproducción. Lo que se confirma con la relación inversamente proporcional de la densidad de las carpas y su tamaño (Figura V-7).

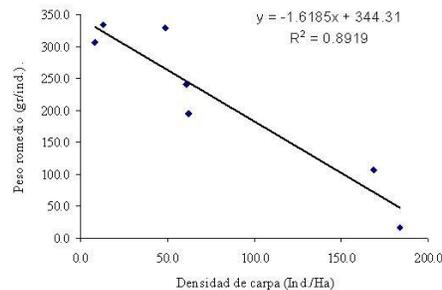


Figura V-7 Relación entre la Densidad de carpa y el peso promedio de los individuos.

Esfuerzo de captura

Existe una tendencia positiva en la relación entre CPUE y el esfuerzo (Figura V-8). Una tendencia negativa o parabólica sugeriría que el esfuerzo realizado para el muestreo es suficiente para comenzar a reducir las poblaciones de carpa. Sin embargo, estos datos sugieren que para reducir se necesita mucho más esfuerzo de captura.

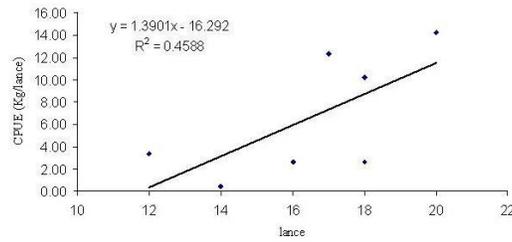


Figura V-8 Relación entre la CPUE de carpa y el esfuerzo

Relación talla-peso

La relación de talla-peso se obtuvo a partir de datos 65 carpas muestra un índice de condición de 2.79 (Figura V-9). Este índice es muy cercano al de carpas crecidas en embalses del Estado de México (2.90; González Yáñez et al 2002) o en Sevilla (2.74-2.94; Encina et al 2001). Lo cual sugiere que estos organismos están bien alimentados.

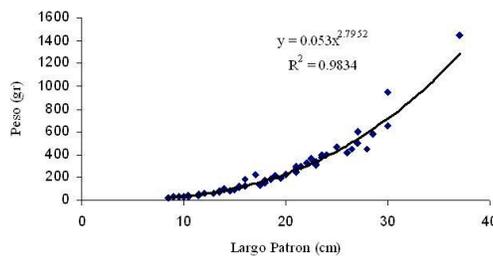


Figura V-9 Relación talla-peso para *Cyprinus carpio*.

Análisis de cohortes y crecimiento

Utilizando los datos obtenidos en las capturas, se generó un histograma de frecuencias de talla a fin de visualizar cohortes dentro de la población. A partir de estos datos se estimó la composición por edades utilizando el método de Bhattacharya (1967) y posteriormente se realizó un análisis de progresión modal. Una vez obtenidos estos datos se aplicó el método de Gulland & Holt (1959). La estimación de t_0 se hizo mediante el método de von Bertalanffy (1934).

Los resultados obtenidos a partir de estos cálculos arrojaron un valor de K (factor de crecimiento) de 0.35 por año, un valor de L infinito de 33.4 cm y un valor t_0 de 0.06. Con estos datos se generó la curva de crecimiento para la carpa (Figura V-10).

En la figura se puede comparar la curva de crecimiento para *Cyprinus carpio* obtenida a partir de nuestros datos (Li 34), y aquella obtenida a partir de valores de K y To extraídos de la bibliografía (Li 68).

Si bien las curvas son disímiles, a edades por encima de los 3 años, la información generada a partir de las colectas sugiere que en ambos casos los organismos colectados están dentro de los primeros dos años de vida ya que el largo patrón promedio de las carpas capturadas fue de 16 cm. Por lo tanto, la media de edad los individuos colectados en el Lago de Pátzcuaro es de entre 1.5 y dos años.

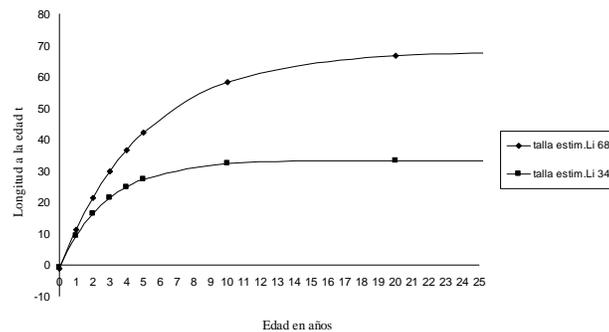


Figura V-10 Curvas de crecimiento en base a la ecuación de von Bertalanffy (1934). Talla estimada en la bibliografía (Li 68), talla estimada con los datos de Pátzcuaro (Li 34).

Proporción de sexos

La proporción de sexos del total de las capturas fue cercana al 1:1. El mayor porcentaje de individuos capturados fueron juveniles, individuos menores a 12 cm que no eran posible sexar a simple vista (Figura V-11). Esta talla puede estar cerca a la talla mínima reproductiva. Es necesario realizar estudios histológicos que permitan verificar esta afirmación. En otros sistemas con una temperatura constante de 15°C, las hembras alcanzan la madurez sexual a los 15 meses (Billard, 1999), en sistemas de Francia la madurez alcanza a los 2 años y en Israel al año de edad. Las edades de peces dentro de los sistemas mencionados, que pueden ser unos cuantos grados más fríos que en Pátzcuaro, concuerdan con el tiempo necesario para que las carpas lleguen a los 12cm de edad que es aproximadamente entre un año y dos. Sin embargo, existen otros casos en sistemas más fríos en donde la edad a la cual las carpas alcanzan la primera madurez sexual son más tardíos. En los lagos del Volga, por ejemplo, la madurez sexual se alcanza a los 4-5 años, mientras que en Polonia esta se da a los 3-4 años. En la mayoría de las comunidades los juveniles ocupan menos del 30% del número total excepto en Ucasanastacua (la más abundante) que tiene una abundancia cercana al 96 % (Figura V-12).

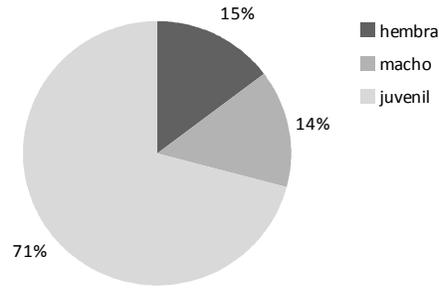


Figura V-11 Porcentaje de machos, hembras y juveniles del total de las capturas.

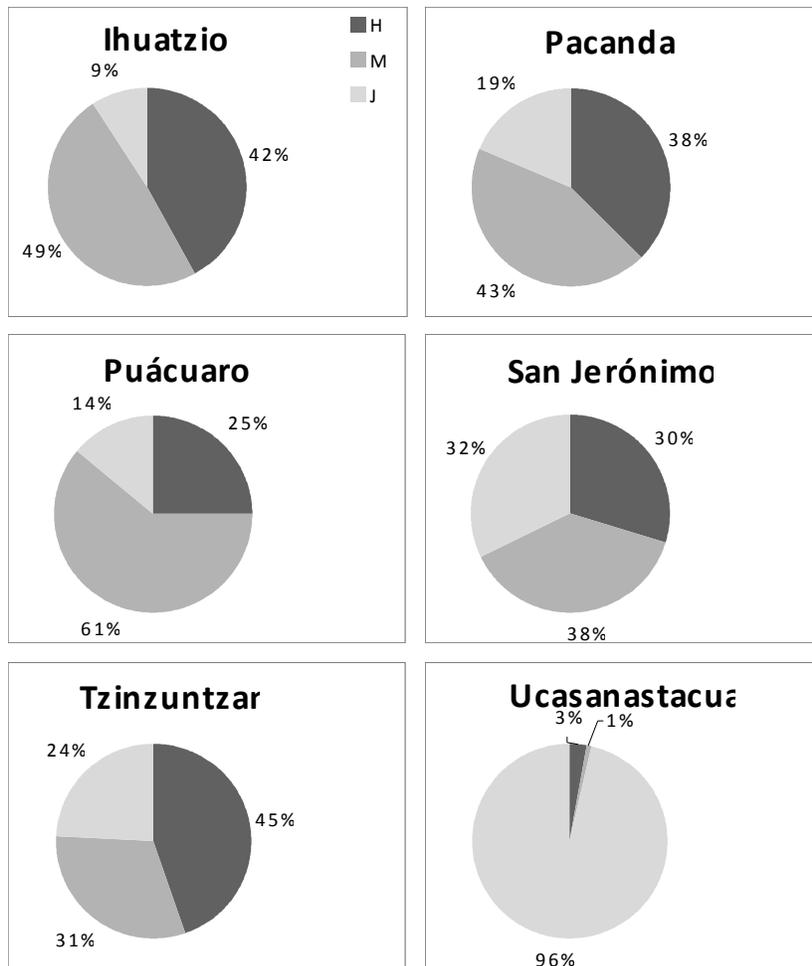
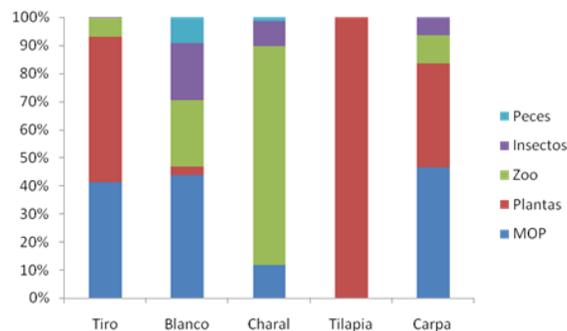


Figura V-12 Porcentaje de machos, hembras, juveniles para cada una de los sitios trabajados. H =Hembras, M =Machos y J = Juveniles.

Contenido estomacal

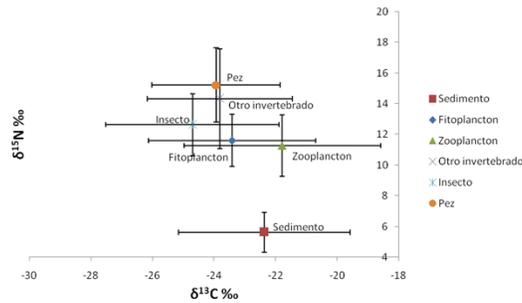
El análisis de contenido estomacal muestra que sí existe una diferenciación en el nicho trófico entre las distintas especies de peces. Siendo las tilapias las más herbívoras, los tiros y las carpas muestran un tipo de alimentación similar y el pescado blanco y el charal también presentan similitudes en sus contenidos estomacales, siendo estos los únicos peces en los que se halló la presencia de otros peces en su contenido estomacal (Gráfica V-1) Por lo tanto, se espera que exista competencia por alimentación entre el tiro y la carpa por un lado y entre el pescado blanco y el charal por otro.



Gráfica V-1 Contenido estomacal expresado en porcentaje del alimento total consumido, en los diferentes grupos de peces presentes en el lago de Pátzcuaro. Las categorías en las que se clasificó el alimento fueron: MOP, materia orgánica particulada como el detritus y materia orgánica no identificable; Plantas, restos de organismos fotosintéticos; zooplancton; insectos y peces.

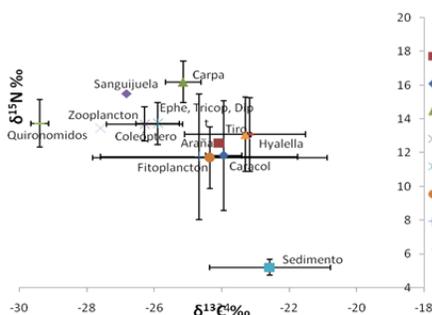
Isotopos estables de carbono y nitrógeno

La estructura trófica que se genera utilizando los seis grandes componentes del sistema, muestra una clara diferenciación en cuanto a los niveles tróficos presentes, siendo el sedimento la base del sistema, seguido por el fitoplancton y el zooplancton, un nivel trófico más arriba se encuentran los insectos y por encima de ellos otros invertebrados como los acociles, arañas, caracoles y sanguijuelas, en la cima de la estructura se encuentra el grupo de los peces. Se observa una variación grande en los valores isotópicos de carbono, lo que sugiere que el uso de suelo en las distintas regiones se encuentra afectando los valores de carbono o bien, que los organismos se alimentan diferencialmente en las distintas regiones (Gráfica V-2).

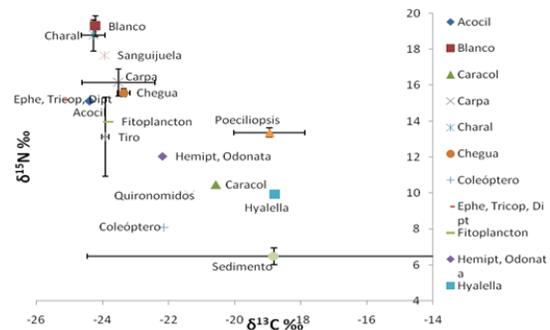


Gráfica V-2 Estructura trófica de los seis grandes componentes tróficos del lago de Pátzcuaro. Otro invertebrado: acociles, arañas, caracoles y sanguijuelas.

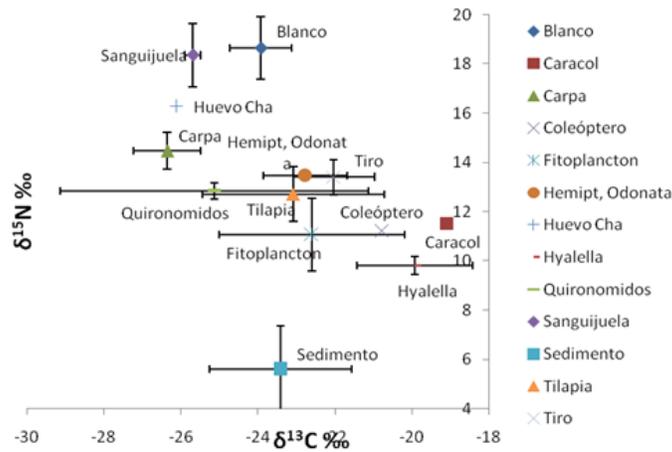
La regionalización del lago sugiere que efectivamente los valores de $\delta^{13}\text{C}$ dependen del uso de suelo, puesto que en la región del centro, que es la más conservada, se aprecia que los valores de $\delta^{13}\text{C}$ son menos negativos que en las regiones sur y norte. Es posible observar que la variación de $\delta^{13}\text{C}$ en la mayoría de los elementos es menor que la observada en todo el lago, lo que confirma las diferencias existentes en las firmas isotópicas entre las distintas regiones del lago (Gráfica V-3 a Gráfica V-5). Es necesario realizar este mismo análisis contemplando todas las muestras para tener información más confiable.



Gráfica V-3 Estructura trófica en la región sur del lago de Pátzcuaro, utilizando la media y la desviación estándar de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de los distintos componentes del sistema.

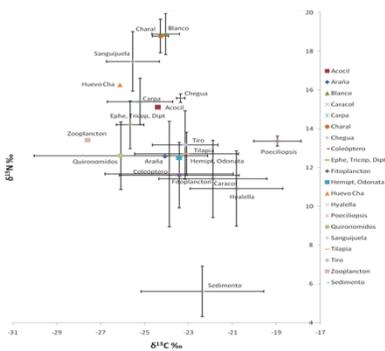


Gráfica V-4 Estructura trófica en la región centro del lago de Pátzcuaro, utilizando la media y la desviación estándar de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de los distintos componentes del sistema.

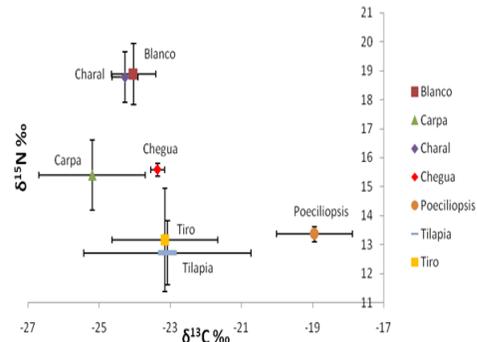


Gráfica V-5 Estructura trófica en la región norte del lago de Pátzcuaro, utilizando la media y la desviación estándar de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de los distintos componentes del sistema.

Haciendo un análisis de todos los componentes del sistema en todo el lago, es posible identificar niveles tróficos claros. Los peces presentan valores de $\delta^{15}\text{N}$ amplios, siendo la tilapia el pez con el valor más bajo (12.7 ‰) y el pescado blanco con el valor más alto (18.9 ‰), lo que demuestra la importancia de este grupo en la estructuración trófica del sistema (Gráfica V-6). Analizando los valores isotópicos de los peces presentes en el lago, se observa que tanto la carpa como la tilapia ocupan niveles tróficos parecidos a los de las especies nativas. La tilapia presenta valores isotópicos muy similares a los del tiro y la carpa se encuentra en el mismo nivel trófico que la chegua, lo que sugiere que existe competencia por el alimento entre las especies nativas y las introducidas. Los poecílidos se encuentran en el mismo nivel trófico que la tilapia y el tiro, sin embargo los valores de $\delta^{13}\text{C}$ muestran que el origen de su alimento es distinto. El pescado blanco y el charal presentan valores muy similares tanto en los valores de $\delta^{13}\text{C}$ como en $\delta^{15}\text{N}$, lo que sugiere que ocupan el mismo nicho trófico dentro del sistema (Gráfica V-8).

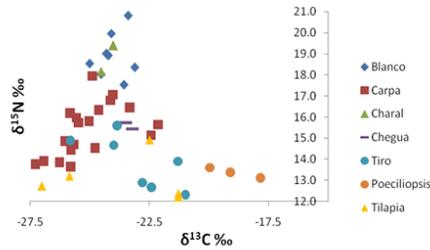


Gráfica V-6 Estructura trófica del lago de Pátzcuaro, utilizando la media y la desviación estándar de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de los distintos componentes del sistema.



Gráfica V-7 Valores isotópicos, media y la desviación estándar de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de los distintos peces presentes en el lago de Pátzcuaro

Al analizar las firmas isotópicas de los peces, usando los valores de cada organismo, se distingue que la carpa, el tiro y la tilapia ocupan los nichos tróficos más amplios, estas tres especies representan la mayor parte de la estructura trófica del lago (Gráfica V-8). Lo que sugiere que tienen una capacidad mayor para sobrevivir a los cambios dentro del sistema.



Gráfica V-8 Valores isotópicos $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de cada uno de los organismos de peces analizados.

V.1.4. Composición de la captura (otras especies)

En términos de número la carpa no fue la más abundante en las colectas, sino el charal (*Menidia sp.*) que dominó, alcanzando el 70% del total de los organismos capturados. Las especies de la familia Goodeidae, especialmente tiros (*Goodea atripinnis*) y en menor proporción cheguas (*Allophorus robustus*) fueron las segundas más abundantes. La carpa común (*Cyprinus carpio*) ocupa el tercer puesto. Se capturaron otras especies como tilapia, pescado blanco carpa herbívora, que en conjunto no superan el 0.5% del total de las capturas. Se colectaron solo dos acúmaras (*Algansea sp.*), en la zona de Puácuaro y doce pescados blancos (*Menidia estor*).

En términos biomasa, la carpa fue por mucho la especie dominante, representando el 78.6% de la pesca total (Figura V-13). Este resultado se observa en todas las comunidades con las que se trabajó, con excepción de Pacanda y Santa Fe, donde el mayor porcentaje de la biomasa total de peces correspondió a charales y tiros respectivamente (Figura V-14 y Figura V-15).



Figura V-13 Porcentaje de individuos capturados (figura izquierda) y kilogramos capturados (figura derecha) de las especies más abundantes durante la época de secas.

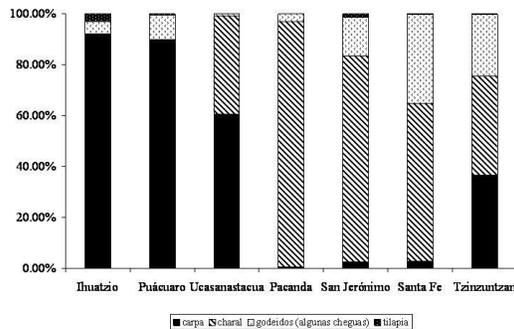


Figura V-14 Porcentaje en número de individuos por especie en cada comunidad

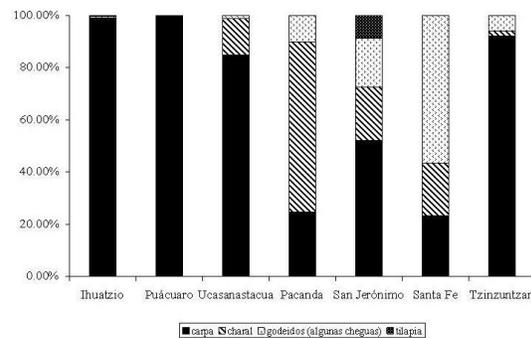


Figura V-15 Porcentaje en biomasa por especie en cada comunidad

Temperatura y penetración de luz

Cinco sensores de temperatura y de intensidad de luz (HOBO Pendant Data Logger) fueron colocados a principios del mes de junio. Dichos Hobos fueron programados para registrar datos de temperatura e intensidad lumínica, cada treinta minutos. Desde entonces han estado obteniendo información a lo largo del día. La primera recuperación de datos se llevó a cabo en el mes de octubre. Desafortunadamente uno de los sensores desapareció, pero los otros generaron suficiente información para comprender la dinámica del lago en cuanto a luz y temperatura. Un segundo problema que se generó es que algunos sensores se llenaron de sedimento lo que afectó la medición de luz, mientras que otros sensores comenzaron a flotar lo que hizo que no estuvieran registrando la intensidad de luz dentro del agua sino directamente la de la radiación solar. Se realizará un análisis más profundo de los datos para el siguiente informe.

Un promedio de los datos de temperatura a lo largo del día sugiere que el periodo más caliente es después de las 14:00 y dura hasta las 17:00 aproximadamente (Figura V-16). La diferencia en el comportamiento de la temperatura en los diferentes sitios donde se colocaron los sensores sugiere que existen sitios donde

existe una corriente más constante que permite mantener reducir los cambios de temperatura a lo largo del día mientras que en otros sitios el efecto diurno es más claro.

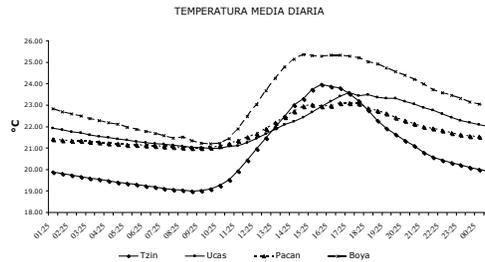


Figura V-16 Temperaturas promedio a lo largo del día en el agua en cuatro diferentes estaciones. Tzin = Tzinzuntzan, Ucas = Ucasanastacua, Pacan = Pacanda y Boya = boya cerca de Pátzcuaro e Ihuatzio.

En cuanto a la penetración de luz también existen diferencia entre las diferentes estaciones. Existen estaciones en donde la intensidad de luz es significativamente mayor que en otras en donde prácticamente no se ven muchas diferencias entre la penetración de luz del día y de la noche (Figura V-17Figura V-17). El pico de penetración de luz es alrededor de las 15.00 horas mientras que existe todavía algo de luz cerca de las nueve de la noche.

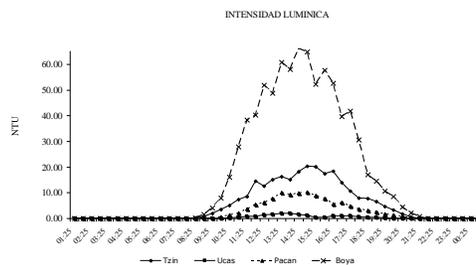


Figura V-17 Intensidad de luz promedio a lo largo del día en el agua en cuatro diferentes estaciones. Tzin = Tzinzuntzan, Ucas = Ucasanastacua, Pacan = Pacanda y Boya = boya cerca de Pátzcuaro e Ihuatzio.

Datos Fisicoquímicos

Los datos fisicoquímicos obtenidos fueron agrupados en seis zonas del lago: zona centro-este (desde Cucuchuchu hasta Ucasanastacua); zona centro-oeste (Puacuaro), zona centro (Isla Pacanda), zona sur este (Ihuatzio), zona noreste (San Jerónimo) y zona noroeste (Santa Fe y Tzinzuntzan). Las mediciones fueron realizadas entre los meses de febrero- julio del 2009 en el horario de 10 a 14 hs. Se muestrearon 50 puntos en total a una profundidad de 70 cm. Los valores de oxígeno disuelto no se presentan debido a que el sensor no arrojó datos

confiables. Para la medición de estos parámetros se utilizó una sonda multiparamétrica Hanna modelo HI9828, la cual era calibrada diariamente antes de comenzar con la toma de mediciones. Ver Tabla V-2.

Tabla V-2 Medición de los parámetros

Zona	Parámetros	Promedio	Desv.est.	N
Ihuatzio	pH	8.80	0.17	7
	Temperatura (°C)	21.39	2.36	7
	Conductividad (µS/cm)	952.14	51.80	7
Pacanda	pH	8.97	0.13	11
	Temperatura (°C)	21.52	1.50	11
	Conductividad (µS/cm)	1056.55	29.66	11
Puacuaro	pH	8.52	0.00	2
	Temperatura (°C)	19.38	1.04	2
	Conductividad (µS/cm)	1102.50	6.36	2
Santa Fe y	pH	8.66	0.11	4
Tzinzuntzan	Temperatura (°C)	21.12	1.87	4
	Conductividad (µS/cm)	1072.50	9.95	4
Ucasanastacua	pH	8.89	0.26	15
	Temperatura (°C)	22.14	1.54	15
	Conductividad (µS/cm)	1145.73	23.21	15
San Jerónimo	pH	9.04	0.19	11
	Temperatura (°C)	22.07	1.42	11
	Conductividad (µS/cm)	1163.45	15.75	11

V.1.5. Conclusiones

La carpa representa el 78 % de la biomasa total capturada durante las colectas, constituyendo así la especie dominante en kilogramos. Sin embargo, la especie dominante en número es el charal. En todas las regiones hay menos de 20kg por Ha.

La distribución de las carpas no es homogénea. Existe una mayor abundancia en la zona norte y sur de adultos mientras que en la zona centro existen muchos juveniles (salvo en Puacuaró). Esto se complementa con la relación inversamente proporcional entre la densidad de carpas y el peso promedio de los individuos. Esto sugiere que las carpas prefieren diferentes zonas a diferentes edades o tamaños. Esto genera una ventaja en el momento de la reducción de organismos porque si se quiere reducir a la población, se puede generar una estrategia zonificada.

Es posible que la carpa llegue a su madurez sexual entre el año y el año y medio en Pátzcuaro.

El análisis de las cohortes sugiere que las carpas cuentan con múltiples eventos de reproducción en el año puesto. Esto también es fundamental para las estrategias de reducción, puesto que la colecta entonces debe de ser a lo largo de todo el año.

El número de Tilapias capturadas no fue suficiente para poder realizar un análisis poblacional, lo que sugiere que la densidad es mucho menor a la esperada. Por otro lado el número de Lobinas capturadas fue nulo, lo cual tampoco permitió efectuar análisis poblacional.

Los análisis preliminares de datos sugieren:

- 1.- Existe una diferenciación de las firmas isotópicas debido al uso de suelo, lo que sugiere que el flujo de energía es diferente en las distintas regiones del lago.
- 2.- Existe una diferenciación en el nicho trófico de las distintas especies, sin embargo es posible que exista competencia por recursos alimenticios entre las especies nativas y las exóticas de peces.
- 3.- Los amplios nichos tróficos tanto de la carpa como de la tilapia, las hacen más resistentes a los cambios que puedan producirse en el ambiente, lo que las convierte en especies que amenazan la integridad de las poblaciones nativas.

Recomendaciones iniciales

Para el proyecto de reducción es fundamental enfocarse a la carpa y no a las otras especies exóticas puesto que no parece que tengan gran importancia. Sin embargo, es importante estar cuantificando constantemente a las otras especies exóticas porque es posible que sus poblaciones estén suprimidas por la alta presencia del ciprínido.

La baja cantidad de carpas (<20kg/ha), su zonificación tanto en abundancia como en tamaño, y las horas de trabajo invertido por los pescadores hacen difícil el pensar en un proyecto que abarque a todas las comunidades en el que el producto pueda ser hecho harina.

Es posible que la estrategia de extracción se tenga que zonificar, fomentando la pesca comercial en unas comunidades y pagando a los pescadores para que extraigan en las zonas donde la pesca es menos comercial. Por ejemplo, habría que enfocar atacar las zonas donde están los juveniles para evitar que se recluten en el mediano plazo.

También que habría que aumentar considerablemente el esfuerzo de colecta. Con estos datos todavía es algo temprano para saber exactamente cuantas toneladas se

V.2 Sitios para la sobrevivencia de achoques y peces nativos y análisis poblacional de peces exóticos en el lago de Pátzcuaro, Michoacán

V.2.1. Introducción

La calidad del agua determina si una especie puede sobrevivir en un lago o en una región de un lago (Zambrano et al., 2010). Por lo tanto, la contaminación generada por las diferentes actividades antropogénicas modifica la capacidad de un organismo para sobrevivir en su hábitat original. Sin embargo, la calidad del agua no sólo depende de los contaminantes que arriban al sistema sino también de la dinámica interna generada por los propios organismos. Las relaciones que tienen los peces, anfibios, invertebrados, zooplancton, algas y sedimentos entre sí también pueden influir en la calidad del agua.

La composición de la comunidad de vertebrados depende de la estructura trófica de un lago y de la calidad del agua. En un ecosistema perturbado es común que aparezcan especies dominantes o que exista remplazo de especies (DeAngelis et al., 1989). Como consecuencia, la red trófica cambia y genera un deterioro en la calidad del ecosistema, una pérdida de diversidad y una reducción en su producción (Scheffer et al., 2003).

Además, los lagos no son homogéneos y se pueden regionalizar con base en la calidad del agua y en la estructura de la comunidad. Esta regionalización es fundamental para los programas de manejo de un lago. Tal es el caso del lago de Pátzcuaro que presenta alteraciones antropogénicas históricas como consecuencia de las actividades productivas como la pesca, el turismo y la agricultura (Bernal-Brooks, 2002).

El deterioro del lago de Pátzcuaro ha provocado que pasara de ser una de las zonas pesqueras dulceacuícolas más importantes del país a un lago con poca productividad. A partir del año 1988, la industria pesquera comenzó a decaer principalmente por la sobrexplotación, la alteración de la calidad del agua y la introducción de especies exóticas (Orbe-Mendoza y Acevedo-García, 1991).

Existen 12 especies de peces y un anfibio que tienen importancia comercial en Pátzcuaro, de los cuales cuatro son especies introducidas. El anfibio conocido como achoque (*Ambystoma dumerilii*) es una de las especies más importantes por su valor cultural y su ubicación en la cima de la estructura trófica. Los peces de la familia Atherinopsidae como el pez blanco (*Chirostoma estor*), el charal blanco (*Chirostoma grandocule*), el charal pinto (*Chirostoma patzcuaro*) y el charal prieto (*Chirostoma attenuatum*) son la base pesquera tradicional y turística de la región. Otras especies nativas de importancia comercial son la acúmara (*Algansea lacustris*), el tiro (*Goodea atripinnis*), la chegua (*Allophorus robustus*) y el choromu (*Allotoca diazi*). Además, existen cuatro especies exóticas que fueron introducidas para aumentar la actividad pesquera: la carpa (*Cyprinus carpio*), la tilapia (*Oreochromis aureus*), la lobina (*Micropterus salmoides*) y el charal (*Chirostoma humboldtianum*) (Orbe-Mendoza y Acevedo-García, 2002).

La heterogeneidad espacial en las condiciones fisicoquímicas de los hábitat y en los recursos alimenticios afecta directamente la composición de las comunidades en los cuerpos de agua (Zambrano et al., 2010; Cordova-Tapia, 2011), siendo el cambio de uso de suelo uno de los principales factores que influyen directamente en la formación de parches ambientales en los cuerpos de agua. La heterogeneidad de un lago genera distribuciones diferenciales de las distintas especies, puesto que no todas las condiciones del lago permiten su supervivencia y reproducción.

Las especies nativas del lago de Pátzcuaro tienen un nicho trófico único, mientras que las especies exóticas comparten nichos tróficos sus entre sí y con las especies nativas, lo que sugiere que existe una competencia entre éstas por

recursos alimenticios (Cordova-Tapia, 2011). La amplitud de nicho trófico y la competencia entre las especies puede favorecer la proliferación de las especies exóticas y disminuir las poblaciones de las especies nativas. Para generar programas de manejo y restauración adecuados es fundamental entender la dinámica espacial y temporal del lago. Para lograrlo es necesario hacer un análisis de la heterogeneidad espacial de la calidad del agua, no sólo con base en las características limnéticas básicas sino también en contaminantes biológicos como presencia y abundancia de bacterias. Además, es necesario entender la estructura trófica del lago en las diferentes regiones y llevar a cabo estudios poblacionales de las especies exóticas que tengan como resultado planes para la reducción de sus poblaciones. Con esta información será posible establecer sitios potenciales para la conservación de especies nativas dentro del lago y generar estrategias de restauración.

V.2.2. Método

Los muestreos se llevaron a cabo del 30 de agosto al 2 de septiembre de 2011 y del 5 de diciembre al 11 de diciembre de 2011, periodos correspondientes a la temporada de lluvias y secas, respectivamente. Dichos muestreos se realizaron entre las 9 y las 16 horas. Se realizaron dos tipos de muestreo, uno por regiones para la colecta de peces y otro puntual para la toma de datos fisicoquímicos, bacteriológicos y densidad de quironómidos.

Análisis de la comunidad de peces

El lago se dividió en seis zonas para conocer la distribución espacial de los peces: San Jerónimo, Tzintzuntzan, Cuello, Pacanda, Napizaro y Embarcadero (Figura V-18). En cada sitio se realizaron seis lances, tres con chinchorro charalero (75 x 5 m, luz de malla de 1 cm) y tres con chinchorro carpero (150 x 9 m, luz de malla de 4 cm). Se contó y se pesó el total de individuos capturados. Adicionalmente, se tomaron las medidas merísticas de 30 individuos de cada especie por lance. El análisis de contenido estomacal se realizó por medio de estimación porcentual.



Figura V-18 Regiones de pesca en el lago de Pátzcuaro. Imagen obtenida a partir de Google Earth.

Análisis de parámetros fisicoquímicos

Se tomaron muestras en 39 sitios distribuidos en todo el lago (Figura V-19). Mediante el uso de una sonda multiparamétrica YSI (6600V2) y un disco de Secchi se tomaron los siguientes parámetros fisicoquímicos: profundidad (m), temperatura (°C), pH, oxígeno disuelto (mg/l), conductividad (mS/cm), sólidos disueltos totales (mg/l), turbidez (NTU) y transparencia (cm).

Se realizaron interpolaciones para cada variable en ambas temporadas, con el fin de calcular los valores de los parámetros en las localidades en las que no se tomaron muestras. Se utilizó el programa AcrGIS versión 9.3 aplicando la técnica de interpolación con la media ponderada por el inverso de la distancia o IDW (Inverse Distance Weighted). Esta técnica supone que conforme un punto se aleja de otro se van perdiendo las similitudes entre ellos. Por lo tanto, los puntos más cercanos tienen un mayor peso que los que se encuentran en una posición lejana.



Figura V-19 Puntos de muestreo para las variables fisicoquímicas. Los puntos rojos corresponden a los sitios muestreados durante la temporada de lluvias, y los azules a la temporada de secas.

Análisis de nutrientes

El análisis para la determinación de nutrientes de las muestras de agua se realizó en diez puntos (Tabla 1; Figura 3). El análisis se realizó con un espectrofotómetro portátil marca HACH (DR2400). Se analizaron los siguientes parámetros de acuerdo con las técnicas propuestas en el manual de operación (HACH, 2002):

- Fósforo total. Método PhosVer3 con digestión ácida USEPA (0.06 a 3.50 mg/L P); método de molibdato con digestión ácida con persulfato (1 a 100 mg/L PO43-).

- Ortofosfatos. Método aminoácido (0.23 a 30.00 mg/L PO₄³⁻), ácido ascórbico PhosVer3 USEPA (0.02 a 2.50 mg/L PO₄³⁻).
- Nitrógeno total. Método de digestión con persulfato (10 a 50 mg/L N) (0.5 a 25.0 mg/L N).
- Amonio. Método de salicilato (0.02 a 2.50 mg/L NH₃ -N).
- Nitratos, método de reducción por cadmio (0.01 a 0.50 mg/L NO₃ -N).

Para llevar a cabo la digestión de las muestras de fósforo total y nitrógeno total, se utilizó el digestor Digital Reactor Block 200 de la marca HACH (DRB200).

Análisis bacteriológico

Para el análisis bacteriológico, las muestras de agua se tomaron en diez puntos (**Figura V-20** y **Tabla V-3**). Para la cuantificación de coliformes fecales y enterococos fecales, las muestras se analizaron mediante el método de filtración a través de membrana, (Murray et al., 1995; APHA, 2005).

Se utilizaron membranas de 0.45 µm (acetato de celulosa Millipore MF tipo HA, Millipore Corp. Bedford, MA). Debido a que se analizaron muestras ambientales y a su alta densidad bacteriana se decidió realizar diluciones para poder cuantificar las poblaciones (10⁰, 10⁻¹ y 10⁻²) en buffer de fosfatos a pH 7 tomando 1 mL de la muestra y se colocó en 9 mL de buffer. Se homogenizaron con un vórtex GENIE Modelo SI-T236 y se filtraron. Las membranas fueron colocadas en diferentes medios de cultivo:

- Agar M-FC (Becton Dickinson, Cockeysville, MD, USA) para coliformes fecales.
- Agar KF (Becton Dickinson, Cockeysville, MD, USA) para enterococos fecales.

Los enterococos fecales se incubaron a 35 ± 0.5 °C por 48 horas y los coliformes fecales a 44.5 ± 0.5 °C durante 24 horas (Murray et al., 1995; APHA, 1998). Se cuantificaron y se reportaron en unidades formadoras de colonia en 100 mL (UFC/100 mL).

Análisis de la densidad de quironómidos

Para el análisis de la densidad de quironómidos se seleccionaron 10 sitios de muestreo en ambas temporadas (**Figura V-20** y **Tabla V-3**). Los quironómidos fueron

colectados en lirios y en sedimento. La muestra de lirio se colectó al azar. En caso de no registrar la presencia de lirio en el sitio, se registró como “no dato” (ND). Posteriormente, se analizaron los lirios in situ para extraer los quironómidos. Se pesó la cantidad de lirio analizada, se contó el número de quironómidos extraídos y se estandarizó a número de individuos por kilogramo de lirio.

El sedimento fue colectado por medio de una draga tipo Ekman. En la temporada de lluvias, el sedimento fue almacenado en bolsas de plástico para su posterior análisis en laboratorio. En la temporada de secas, se realizó el análisis in situ. En ambos casos, se pesó la cantidad de sedimento extraído, se filtró a través de un tamiz de luz de malla de 1 mm y posteriormente con uno de 500 μm . Se contó el número de quironómidos extraídos y se realizó una estandarización a número de individuos por kilogramo de sedimento.

Tabla V-3 Puntos de muestreo para el análisis de nutrientes, análisis bacteriológico y análisis de densidad de quironómidos.

Puntos	Nombre	Lluvias (A)		Secas (B)	
		Coordenadas (UTM)		Coordenadas (UTM)	
1	Tzintzuntzan	232192	2175336	231961	2176272
2	San Jerónimo	229491	2176861	226791	2177958
3	Cuello	225760	2174806	224569	2173104
4	Pacanda	221751	2169898	221805	2170325
5	Napizaro	222361	2166649	218375	2168660
6	Janitzio	218663	2168445	222312	2166382
7	Jarácuaro	221900	2164817	221954	2163881
8	Camino Hitzio	223005	2164817	223357	2165433
9	Ihuatzio	225496	2164651	225440	2164876
10	Embarcadero	224562	2163629	224472	2163805



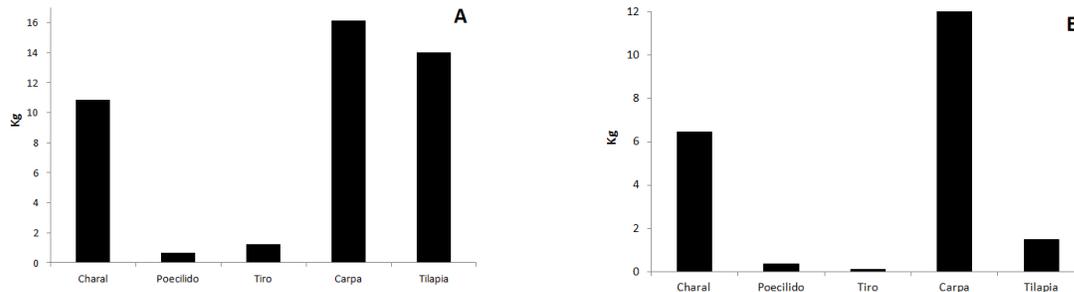
Figura V-20 Puntos de muestreo para el análisis de nutrientes, bacteriológico y de densidad de quironómidos. 1: Tzintzuntzan; 2: San Jerónimo; 3: Cuello; 4: Pacanda; 5: Napizaro; 6: Janitzio; 7: Jarácuaro; 8: Camino Hitzio; 9: Ihuatzio; 10: Embarcadero. A: Lluvias (rojo), B: Secas (blanco). Imagen obtenida a partir de Google Earth.

V.2.3. Resultados

Análisis de la comunidad de peces

Kilogramos totales

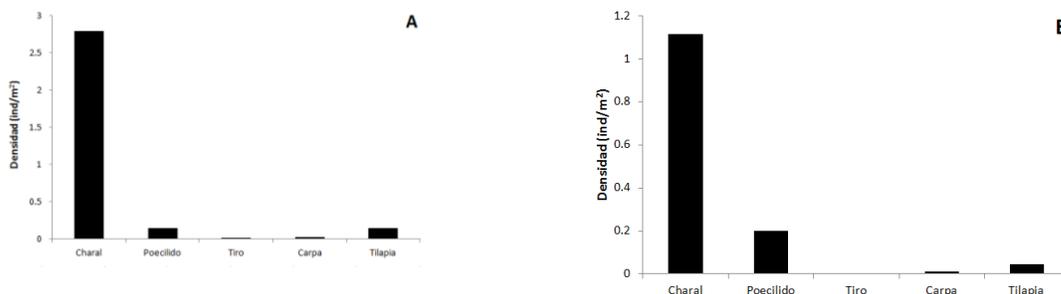
La captura de peces en temporada de lluvias fue mayor que en temporada de secas (Grafica V-1). En ambas temporadas se capturó una mayor cantidad de biomasa de carpa, mientras que los poecílicos y los tiros se capturaron en menor proporción. Se encontró una amplia variación en la captura de tilapia entre temporadas. Se capturó una mayor biomasa de charal en la temporada de lluvias, en comparación con la de secas. No se capturó ningún individuo de achoque y solo un individuo de pez blanco fue colectado, por lo que estas especies fueron excluidas de los análisis.

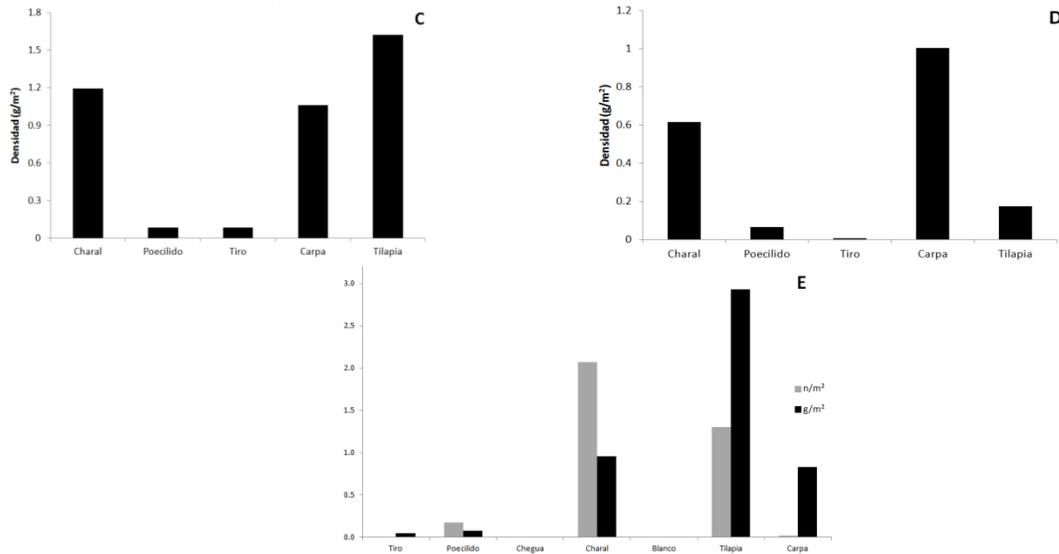


Grafica V-1 Biomasa total (Kg) de peces capturados en ambas temporadas. A: temporada de lluvias, B: temporada de secas.

Densidad total por especie

La especie que presentó la mayor densidad en número de individuos fue el charal (Grafica V-2). La densidad de individuos y de biomasa del charal fue el doble en temporada de lluvias en comparación con la temporada de secas. La tilapia y la carpa presentaron la mayor densidad de biomasa en temporada de lluvias y de secas, respectivamente. La densidad de biomasa de la tilapia fue más de nueve veces mayor en temporada de lluvias que en secas.

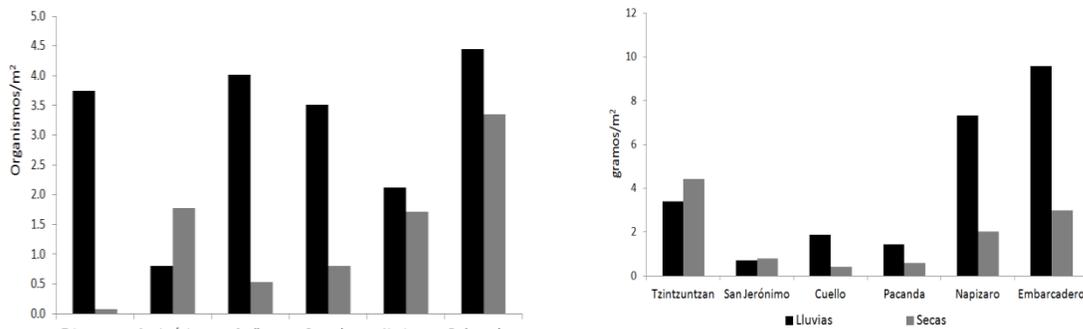




Gráfica V-2 Densidad de peces en número de individuos y biomasa por especie entre temporadas. A: densidad de individuos en lluvias, B: densidad de individuos en secas, C: densidad de biomasa en lluvias, D: densidad de biomasa en secas, E: densidad promedio.

Densidad total por sitios

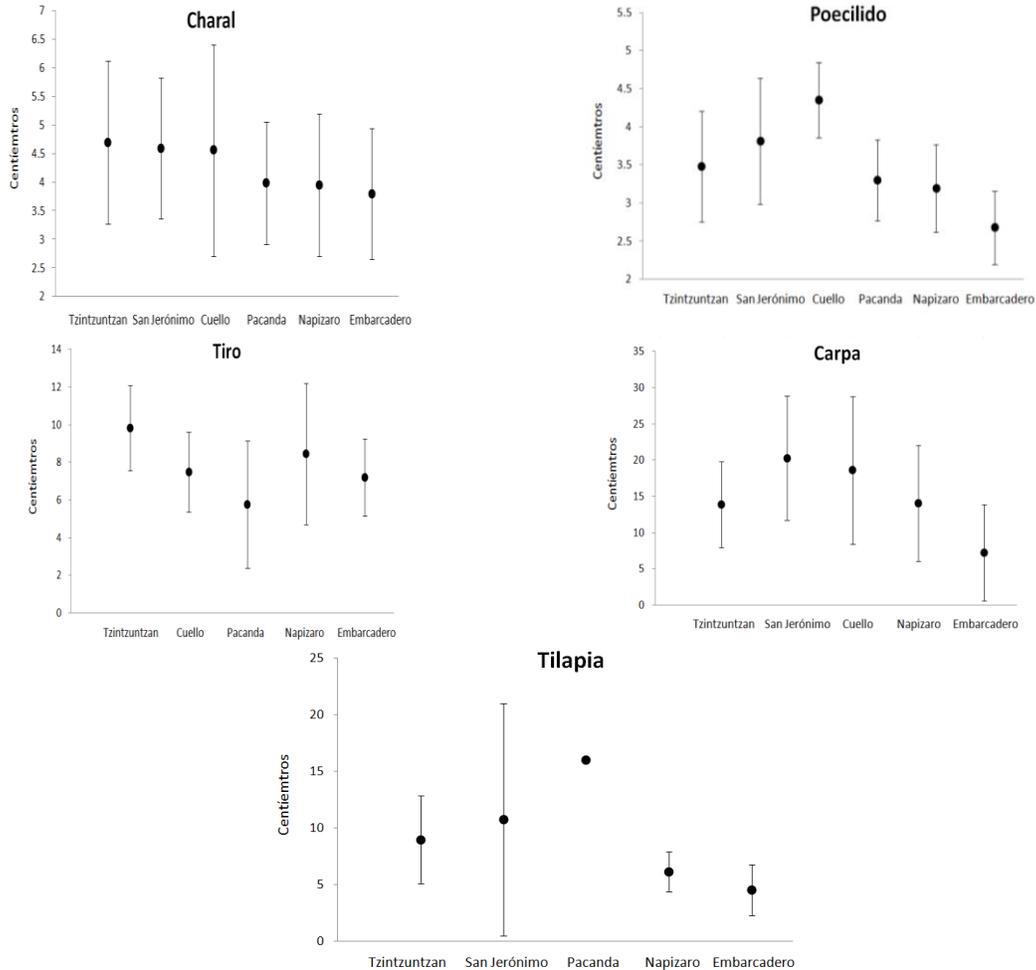
El embarcadero presentó la mayor densidad de organismos en ambas temporadas (Gráfica V-3). En cuanto a biomasa, los sitios con mayor densidad fueron Embarcadero y Tzintzuntzan en la temporada de lluvias y secas, respectivamente.



Gráfica V-3 Densidad total por sitios en número de organismos y biomasa (gramos) en ambas temporadas.

Tallas promedio por sitios

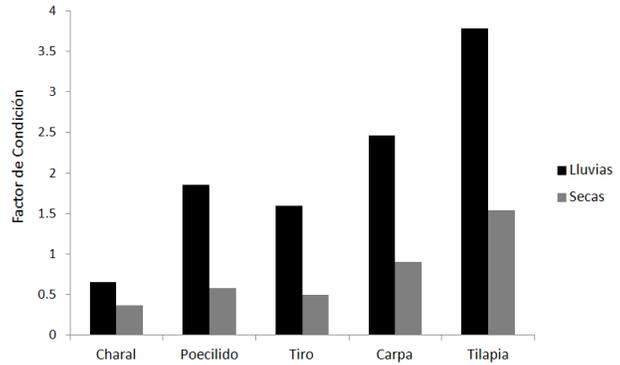
Las tallas promedio de los charales, poecílicos, carpas y tilapias fueron menores en los sitios de Napizaro y Embarcadero (Gráfica V-4).



Grafica V-4 Largo patrón promedio de las especies en cada uno de los sitios.

Factor de condición

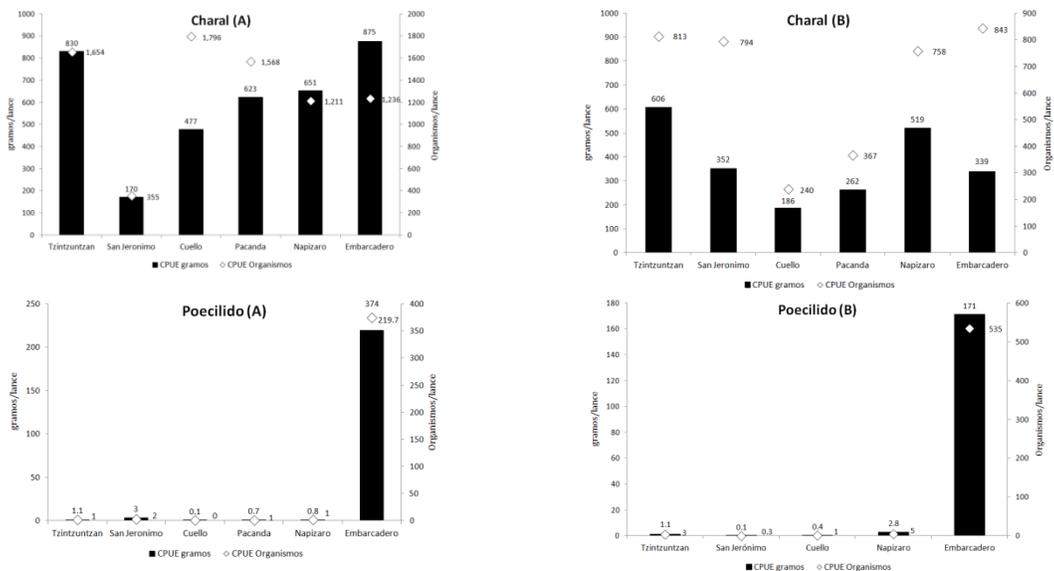
El factor de condición es una relación entre la talla y el peso de un individuo. Esta relación fue mayor en la temporada de lluvias que en la de secas para todas las especies (Grafica V-5). Esta diferencia indica que en la temporada de lluvias los animales tienen una mayor biomasa por unidad de crecimiento, esto sugiere una mayor disponibilidad de alimento.

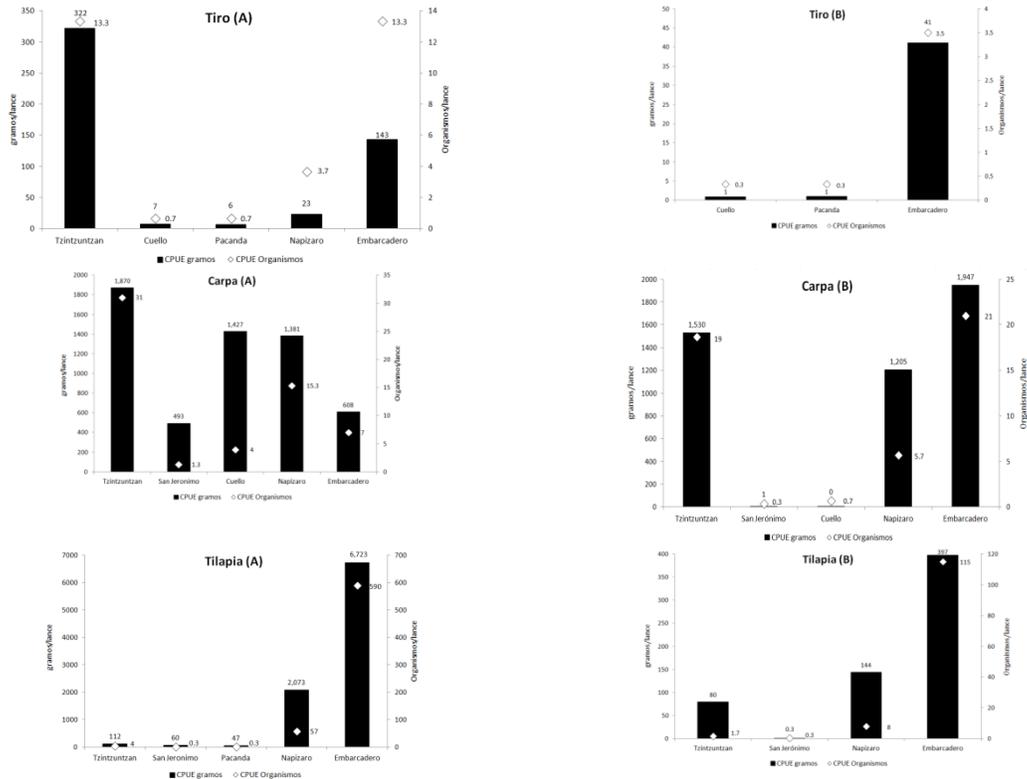


Grafica V-5 Factor de condición por especie en ambas temporadas.

Captura por unidad de esfuerzo

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) muestra la distribución de la biomasa y el número de individuos en cada zona en ambas temporadas (Grafica V-6). Los resultados muestran una mayor densidad de todas las especies en la zona del Embarcadero. En el caso de los poecílicos y las tilapias, su distribución parece estar restringida únicamente a este sitio. El sitio Tzintzuntzan también representó un lugar de alta biomasa e individuos principalmente para los charales, el tiro y la carpa. Los charales presentaron una amplia distribución en todos los sitios y en ambas temporadas con respecto a las demás especies.

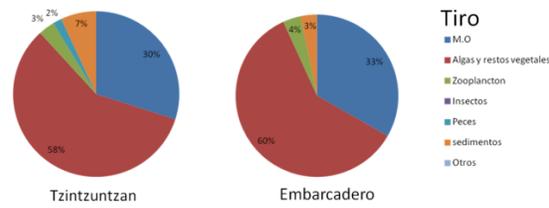
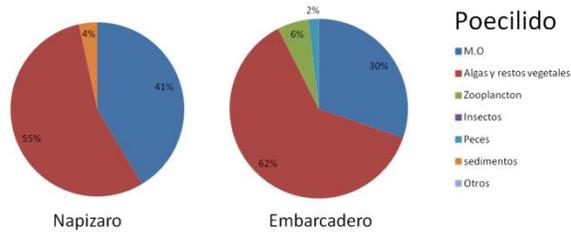
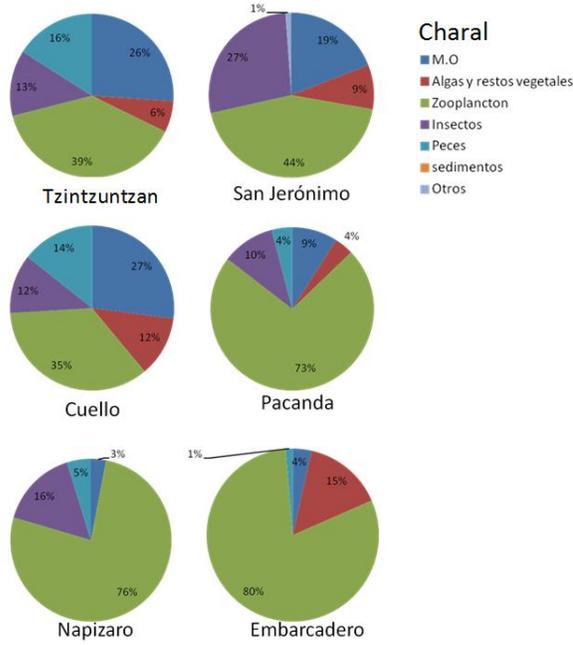


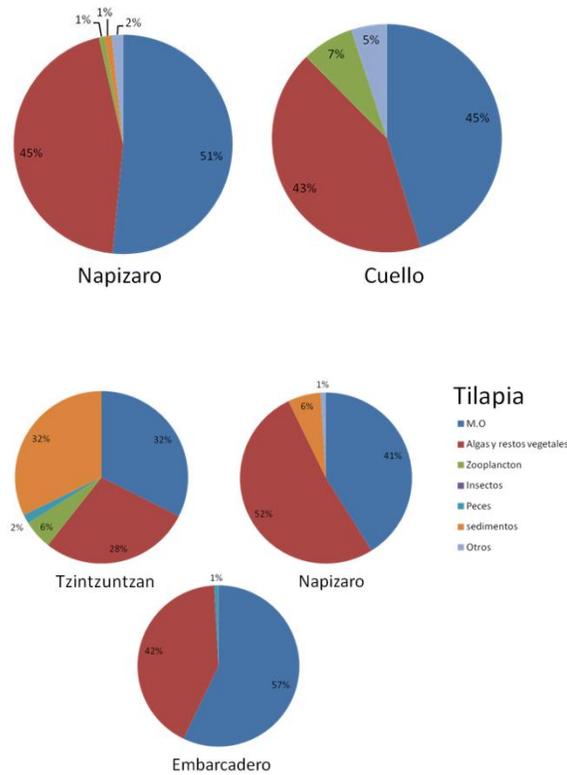


Grafica V-6 Captura por unidad de esfuerzo de cada especie por sitio en las diferentes temporadas. El valor de CPUE en gramos se presenta sobre la barra negra y el valor de CPUE de organismos se encuentra del lado derecho del rombo blanco.

Análisis de contenido estomacal

Los charales mostraron una clara diferenciación en sus hábitos alimenticios entre los sitios (**Grafica V-7**). En Tzintzuntzan, San Jerónimo y Cuello (región Centro-Norte) su alimentación está constituida en menor proporción por zooplancton y mayor por insectos y peces. En los sitios de Pacanda, Napizaro y Embarcadero (región Sur) su alimentación se basa principalmente en zooplancton. Estos resultados concuerdan con los resultados de las tallas promedio por sitios, ya que en la región Sur el tamaño promedio de los individuos es menor, por lo que su alimentación se basa principalmente en zooplancton. Los poecílidos y el tiro presentaron una alimentación basada principalmente en algas y restos vegetales; no se aprecian diferencias claras en su alimentación entre los sitios. Las carpas presentaron una proporción más alta de materia orgánica particulada y restos vegetales en su contenido estomacal, excepto en San Jerónimo en donde presentaron una mayor proporción de zooplancton. La tilapia presentó una mayor proporción de sedimento en el sitio de Tzintzuntzan (Norte) en comparación con los sitios que se encuentran en la región Sur.



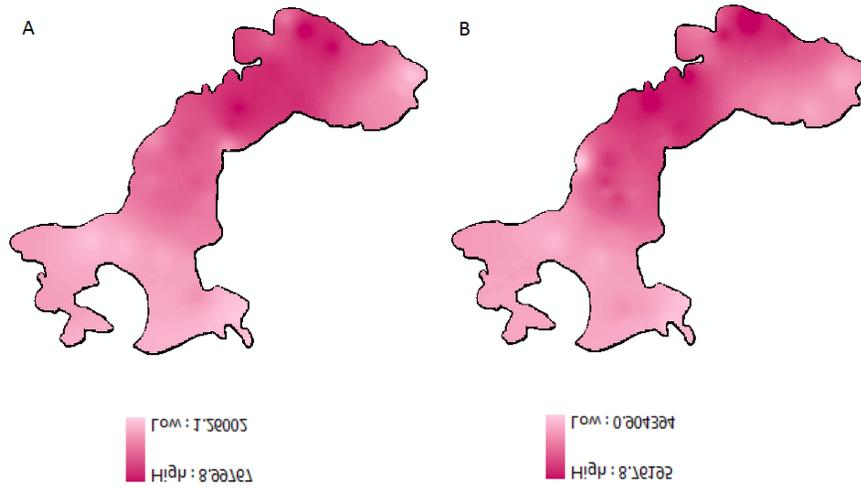


Grafica V-7 Análisis de contenido estomacal de cada especie por sitio.

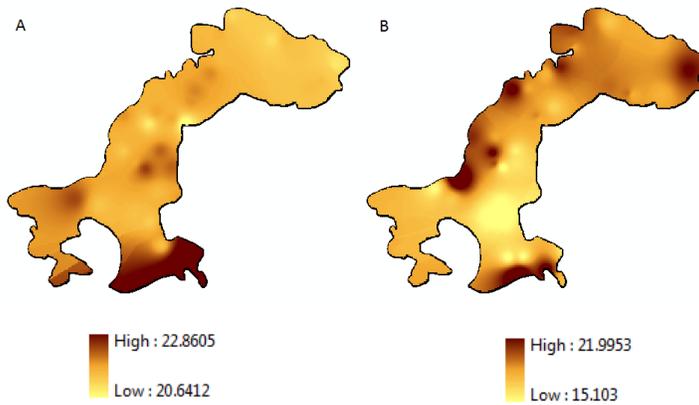
Análisis de parámetros fisicoquímicos

El análisis de parámetros fisicoquímicos mostró una clara diferencia entre la región Sur con respecto a las demás regiones del lago (Grafica V-8). La región Sur presentó una menor profundidad, mayor temperatura, menor pH, menor concentración de oxígeno disuelto, menor conductividad, menor concentración de sólidos disueltos, mayor turbidez y menor transparencia. El sitio Tzintzuntzan presentó valores similares a la región Sur en cuanto a la profundidad, pH, turbidez y transparencia.

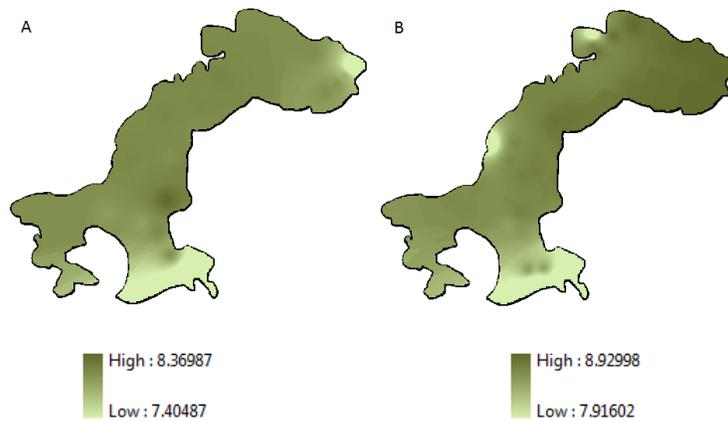
Profundidad total:



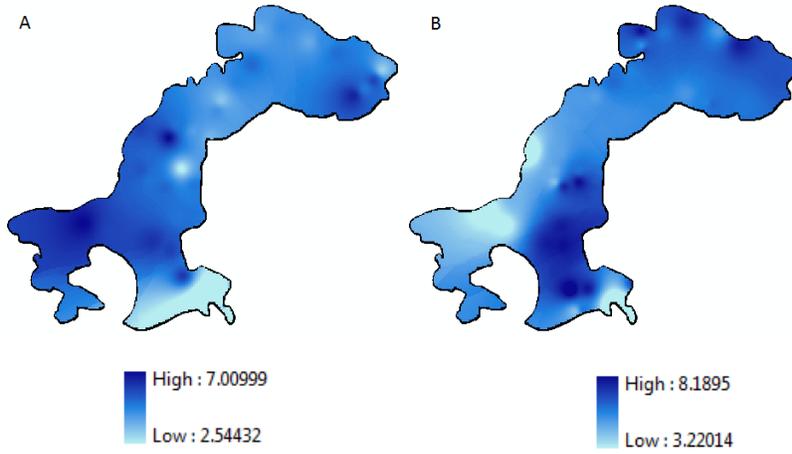
Temperatura:



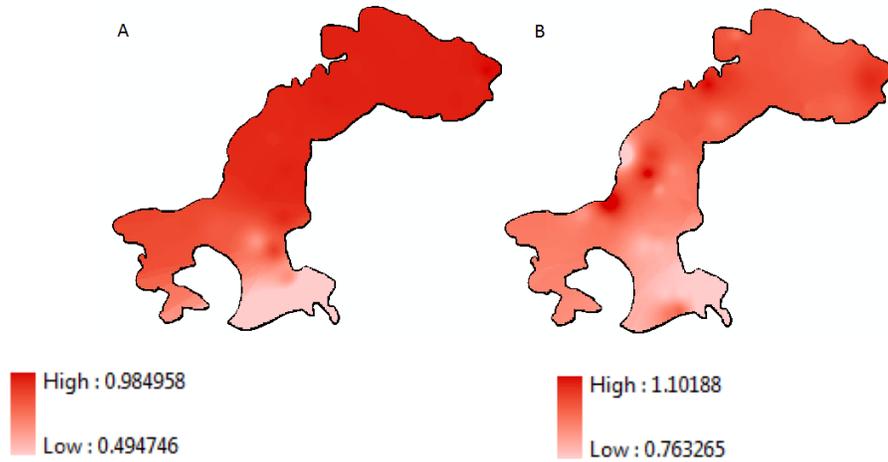
pH:



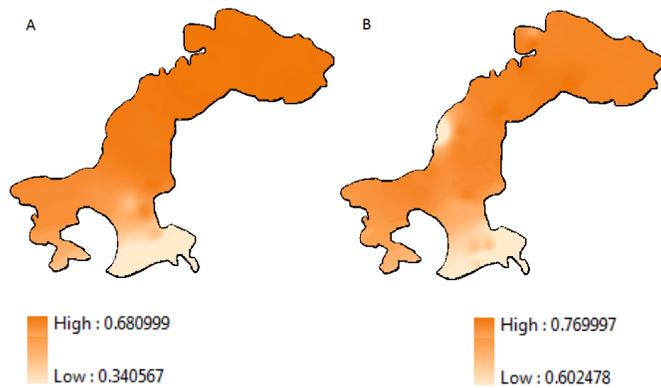
Oxígeno disuelto:



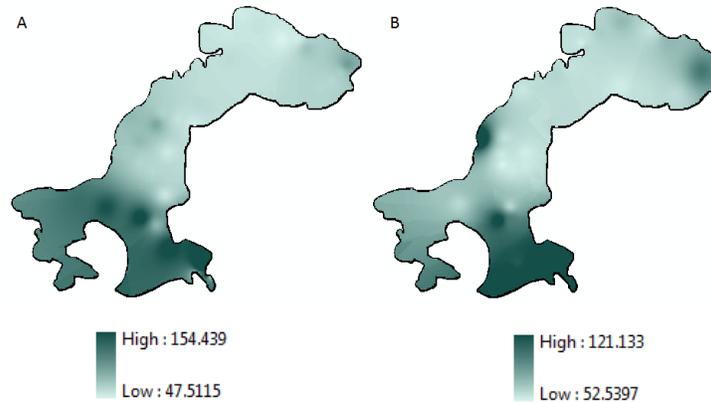
Conductividad:



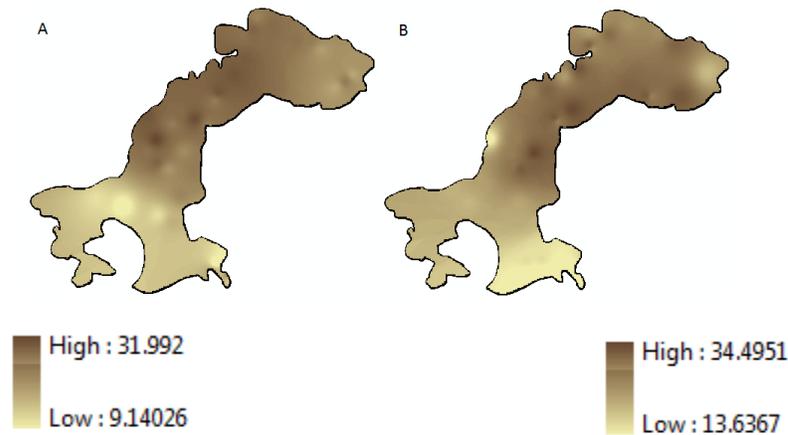
Sólidos disueltos totales:



Turbidez:



Transparencia de Secchi:



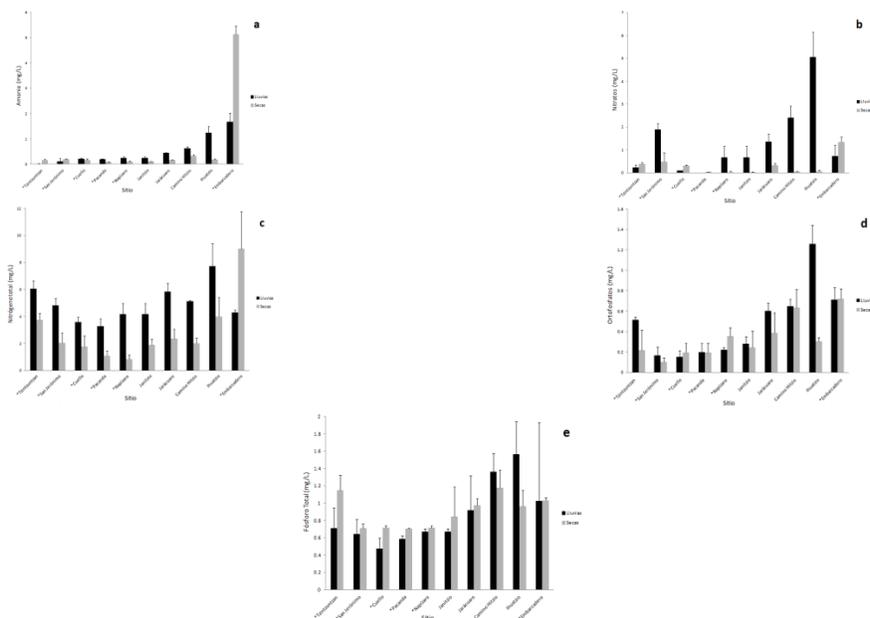
Grafica V-8 Mapas de interpolación para las variables: Profundidad, temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos disueltos totales, turbidez y transparencia de Secchi. La letra A corresponde al muestreo realizado durante la temporada de lluvias, y la letra B a la temporada de secas. En la parte inferior de cada mapa se muestra el intervalo de valores.

Análisis de nutrientes

La concentración de amonio fue, en general, mayor en la temporada de lluvias que en la de secas (**Grafica V-9**). Sin embargo, la concentración más alta se presentó en la temporada de secas en el sitio de Embarcadero, en donde la concentración fue de 5 mg/L. En la época de lluvias destacaron los sitios de Camino a Hitzio e Ihuatzio, con una concentración de 0.63 y 1.24 mg/L, respectivamente. Ambos

sitios se localizan en la región Sur del lago. La menor concentración de amonio se presentó en la región Norte, en donde los sitios de San Jerónimo y Tzintzuntzan presentaron valores cercanos al límite de detección del método utilizado (0.01 mg/L).

En general, se registró una mayor concentración de nitratos en la época de lluvias que en secas. El sitio de Ihuatzio presentó la mayor concentración de nitratos, alcanzando los 5 mg/L. La concentración más baja se registró en el sitio de Pacanda en temporada de lluvias, con un valor por debajo del límite inferior de medición del método utilizado (<0.01 mg/L NH_4). La concentración de nitrógeno total en todo el lago osciló entre 1 y 9 mg/L. En general, se registraron concentraciones más altas durante la época de lluvias, en la que se registraron valores superiores a 4 mg/L. La concentración más alta se registró en el sitio de Embarcadero en la temporada de secas, en donde se alcanzó un valor de 9 mg/L. Los sitios que presentaron los valores más bajos fueron Pacanda y Napizaro durante la época de secas. El sitio de Ihuatzio presentó la concentración más alta de ortofosfatos durante la época de lluvias, alcanzando una concentración promedio de 1.22 mg/L (Figura 12d). Los sitios que presentaron los valores más bajos fueron San Jerónimo con 0.10 mg/L en la temporada de secas y Cuello con 0.18 mg/L en lluvias. El sitio que presentó la mayor concentración de fósforo total fue Ihuatzio durante la época de lluvias, con un valor de 1.6 mg/L. La concentración más baja se registró en el sitio Cuello en época de lluvias (0.49 mg/L).



Gráfica V-9 Concentración de nutrientes en el lago. Concentración de amonio (a), nitratos (b), nitrógeno total (c), ortofosfatos (d) y fósforo total (e). Los sitios marcados con un asterisco se encuentran dentro de los sitios de pesca.

Análisis bacteriológico

El análisis bacteriológico para coliformes fecales (CF) mostró la presencia de estas bacterias en todos los sitios de muestreo superando las 30 UFC/100 mL. En general, la región Sur presentó los conteos más altos de CF superando las 500,000 UFC/100 mL ó 5 unidades logarítmicas. Por otro lado, Napizaro en secas e Ihuatzio en lluvias presentaron los conteos más bajos, con 30 UFC/100 mL (**Grafica V-10**). De acuerdo con los lineamientos para protección de vida acuática y fuente de abastecimiento de la LFDMA (La Ley Federal en Materia de Agua) el límite máximo permisible (1,000 UFC/100 mL) se supera en todas las estaciones en al menos una de las dos épocas del año (LFDMA, 2007). Los sitios Embarcadero, Camino a Hitzio, Janitzio y Tzintzuntzan, superan este límite en las dos temporadas.

En cuanto a enterococos fecales (EF), estos fueron registrados en las dos épocas en nueve de las 10 estaciones de muestreo, excepto en el sitio de Cuello en el que no se registró la presencia de estas bacterias. En general, la región Sur del lago presentó la mayor concentración de estas bacterias, siendo Ihuatzio en la temporada de lluvias en donde se presentó la mayor concentración.



Grafica V-10 Cuantificación de coliformes fecales (a) y enterococos fecales (b) en el Lago de Pátzcuaro. Los sitios marcados con un asterisco se encuentran dentro de los sitios de pesca. La línea color rojo indica los lineamientos para la protección de vida acuática y fuente de abastecimiento (1,000 UFC/100 mL).

De acuerdo con el índice para determinar el posible origen de la contaminación microbiológica propuesto por Geldreich y Kenner (1969), se observó una fuerte evidencia de contaminación de origen humano en casi todos los sitios analizados (**Tabla V-4** y **Tabla V-5**). En el sitio Camino a Hitzio, en la temporada de lluvias, se presentó una contaminación microbiológica que puede ser clasificada como mezcla humano-animal, en donde predomina la contaminación de origen humano. En el sitio Ihuatzio, en la temporada de secas, la contaminación se clasificó como una mezcla animal-humano, en donde predomina la contaminación de tipo animal.

Tabla V-4 Predominancia de las fuentes de contaminación de acuerdo con Geldreich y Kenner (1969). CF: coliformes fecales; EF: enterococos fecales.

CF/EF	Fuentes probables de contaminación
>4.0	Fuerte evidencia de contaminación humana
2.0-4.0	Predomina la contaminación humana (mezcla humano-animal)
0.7-2.0	Predomina la contaminación animal (mezcla animal-humano)
<0.7	Fuerte evidencia de contaminación animal

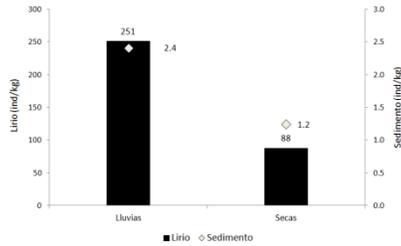
Tabla V-5 Índice para determinar las fuentes de contaminación en cada uno de los sitios del lago de acuerdo con Geldreich y Kenner (1969). CF: coliformes fecales; EF: enterococos fecales.

	LLUVIAS CF/EF	SECAS CF/EF
*Tzintzuntzan	68	74
*San Jerónimo	14	71
*Cuello	100	8143
*Pacanda	819	5
*Napízaro	24	30
Janitzio	30	1025909
Jarácuaro	7	112
Camino Hitzio	3	171
Ihuatzio	113	1
*Embarcadero	70	243

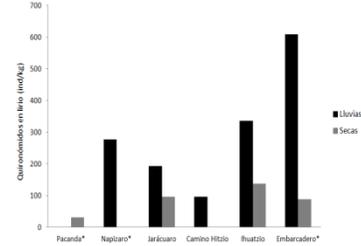
Análisis de la densidad de quironómidos

Densidad de quironómidos en lirio

La presencia de quironómidos fue mayor en temporada de lluvias que en secas (Gráfica V-11 Densidad de quironómidos (ind/kg) en lirio y sedimento en ambas temporadas.). El sitio Embarcadero (región Sur) presentó la mayor densidad de quironómidos en ambas temporadas (Gráfica V-12). En el sitio Pacanda (región Centro) no se registró la presencia de quironómidos en lluvias y presentó la menor densidad en secas. En temporada de lluvias no se registró la presencia de lirio en los sitios Tzintzuntzan, San Jerónimo, Cuello y Janitzio. En la temporada de secas, únicamente en cuatro sitios se detectó la presencia de lirio (Tabla V-6).



Grafica V-11 Densidad de quironómidos (ind/kg) en lirio y sedimento en ambas temporadas.



Grafica V-12 Densidad de quironómidos (ind/kg) por sitios en ambas temporadas. Los sitios marcados con un asterisco se encuentran dentro de las zonas de pesca.

Tabla V-6 Densidad de quironómidos en lirio (ind/kg). Los sitios marcados con un asterisco se encuentran dentro de las zonas de pesca.

Temporada		Lluvias	Secas
Punto	Sitio	Quironómidos Lirio (ind/kg)	Quironómidos Lirio (ind/kg)
1	Tzintzuntzan*	ND	ND
2	San Jerónimo*	ND	ND
3	Cuello*	ND	ND
4	Pacanda*	0.00	31.67
5	Napizaro	276.56	ND
6	Janitzio	ND	ND
7	Jarácuaro	192.59	96.00
8	Camino Hitzio	95.35	ND
9	Ihuatzio	335.29	136.92
10	Embarcadero*	608.33	87.78

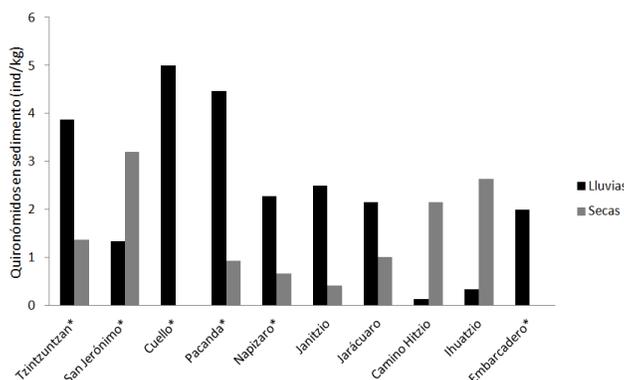
Densidad de quironómidos en sedimento

En ambas temporadas se reportó un menor densidad de quironómidos en sedimento, en comparación con la densidad que se registró en los lirios (Tabla V-7). Sin embargo, en todos los sitios se registró la presencia de quironómidos en sedimento, con excepción de Cuello y Embarcadero en temporada de secas.

En temporada de lluvias, el sitio Cuello (región Centro) presentó la mayor densidad de quironómidos en sedimento (Grafica V-13). Mientras que el sitio Camino a Hitzio (región Sur) presentó la menor densidad. Entre los sitios que corresponden a las zonas de pesca, Cuello presentó la mayor densidad y San Jerónimo la menor. En general, la densidad de quironómidos en lluvias fue mayor en las regiones Centro y Norte del lago, mientras que en la temporada de secas la densidad fue mayor en la región Sur.

Tabla V-7 Densidad de quironómidos en sedimento (ind/kg) en temporada de lluvias y secas. Los sitios marcados con un asterisco se encuentran dentro de las zonas de pesca.

Temporada		Lluvias	Secas
Punto	Sitio	Quironómidos Sedimento (ind/kg)	Quironómidos Sedimento (ind/kg)
1	Tzintzunzan*	3.87	1.37
2	San Jerónimo*	1.33	3.20
3	Cuello*	5	0
4	Pacanda*	4.46	0.93
5	Napizaro	2.28	0.67
6	Janitzio	2.50	0.42
7	Jarácuaro	2.15	1.01
8	Camino Hitzio	0.13	2.15
9	Ihuatzio	0.33	2.63
10	Embarcadero*	2	0



Grafica V-13 Densidad de quironómidos (ind/kg) por sitios en ambas temporadas. Los sitios marcados con un asterisco se encuentran dentro de la zonas de pesca.

V.2.4. Discusión

Calidad del agua

Los resultados del análisis de nutrientes muestran un incremento en la región Sur, principalmente en los sitios de Embarcadero, Ihuatzio y Camino a Hitzio. Las concentraciones variaron a lo largo de las dos temporadas, aunque de forma general se incrementaron durante la temporada de lluvias. Este incremento puede deberse al arrastre de materiales por escurrimiento debido a la precipitación pluvial.

El amonio se encuentra en una concentración sobresaliente en la región Sur (Embarcadero e Ihuatzio), ya que supera 1 mg/L durante las dos temporadas. Estas concentraciones pueden representar un riesgo para la vida acuática. La concentración sugerida de acuerdo con la Ley Federal en Materia de Agua es de 0.06 mg/L (LFDMA, 2007). La presencia de amonio en estas concentraciones

sugiere el aporte reciente de agua residual (Seoáñez, 1999). Los nitratos mostraron una tendencia similar a la del amonio, registrándose las concentraciones más altas en la región Sur, alcanzando los 5 mg/L, y destacando el sitio de Embarcadero.

El nitrógeno total se encontró en mayor concentración en los sitios de Ihuatzio y Embarcadero en la región Sur. De acuerdo con la NOM-0001-1996 (DOF, 1997) que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales, el nivel permisible para protección de vida acuática es de 15 mg/L. En el lago no se supera este límite, pero en el sitio de Embarcadero se registró el valor más alto (9 mg/L).

La concentración de fósforo total presentó la misma tendencia que el amonio y el nitrógeno total, incrementándose de Norte a Sur. De acuerdo con Ryding y Rast (1992), las concentraciones naturales de fósforo total en los lagos pueden variar entre <0 y 1 mg/L. En los sitios de Embarcadero e Ihuatzio se registraron concentraciones superiores a 1 mg/L. Probablemente este incremento se encuentra asociado con la entrada de agua residual y a los escurrimientos con arrastre de materiales de la zona.

De acuerdo con Salas y Martino (1991), los cuerpos de agua pueden clasificarse de acuerdo a su concentración de fósforo total. Un cuerpo de agua oligotrófico presenta una concentración <0.03 mg/L, un cuerpo mesotrófico se encuentra entre 0.03 y 0.070 mg/L y uno eutrófico tiene >0.070 mg/L. Con base en las mediciones de este estudio, el Lago de Pátzcuaro puede clasificarse como eutrófico, debido a que las concentraciones registradas en los 10 sitios durante las dos épocas oscilaron entre 0.4 y 1.5 mg/L.

El análisis bacteriológico reveló la presencia de microorganismos indicadores de contaminación fecal, coliformes fecales (CF) y enterococos fecales (EF). Específicamente para CF, éstas superaron 1,000 UFC/100 mL en la mayoría de los sitios y destacan en la región Sur. De acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996, las concentraciones superan el límite sugerido para agua de uso agrícola (1,000 UFC/100 mL) y exceden los límites permisibles para la protección de la vida acuática (1,000 UFC/100 mL).

De acuerdo con la Comisión de Cuenca del Lago de Pátzcuaro y el Gobierno de Michoacán, existen alrededor de 19 descargas de agua residual urbana, de las cuales sólo nueve cuentan con sistemas de tratamiento. De las nueve plantas de tratamiento, cinco operan adecuadamente, dos operan deficientemente y dos se encuentran fuera de funcionamiento. Se estima que en la cuenca del Lago de Pátzcuaro se genera un total de 208 litros por segundo (Lps) de agua residual urbana, de los cuales, únicamente 70 Lps pasan por algún sistema de tratamiento y 138 Lps son vertidos directamente a los cauces o al lago (CCLP, 2007). Por lo tanto, más del 60% del agua residual urbana no es tratada y esto se refleja en los resultados del índice para establecer el origen de la contaminación fecal.

Comunidad de peces

A lo largo de todo el estudio únicamente se capturó un individuo de pescado blanco y no se registró la presencia de achoque. Ambas especies son depredadoras tope del sistema, por lo que los cambios en la estructura trófica, ya sea por la alteración de las condiciones ambientales o la introducción de especies exóticas, podría tener serias implicaciones en la sobrevivencia de las poblaciones de estas especies (Cordova-Tapia, 2011).

La región Sur presentó una clara diferencia en sus condiciones tanto bióticas como abióticas con respecto al resto del lago. En esta región se registró la mayor densidad de peces. Sin embargo, son las especies exóticas las que dominan, tanto las carpas como las tilapias. Una de las razones de este incremento puede ser el aumento en la cantidad de alimento. Es en esta región se encuentra la mayor abundancia de lirio y de quironómidos por kilogramo de lirio. Los peces también pueden utilizar el lirio para refugio y crianza, esto se puede relacionar con el hecho de que la talla promedio de todas las especies es menor en la región Sur.

La carpa presentó una baja densidad de individuos en todo el lago. Los resultados de densidad de carpas en este estudio concuerdan con la densidad estimada en el estudio realizado por Zambrano y colaboradores (2011), en el que se estima que existe un total de entre 700 mil y un poco más de un millón de carpas en todo el lago. Sin embargo, debido a que su talla promedio en el lago es superior al resto de las especies, en cuanto biomasa resulta ser una de las especies dominantes.

El sitio de Embarcadero fue el único en el que la densidad de biomasa de la tilapia fue mayor que la de la carpa. La tilapia mostró estar prácticamente restringida a la región Sur del lago, esto puede deberse a que en esta región la temperatura del agua es mayor. A nivel continental se ha demostrado que las tilapias invaden cuerpos de agua tropicales y las carpas zonas más templadas (Zambrano et al., 2006). Las diferencias en la temperatura entre las diferentes regiones del lago podrían estar reflejando este comportamiento. En la región Sur, tanto la tilapia como la carpa presentaron tallas promedio menores a 8 cm y altas densidades de individuos. Esto sugiere que las especies exóticas utilizan la región Sur como área de crecimiento, debido a la alta disponibilidad de alimento y a una mayor disponibilidad de sitios para refugio (lirio).

La región Sur del lago presentó la menor calidad de agua y la mayor concentración de contaminación de origen humano. En esta región se rebasaron los límites máximos permisibles de coliformes fecales y amonio para la protección de la vida acuática. También el nitrógeno total alcanzó la mayor concentración en esta zona. Tanto la carpa como la tilapia resisten los cambios en la salinidad, disponibilidad de oxígeno y pueden alimentarse de diferentes niveles tróficos (Weber y Brown, 2009; Canonico et al., 2005). Por lo tanto, las condiciones

ambientales de la región Sur pueden estar afectando en menor grado a las especies exóticas debido a que tienen intervalos de tolerancias a condiciones abióticas más amplios que las especies nativas. Estas diferencias podrían estar determinando la dominancia de las especies exóticas en esta región, lo cual corresponde con que esta región es la única en donde la biomasa del charal es superada por la carpa y la tilapia.

En Tzintzuntzan se registró una densidad de peces intermedia. El charal fue la especie dominante y el tiro presentó una densidad de biomasa mayor que la tilapia. Sin embargo, la carpa presentó una de sus mayores densidades de biomasa en este sitio. Al igual que la región sur, este sitio también se encuentra afectada por contaminación de origen humano debido a la descarga de agua residual del poblado de Tzintzuntzan, que es considerada una de las descargas más importantes en todo el lago (Sánchez et al., 2009).

En los sitios de San Jerónimo, Cuello y Pacanda se encontró una menor densidad de peces. Sin embargo, el charal fue la especie claramente dominante tanto en individuos como en biomasa. En estos sitios la biomasa de la carpa estuvo por debajo de la del charal. Esta región, con respecto a las demás, es la zona con la mayor calidad del agua. Sin embargo, todos los sitios muestran una contaminación de origen humano debido a los aportes de las 19 descargas municipales que afectan todo el lago, siendo las más importantes las que se encuentran en Pátzcuaro, Napizaro, Tzintzuntzan y Janitzio.

A partir de estos resultados, una estrategia para la reducción de especies exóticas consiste en enfocar los esfuerzos de captura en la región Sur del lago utilizando redes de chinchorro con luz de malla de 1 centímetro, con el objetivo de disminuir la densidad en las zonas de crianza tanto de la carpa como de la tilapia. En el Centro y Norte del lago es conveniente usar una luz de malla de 4 centímetros con el objetivo de capturar a las especies exóticas, que son de mayor tamaño, y a la vez evitar la captura de los charales que son los más abundantes en estas regiones. Es necesario continuar con la extracción del lirio en la región Sur y controlar la calidad de las descargas residuales, sobre todo en esta región del lago y en Tzintzuntzan. Estas acciones tendrían como consecuencia la disminución de las especies exóticas y el aumento de las poblaciones de especies nativas.

VI. MONITOREO BIOLÓGICO.

VI.1 *Monitoreo biológico y de recuperación ecológica del lago.*

VI.1.1 Introducción

De acuerdo a Hellawell (1986) las algas y los macroinvertebrados son los dos grupos de organismos más comúnmente recomendados para evaluar la calidad del agua. Sin embargo en la práctica los macroinvertebrados son los más utilizados por presentar condiciones inherentes a su biología como son:

- Gran ubicuidad, por lo que se les puede encontrar en diversos tipos de hábitat y afectados por diversas perturbaciones.
- Gran número de especies, lo que permite una amplia gama de respuestas a cualquier estrés ambiental.
- Poca movilidad, lo que permite análisis espaciales más efectivos de la contaminación o disturbio que se está analizando.
- Larga vida en comparación con otros grupos, permitiendo evaluar cambios en periodos de tiempo mayores

Debido a estas características los macroinvertebrados bénticos actúan como monitores continuos, permitiendo análisis a largo plazo tanto en sitios con alteraciones naturales, como en aquellos con descargas regulares o intermitentes, concentraciones variables de contaminación; contaminantes simples o múltiples y hasta aquellos con efectos sinérgicos o antagónicos (Lenat et al 1980; Wiederholm 1980). Técnicamente hablando las ventajas de usar macroinvertebrados para programas de biomonitoreo son:

- El muestreo y análisis puede hacerse usando equipo simple y poco costoso.
- La taxonomía de muchos grupos es bastante conocida y se cuenta con las claves necesarias para su identificación.
- Se cuenta con diversos métodos incluyendo índices bióticos y de diversidad desarrollados para el biomonitoreo de las comunidades.
- Se ha establecido la repuesta de muchos taxa a diferentes a diversos contaminantes y sus concentraciones.

De acuerdo a Richard *et al.* (1993) una especie (o ensamblaje de especies) indicadora es aquella que presenta un requerimiento particular en relación a un grupo conocido de variables físicas o químicas de tal forma que los cambios en presencia/ausencia, número, morfología, fisiología o bien comportamiento en esta especie indicará que estas variables han sufrido alteraciones por lo que se

encuentran fuera de los límites tolerados. El factor o factores que regulan la abundancia o presencia/ausencia de una población, pueden actuar en cualquier estado del ciclo de vida de los organismos, y puede ser de tipo abiótico (v.g variables químicas pH, presencia de metales, sustancias tóxicas etc.) físicas (alteración en el tipo de sustrato, cambio en la velocidad de la corriente) o bióticos (competencia, depredación, parasitismo).

Idealmente los organismos indicadores son aquellos que presentan tolerancia específica o rangos estrechos; el principal supuesto a considerar en el uso de organismos indicadores para la evaluación de la calidad del agua es que “un indicador es el reflejo de su ambiente” de tal manera que su presencia y abundancia indican que sus requerimientos físicos químicos y nutricionales están dados en el ambiente. Por el contrario, los organismos que presentan alta tolerancia a las diversas condiciones ambientales, y cuyos patrones de distribución o abundancia se ven ligeramente afectados aún y cuando se observan variaciones de importancia en la calidad del agua, serán considerados como malos indicadores.

Por otro lado, mientras que la presencia de una especie nos asegura que sus requerimientos mínimos están dados, la ausencia de una especie no siempre indica falta de condiciones óptimas, ya que hay que considerar que la ausencia de este taxón puede deberse a límites naturales de su distribución, o bien a sustitución de su nicho ocupacional (exclusión competitiva por análogos ecológicos, o bien por eventos de su ciclo de vida natural (emergencia).

Recientemente la atención de los biólogos bénticos se ha turnado hacia el análisis de la estructura de la comunidad que evalúan las relaciones de tipo energéticas (Minshall 1988), y actualmente muchas agencias encargadas de la evaluación y monitoreo de calidad del agua basan sus resultados en los análisis de la fauna béntica.

Dos desarrollos recientes en USA ejemplifican nuevas direcciones en la aplicación de uso de macroinvertebrados bénticos para resolver problemas de impacto ambiental, que se encuentra basado en dos conceptos. El primero es que las regiones fisiográficas delimitadas con base en tipo de suelo, geología y vegetación presentan consistencia en su fauna; esto es, comunidades dentro de regiones naturales presentan mayor similitud y uniformidad. Y segundo, derivado de las observaciones anteriores la estructura y variabilidad de un sitio dentro de una misma región pueden ser determinadas (Karr *et al*, 1986).

VI.1.2 Método

Siguiendo el criterio de muestreo y análisis de datos de Alonso-EguíaLis (2004) se ubicaron los principales sitios de muestreo que deberán abarcar la mayor heterogeneidad presente en el lago, considerando posición (litoral y sublitoral), sustrato, profundidad, presencia o ausencia de vegetación acuática y áreas de mayor y menor impacto antrópico.

Se trabajó en la captura de datos mediante un muestreo polietápico, dirigido y sin reemplazo (Méndez y et al 1990) y que se ajusta a un muestreo de tipo multihábitat recomendado por Barbour *et al.* (1998) mediante redes de cuchara de 50 x30 cm de marco con diámetro de abertura de malla de 0.5 mm, barriéndose un área de 1m² con cada arrastre, por localidad de manera dirigida, todo el material obtenido del arrastre fue inmediatamente sumergido en alcohol etílico al 80%, para su transportación y posterior limpieza y separación en laboratorio.

Durante este muestreo se llevó a cabo también el lavado de rocas con perifiton en aquellas localidades en donde este sustrato era evidente. La técnica consiste en sumergir las rocas primero en alcohol al 80% y después enjuagándolas y sacudiéndolas directamente sobre la red, permitiendo con ello la muerte y con ello liberación de la fauna asociada que en su gran mayoría pertenecen a *Hyallela azteca* así como una gran cantidad de nematodos y coleópetros.

Posteriormente en laboratorio, para la limpieza y separación del material colectado en campo, se utilizaron tamices del número 10 y 60, el material de menor tamaño fue separado bajo microscopio y las náyades y larvas obtenidas fueron contadas y determinadas taxonómicamente a nivel de familia o género según lo permitan las claves.

Para el análisis de resultados, se calculó el índice desarrollado por Shannon y Wiener (H') así como el de Brillouin (HB') y su variante, el de equitatividad de Brillouin (E') para estimar la diversidad biológica por localidad o riqueza alfa en cada uno de los lugares de muestreo. Para ambos índices, los valores obtenidos cercanos a cero indicarán baja diversidad, mientras que los más altos denotarán un incremento en la diversidad pero, ningún valor sobrepasará el valor cinco (Krebs 1989). Estos índices se estimaron con el programa MVSP (Multivariate Statistical Package) versión 3.01.

Se calculó de igual manera el Índice Biótico de Hilsenhoff (1988), el cual integra la información de estructura de la comunidad con los valores de sensibilidad de cada taxa a los factores de calidad de agua asociados, principalmente a aquellos con carga orgánica. Finalmente se elaboraron las curvas de rarefacción con la finalidad de evaluar el esfuerzo de muestreo hasta ahora hecho desde el inicio de la toma de muestras en junio 2008 a la fecha. Este análisis se llevó a cabo utilizando el programa Estimates 7.5.

VI.1.3 Resultados

Este informe parcial muestra los resultados del muestreo correspondiente al mes de junio 2010, es decir, el octavo periodo de seguimiento de la comunidad de macroinvertebrados del lago de Pátzcuaro Las coordenadas y condiciones de cada uno de los sitios, así como los valores de las variables medidas se muestran en la Tabla VI-1.

Tabla VI-1 Ubicación de sitios de muestreo y condiciones ambientales junio 2010

Localidad	Ubicación	Sustrato	Veg. (aus-pres)	T (°C)	Conduct. (µS/cm)	O.D (mg/L)	pH	Sal (mg/L)	Prof (cm)
		Grava-Roca c/perifiton	X						
Cucuchucho	19° 34' 04" 101° 38' 17.0"			21.21	1057	4.41	8.65	0.52	60-10
		Arcilla-vegetación	X						
Ukasanacastakua	19° 36' 12" 101° 37' 57"			21.71	1063	3.52	8.71	0.53	25-8
		Roca y perifiton							
Pared	19° 37' 30" 101° 37' 32.0"			22.63	1058	4.55	8.66	0.52	55-35
		Arcilla	X						
Tzin-Ojo de Agua	19° 38' 23" 101° 33' 30"			27.58	1069	5.05	8.84	0.53	30
		Arcilla-vegetación	X						
Santa Fé	19° 39' 55" 101° 33' 25.0"			27.22	1072	5.45	8.95	0.53	20
		Roca-perifiton							
Chupícuaro	19° 40' 24" 101° 34' 43.0"			27.41	1048	14.66	9.4	0.52	20
		Placa de roca							
Purenchécuaro	19° 40' 21" 101° 36' 29.0"			23.74	1063	3.44	9	0.53	50-30
		Placa de roca y roca c/ perifiton	X						
Oponguio	19° 38' 56" 101° 37' 57"			23.96	1057	4.89	9.06	0.52	40-20
		Rocas							
Puácuaro	19° 36' 24" 101° 40' 20"			25.3	1061	4.72	9.07	0.52	
		Rocas	X						
Isla Yunuén	19° 35' 54" 101° 38' 44"			25	1057	5.42	9.02	0.52	30-25
		Arcilla y roca-Perifiton	X						
Isla Janitzio	19° 34' 17" 101° 39' 04.0"			22.16	1034	3.71	8.93	0.51	50-20
		arcilla-raíces	X						
Dren Urandén	19° 32' 48" 101° 38' 29.0"			25	981	2.26	8.75	0.48	20
		Grava	X						
				21.21	1057	4.41	8.65	0.52	60-10

Como se observa, el tipo de sustrato, presencia y/o ausencia de vegetación así como la profundidad varían marcadamente de un sitio a otro, dándose esto como resultado del muestreo multihábitat que se utilizó en este protocolo. Los parámetros de campo mostraron valores con variaciones entre cada una de las localidades. Las variables de campo analizadas muestran variación interna importante como se muestra en la Tabla VI-2.

Tabla VI-2 Ubicación de sitios de muestreo y condiciones ambientales julio 2009

	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	CV
Temperatura	12	24.410	21.2100	27.580	2.23293	9.15%
Conductividad	12	1051.667	981.0000	1072.000	24.31361	2.31%
O.D	12	5.173	2.2600	14.660	3.13011	60.50%
pH	12	8.920	8.6500	9.400	0.21528	2.41%
Salinidad	12	0.519	0.4800	0.530	0.01379	2.66%

El coeficiente de variación (CV) muestra en porcentaje la dispersión interna de los valores, permitiendo comparar variables de diferentes unidades de magnitud y medición. Como observamos, el oxígeno disuelto mostró un 60.5% de variación entre los sitios muestreados, los sitios con valores extremos fueron Chupícuaro con valores cercanos a la saturación y cuya explicación puede ser debido a dos razones: la primera responde a la hora de muestreo que en el caso de Chupícuaro fue a las 14:00 hrs y en donde se observó un bloom microalgal o fitoplanctónico de gran importancia nuevamente como se observa en la Fotografía VI-1.



Fotografía VI-1 Florecimiento fitoplanctónico (color verde) en la localidad de Chupícuaro, el 02 de junio 2010 a las 14:00 hrs

Mientras que el sitio con menor cantidad de oxígeno disuelto fue la localidad de Drén Urandén con valores de 2.26 mg/L. Durante este periodo de muestreo, se muestran también valores muy altos en la temperatura del agua, siendo nuevamente Chupícuaro y Santa Fe, además de Tzintzuntan-Ojo de agua (zona más norteña del lago) las que presentan valores arriba de los 27°C. En cuanto al resto de parámetros, no mostraron rangos de variación importante entre los sitios, aunque la conductividad presenta valores altos con media de 1051 μ S/cm.

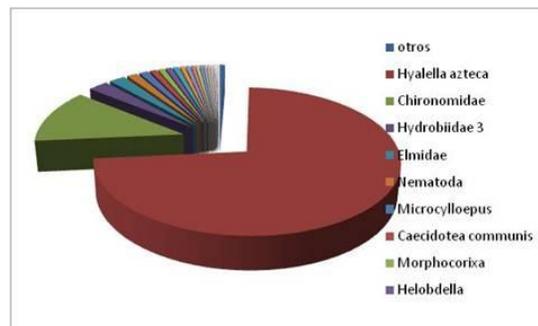
En referencia a los macroinvertebrados, para este periodo de muestreo se colectó un total de 32020 organismos de 22 órdenes, 36 familias y 47 géneros. En la Tabla VI-3 se observa la riqueza taxonómica para cada localidad.

Tabla VI-3 Riqueza encontrada en las localidades durante junio 2010

Localidad	Ordenes	Familias	Géneros
1Cucuchucho	16	19	26
2 Ukasanacastakua	13	16	20
3 Pared de Ensenada (Tarerio)	20	24	27
4 Tzin-Ojo de Agua	2	2	2
5 Santa Fé	4	5	5
6 Chupícuaro	12	15	18
7 Purenchécuaro	10	11	15
8 Oponguio	19	22	27
9 Puácuaro	15	19	24
10 Isla Yunuén	15	19	24
11 Isla Janitzio	14	16	16
12 Dren Urandén	9	12	12

Se observa que las localidades de Pared de Ensenada, Oponguio, Cucuchucho presentaron durante este periodo la mayor riqueza de géneros (ambas localidades presentes en la zona del cuello del lago), mientras que las localidades de Tzintzuntzan y Sta Fe de la Laguna(localizadas en la región Norte) son las de menor riqueza. Este patrón se ha venido observando de manera continua a lo largo de los muestreos previamente registrados. Contrariamente a este patrón, la localidad de Drén Urandén, que generalmente ha presentado valores de riqueza altos, durante este periodo mostró una riqueza no mayor de 12 taxa.

La estructura de la comunidad general del lago, nuevamente estuvo dominada por *Hyalella azteca*, organismo cuyo grupo funcional pertenece a recolectores omnívoros, es decir que puede alimentarse de materia en suspensión sin especificidad (Gráfica VI-1 y Tabla VI-4)



Gráfica VI-1 Estructura general de la comunidad de macroinvertebrados en el lago e Pátzcuaro muestreo junio 2010

Tabla VI-4 Valores de importancia ecológica de la comunidad de macroinvertebrados durante junio 2010

Localidad	Riqueza	Abundancia	IBH	H'	E	Calidad del Agua
Cucuchucho	26	2193	7.01	1.529	0.469	Regular/Pobre
Ukasanacastakua	20	494	6.97	1.559	0.52	Regular/Pobre
Pared (Tarerio)	27	7242	7.54	0.678	0.206	Pobre
Tzin- Ojo de Agua	2	20	7.40	0.673	0.971	Regular/Pobre
Santa Fé	5	124	6.43	0.758	0.471	Regular
Chupícuaro	18	4827	7.04	1.075	0.372	Regular/Pobre
Purenchécuaro	15	209	6.89	2.138	0.789	Regular/Pobre
Oponguio	27	10679	7.71	0.525	0.159	Pobre
Puácuaro	24	740	6.43	2.209	0.695	Regular
Isla Yunuén	24	4751	6.82	1.412	0.444	Regular/Pobre
Isla Janitzio	16	684	6.98	1.123	0.405	Regular/Pobre
Dren Urandén	12	57	6.31	2.102	0.846	Regular

IBH = índice biótico de Hillsenhof. H' = Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, E = equitatividad de Shannon

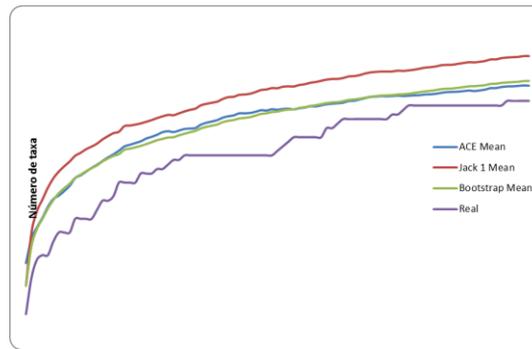
El análisis ecológico de las comunidades de macroinvertebrados (Tabla VI-4), indica que los valores más altos para los valores de índice de diversidad se muestran en las localidades de Purenchécuaro, Puácuaro y Drén Urandén, todas con valores arriba de 2.1, mientras que los valores más bajos se presentaron en Tzintzuntzan-Ojo de Agua y Santa Fe de la Laguna y Pared de Ensenda (Tarerio). Como se ha mencionado en informes pasados, es importante mencionar que para poder hacer uso de las herramientas informativas de las valoraciones ecológicas, es necesario observar más de un criterio, es decir, no basta con observar la riqueza y/o la diversidad para determinar las condiciones de salud del sitio en estudio, sino que hay que valorar más de tres criterios juntos para poder hacer una evaluación más precisa y correcta de la información que los parámetros ecológicos de la comunidad nos están indicando; de tal manera que si observamos a la comunidad Pared de Ensenada (Tarerio), la cual de manera tradicional es un sitio de mayor diversidad y con riqueza alta (27 taxones) su valor de diversidad se muestra bajo debido a que hay una equitatividad muy baja (0.26) consecuencia de la gran cantidad de *Hyallela azteca*, la cual a su vez está representada por una tolerancia muy alta a la contaminación orgánica, trayendo a su vez como consecuencia que este sitio sea clasificado en este muestreo como de calidad de agua "pobre". de acuerdo al índice biótico de Hilsenhoff (IBH). En la Tabla VI-4 también se observa que en este periodo del año la calidad del agua de acuerdo al IBH fue de regular-pobre.

Finalmente, con la intención de saber si el esfuerzo de muestreo ha sido lo suficientemente confiable como para estar seguros que la fauna macroinvertebrada del litoral del lago ha sido representada de manera

significativa en nuestros muestreos, elaboramos una curva de rarefacción, la cual nos permite observar a través de estimadores de la riqueza la representatividad de nuestro muestreo. De acuerdo a este estimador de riqueza denominado ACE, Jack 1 y Bootstrap los cuales son considerados como estadísticamente estrictos, podemos observar que nuestro muestreo puede considerarse como bastante cercano a lo esperado, después de los 93 arrastres acumulados desde junio 2008 a la fecha (aquí se incluyen todos los sitios de los 8 muestreos realizados hasta junio 2010) como se muestra en la Tabla VI-5 y Gráfica VI-2.

Tabla VI-5 Estimadores de riqueza vs riqueza real encontrada en el lago

ACE	Jack 1	Bootstrap	Real
55.36	61.89	56.41	52



Gráfica VI-2 Curva de rarefacción y acumulación de taxa del lago de Pátzcuaro del periodo junio 2008 a junio 2010

Finalmente la Figura VI-1 muestra las características de la comunidad biológica de cada sitio, así como la calidad del agua de acuerdo al IBH



Figura VI-1 Riqueza y calidad del agua de las localidades de Pátzcuaro junio 2010

VI.1.4 Conclusiones

Las condiciones fisicoquímicas del lago muestran diferencia entre la zona norte, centro y sur del lago. A su vez se observa que la zona de litoral del lago presenta, nuevamente variaciones mucho más marcadas que lo reportado en trabajos antecedentes para el centro del lago (Sánchez *et al.* 2007). Estas condiciones determinan que la fauna macrobéntica asociada a la zona de litoral se encuentra sometida a variaciones marcadas tanto en temperatura como conductividad y oxígeno disuelto, todas variables de gran importancia para el ciclo de vida de estos organismos. Los valores de temperatura, pH y conductividad más altos se presentaron para la zona norte, además de los máximos valores de oxígeno disuelto. Es importante recordar que esta zona hasta ahora ha sido la más afectada por la presencia de fitoplancton principalmente del género *Mycrocistis* sp. Generalmente asociado a aguas eutróficas. En este muestreo, a pesar de que la estructura de la comunidad indica que el lago permanece en condiciones de salud pobre a regular-pobre. Aún se siguen presentando organismos con tolerancia baja a la contaminación aunque con abundancias sumamente bajas, principalmente en sitios como Cucuchuco con Pyralidae (2.7 de tolerancia), Polycentropodidae (3.5), Tricorythidae, Psephenidae (4), Helicopsychidae (3), Todos de manera general presentes en las regiones del cuello del lago, así como las islas.

A su vez el amphipoda *Hyallolela azteca* junto con el díptera Chironomidae son los dominantes en el sistema, con excepción del sitio Drén Urandén que a pesar a su cercanía a las zonas de mayor contaminación del lago (salida de planta de tratamiento de Pátzcuaro) presentó Ephemeroptera *Leptohyphes* con tolerancia de 2 a la contaminación, aunque con baja densidad.

Los resultados indican que las condiciones fisicoquímicas del lago se deterioran aún más, tal y como lo menciona Sánchez *et al.* (2007).

Estos valores se asocian directamente con una muy baja diversidad en estos sitios del lago, mostrando nuevamente los valores más bajos de riqueza; mientras que las localidades del Suroeste se mantienen, a pesar del incremento en conductividad, una diversidad importante.

NOTA IMPORTANTE: COMPLEMENTARIO CON EL TEM DE INDICADORES BIOLÓGICOS, EN EL ANEXO V, INCLUIDO EN EL DISCO COMPACTO ADJUNTO, SE PRESENTA EL ANÁLISIS ECOLÓGICO Y POBLACIONAL DE LA ESPECIE CAMBARELLUS PATZCUARENSIS DEL LAGO DE PÁTZCUARO.

VII. PROGRAMA DE CONTROL DE LAS ESPECIES EXÓTICAS INTRODUCIDAS.

VII.1 *Situación sociorganizativa de los pescadores del lago de pátzcuaro y la comercialización de la carpa común.*

VII.1.1. Introducción

En el lago de Pátzcuaro se muestran los efectos de varias décadas de sobreexplotación y afectación de sus recursos por acciones humanas. Las pesquerías se encuentran ahora extremadamente alteradas, al hallarse algunas de sus especies nativas muy reducidas al punto de extinción y, junto con ellas la organización social de los pescadores tradicionales. La introducción de distintas especies exóticas fue vista como una alternativa económica para incrementar los ingresos de los pescadores, pero el efecto resultante ha sido exactamente el contrario, al afectarse la cadena trófica y modificarse las condiciones del ecosistema. El manejo comunitario de los pescadores de la ribera del lago, ya no tiene forma de seguir manteniendo una economía extractiva regulada por el arreglo institucional local, el cual se encuentra fuertemente presionado por el entorno económico y por estrategias económicas emergentes entre los pescadores. En tanto que la regulación gubernamental de la pesca se encuentra prácticamente ausente desde hace una década, sin que pueda implementar a la fecha el ordenamiento pesquero del lago.

Para establecer un programa de extracción de las especies exóticas que más alteran el ecosistema lacustre, se consideró fundamental establecer un programa de extracción de la carpa común (*Cyprinus carpio*), la cual es considerada como un factor contribuyente a la situación de riesgo de las especies exóticas y al mayor deterioro del lago.

OBJETIVOS

Caracterizar la situación socio-organizativa de las actividades pesqueras en el lago de Pátzcuaro, identificando la disposición de los pescadores a participar en alguna alternativa de extracción de especies exóticas.

Realización de talleres de información y discusión sobre la situación de la actividad pesquera, para la evaluación y diseño de alternativas de extracción de especies exóticas con base en el análisis de las preferencias económicas de los pescadores.

Con base en los aspectos sociorganizativos, proponer las consideraciones sociales para el desarrollo de plan estratégico de costo-beneficio para la extracción de la carpa común.

VII.1.2. La percepción local sobre las políticas públicas en lago y pesca

El Lago de Pátzcuaro ha sido objeto de una larga lista de intervenciones que han incluido y afectado al sector pesquero. La historia de programas se remonta a 1929 cuando fue introducida la lobina negra (conocida localmente como “trucha”) como parte de una política que buscaba incrementar la producción pesquera (Ibáñez y García, 2006). Según el análisis de Ortiz (2004), hasta años recientes, la visión que permeaba los programas dirigidos al sector pesquero era meramente extractiva; no fue hasta la década de los 90 cuando la visión de sustentabilidad y conservación de los recursos naturales permea la política pesquera. Esto último se reflejó, por ejemplo, en la instauración de la veda temporal en 1991 por parte de las entonces SEDUE y SEPESCA, la cual no se trató de implementar hasta 1998 (Martínez Sifuentes, 2002).

En la lista de los programas más importantes que han afectado la pesca en el Lago de Pátzcuaro (Tabla VII-1) se puede observar que las intervenciones se pueden resumir en: dragado; investigación; introducción de especies exóticas de peces; reproducción y siembra de crías de peces nativos; promoción de acuicultura de especies nativas y no nativas³; dotación de artes de pesca y embarcaciones; apoyo a infraestructura de acopio, comercial y de transformación; y regulación oficial (veda, ordenamiento pesquero, plan de manejo y propuesta de NOM).

Tabla VII-1 programas más importantes para el sector pesquero del Lago de Pátzcuaro.

Año	Institución	Programa
1929	Secretaría de Marina (?)	Introducción de la lobina negra
1938	Estación Limnológica, Departamento Forestal, Pesca y Caza	Estudios sobre ecología

³ En 2006, el CRIP registró centros acuícolas instalados en 12 comunidades de la rivera: Urandén, San Jerónimo, Santa Fe, Quiroga, Uricho, Colonia Revolución, Isla Pacanda, Chapultepec, Santiago Tzipijo, Tziranga, Ucasanastacua e Ichupio, los mismos que funcionaban bajo la dirección y asesoría de COMPESCA, CRIP-Pátzcuaro e INIRENA (Alaye, 2006).

Año	Institución	Programa
1962	Secretaría de Marina, Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática	Siembra de carpa de Israel
1968	Departamento de Pesca	Incremento de peces
1968	Dirección de Dragado de la Secretaría de Marina	Plan global de dragado
1970s	Secretaría de Marina (?)	Introducción de <i>Tilapia melanopleura</i>
1981	Comité de Defensa Ecológica de Michoacán (CODEMICH)	Defensa ecológica contra la instalación de un reactor nuclear en el lago
1982	Delegación Federal de Pesca en el Estado, Secretaria de Fomento Rural del Estado	Conocer el perfil del lago
1983	Organización Ribereña contra la Contaminación del Lago (ORCA)	Restauración ecológica y protección ambiental
1983	Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología	Plan de ordenamiento ecológico para la cuenca lacustre
1983	SARH, CRAC, CREFAL, INI, Pronagra, Conafrut, Subdelegación de Ecología, Sría. Reforma Agraria, Fomento Rural, Banrural, Dir. de Planeación y Programación	Optimizar los esfuerzos coordinados para controlar la degradación y restauración del equilibrio ecológico
1985	Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP)	Creación del CRIP en Pátzcuaro
1987	Comité para el Desarrollo Integral de las cuencas de Pátzcuaro y Zirahuén (CODILAPA)	Dragado del lago
1989	Pescadores y gobierno	Convenio de erradicación del chinchorro
1991	Secretaria de Pesca (SEPESCA), Secretaria de Desarrollo Urbano (SEDUE)	Inician la instauración de vedas temporales en el lago
1992	SEPESCA, SEDUE	Prohibición legal del uso de redes de arrastre
1993	Comité de Planeación y Desarrollo del Estado de Michoacán	Comité de Solidaridad Pátzcuaro-Zirahuén para la Recuperación Ambiental
1995	INIRENA	Comienza investigación teórica y aplicada para promover la acuicultura en la zona
1996	Multidisciplinario e Interinstitucional: Semarnap, CREFAL, SEDUE, CRIP, UMSNH,	Proyecto Pátzcuaro 2000 derivado del Plan Pátzcuaro 2000: Restauración

Año	Institución	Programa
	CESE, ONG's	ambiental
1998	Semarnap y Compesca	Siembra de crías de peces
1998	Semarnap, Compesca	Implementación de la veda temporal y programa de empleo temporal
1999	Semarnap, Compesca y FIRCO	Implementación de la veda temporal y programa de empleo temporal
2000	Semarnat, Profepa	Veda temporal
2000s	INIRENA, Compesca, INI (ahora CDI), CRIP y otras	Promoción y financiamiento de proyectos acuícolas dentro y fuera del vaso lacustre, de especies nativas y no nativas
1990s y 2000s	Compesca, INI (CDI), Sepesca, Semarnap, Sagarpa, Ayuntamientos, Suplader	Dotación de artes de pesca y embarcaciones
2001?	COMPESCA, CRIP, INIRENA	Comienza siembra de crías de pescado blanco y acumara (Programa de Repoblamiento de Especies Nativas)
2002	UMSNH, SAGARPA, CONAPESCA, Gobierno del Estado de Michoacán	Plan de Manejo para el Lago de Pátzcuaro
2002	COEECO	Ordenamiento pesquero
2003	Semarnat, SUMA, IMTA, Fundación Río Arriente	Programa para la Restauración Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro
2003	Comisión de Pesca del Gobierno del Estado de Michoacán	Programas de Repoblamiento de Especies Nativas en el LP
2003	SUPLADER	Suplader 03 Pátzcuaro-Zirahuén: Recuperación ambiental y desarrollo
2004	IMTA y UMSNH	Diseño de Programa interinstitucional Plan Estratégico de Acciones para la Recuperación del Lago de Pátzcuaro. Recurso Agua (PEARLP)

Fuente: Elaboración propia con información de Ortiz, 2004; Martínez Sifuentes, 2002; Garibay, 1993; INIRENA, 2000; COEECO, 2002; Alaye, 2006; Orbe-Mendoza, 2002; Ibañez y García, 2006; Castilleja, 2004; Rojas, P., 1992; y entrevistas con pescadores y líderes de las uniones locales.

Las formas en que se han llevado a cabo estos programas han sido cuestionadas y criticadas por académicos⁴, organizaciones civiles⁵ y por los mismos pescadores⁶. Las críticas señalan una falta de congruencia y coordinación entre las diferentes dependencias⁷ que en ocasiones ha llevado a que se apliquen al mismo tiempo programas que promueven visiones y objetivos opuestos (Garibay, 1993; Castilleja, 2004). Asimismo, se han instrumentado programas en base a diagnósticos y fuentes de información pobres o ficticios, “que se colapsan frente a una realidad compleja y en ocasiones actúan de manera contraproducente” (Ortiz, 2004; Garibay, 1993). Por mucho tiempo se implementaron programas en ausencia de un plan de manejo integral y con visión a largo plazo (Ortiz, 2004; Garibay, 1993; Esteva, 1997). Por otra parte, se han realizado numerosos trabajos de investigación y diagnóstico que nunca rindieron fruto, así como un ordenamiento pesquero y un plan de manejo que no han sido aplicados (Ortiz, 2004).

Al respecto de los estudios de los que han sido *objeto* los usuarios, en las reuniones informativas, los pescadores de dos comunidades comentaron estar en desacuerdo con los términos y metodologías en los que estas investigaciones se llevan a cabo. En su opinión, los estudios: consumen cuantiosos recursos que no se materializan en acciones que los beneficien a ellos o al lago; reportan información ficticia y sin el consentimiento de los usuarios; se legitiman con la participación de poca gente o personas que no los representan; realizan cálculos inadecuados que no consideran la compleja socio-economía y cultura pesquera de la región; omiten sus demandas y opiniones; la mayoría de las veces los investigadores no regresan para devolverles la información que recabaron y en la ocasión que esto se haga, no se les toma en cuenta para modificar aquello que se reporta con inexactitud; y finalmente, no se les informa de forma clara y honesta las intenciones de los estudios ni el impacto que éstos tendrán sobre el futuro de su actividad. Todo esto contribuye a que muchos de los miembros del gremio se muestren renuentes a compartir información con cualquier agente externo⁸.

Es evidente que la larga serie de intervenciones ha dejado como saldo un desgaste social muy importante y una desconfianza arraigada entre muchos miembros del sector pesquero no solo hacia los estudios, sino hacia todo tipo de programas e intervenciones de gobierno e incluso de instituciones académicas⁹. Ello se fundamenta en gran medida en los magros, nulos e incluso

⁴ Ortiz, 2004; Castilleja, 2004; Garibay, 1993, entre otros.

⁵ Esteva, 1997

⁶ Entrevistas a pescadores y representantes de diferentes localidades.

⁷ Cabe destacar que en años recientes se han realizados esfuerzos de coordinación importantes, como es el caso del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro y el Consejo de Cuenca del Lago de Pátzcuaro y Zirahuén, que han llevado a algunas acciones destacables, pero que son poco percibidas y apreciadas por la población (entrevistas).

⁸ Observación, reuniones y entrevistas con pescadores y representantes

⁹ Percepción que coincide con lo señalado por Aída Castilleja (2004) en referencia a las intervenciones de corte ambiental y desarrollista en toda la cuenca.

contraproducentes resultados que han generado años de inversiones encaminadas a detener o revertir el deterioro del lago e impulsar el desarrollo socioeconómico (entrevistas; Castilleja, 2004; Garibay, 1993). Algunas de estas intervenciones han sido cuestionadas en cuanto la asignación y manejo de recursos, generando conflictos al interior del gremio y de las mismas uniones (entrevistas). Además, la diversidad de instituciones que tienen incidencia en el manejo del lago y el recurso pesquero y los programas y regulaciones que éstas generan, dibujan un panorama complejo y confuso para los usuarios (entrevistas; Castilleja, 2004). Aunado a esto, algunas intervenciones han fomentado la creación de relaciones clientelares, caciquiles y de dependencia entre el sector y las dependencias públicas¹⁰.

En entrevista, pescadores y líderes de organizaciones pesqueras también coincidieron en que las intervenciones en el Lago de Pátzcuaro en general y en el sector pesquero, las consideran como parte de las acciones que persiguen fines políticos y económicos más que ambientales, toda vez que perciben que los cuantiosos recursos asignados para este rubro se han capitalizado en las manos de funcionarios de gobierno, organizaciones no gubernamentales, académicos y líderes políticos con programas que han demostrado poca efectividad. Tal es la crítica, por ejemplo, hacia los programas de empleo temporal, los estudios de biología pesquera y los proyectos de acuacultura y cría de peces nativos. La impresión de estos pescadores es que el sector es utilizado para justificar acciones como éstas que en poco ayudan a revertir o detener el deterioro del lago y que no obstante demandan cuantiosos recursos que tampoco han logrado potenciar el desarrollo económico de las familias de pescadores (entrevistas). Este no es un fenómeno reciente, ya que en la literatura se documenta una continuidad discursiva respecto al deterioro de la pesca en más de cincuenta años (Solórzano, 1955; Salinas de Gortari, 1987).

Un análisis interesante acerca de las fallas de la política pesquera es presentado por Ortiz (2004). De acuerdo a este autor, las formas de planificar y llevar a cabo la política pública que amenazan la administración de las pesquerías (y que por tanto deberían evitarse en la formulación de un plan de extracción para la carpa) son:

- (1) *Pensar según esquemas predefinidos que no se adaptan a las condiciones actuales locales* (programas federales instrumentados de forma vertical);
- (2) *Confianza excesiva en reglas simples de votación como mecanismo primario de decisión para las opciones colectivas en vez de negociar y dialogar consensos* (la instrumentación de las vedas de 1998 y 1999);
- (3) *Cambios tecnológicos rápidos* (sistemas de acuacultura rural);

¹⁰ Lo cual se refleja en reuniones y entrevistas con usuarios y representantes. Concuerda con lo que señala Castilleja (2004) refiriéndose a la generalidad de la acción pública ambiental en la cuenca.

- (4) *Intervenciones que afectan de forma negativa la transmisión de una generación a otra de los principios operacionales sobre los cuales se basa el sistema comunitario de administración y gestión* (programas y proyectos que ignoran y desplazan el conocimiento tradicional, los valores comunitarios y las autoridades comunitarias, afectando la identidad y rompiendo la reproducción del sistema socioeconómico local);
- (5) *Dependencia exagerada de la ayuda externa y cooperación internacional que no toma en cuenta las instituciones y los conocimientos locales autóctonos* (existe una fuerte dependencia en los programas de apoyo de gobierno en los que aparecen oportunistas ajenos a la comunidad; los proyectos se adaptan buscando la aprobación de la fuente de financiamiento y no las necesidades reales de la población);
- (6) *Corrupción y otras formas de comportamiento oportunista* (como se sospecha que existe en torno al manejo de los apoyos, lo cual ha suscitado desconfianza y conflictos).

A esta lista, Aída Castilleja añade que “en el diseño de las políticas públicas y en su aplicación prevalecen visiones de homogeneidad de los ámbitos naturales y sociales a los que estas se dirigen, así como en términos de los mecanismos que se definen para su operación”. Se refiere, por ejemplo, a los programas de gobierno que asumen que es posible aplicar de forma efectiva la misma fórmula de política pública para impulsar el desarrollo o el manejo sostenible de los recursos naturales en localidades que viven situaciones sociales y ecológicas diversas. Ante esto, la autora defiende los procesos de auto-diagnóstico y planeación comunitaria que retoman propuestas específicas generadas localmente para definir una propuesta regional (en lugar de lo opuesto que ha sido el esquema más común hasta ahora), tal como lo realizó Servicios Alternativos para la Educación y el Desarrollo (SAED, A.C.) con apoyo de dependencias del gobierno estatal en 2003¹¹.

Fuera de esfuerzos como éste, en los programas para la cuenca prevalece una “visión mecánica” y vertical en donde la planeación y diseño de los objetivos y las formas de organización y trabajo que se generan a nivel estatal y federal “bajan” para ser aplicados a las comunidades locales, mismas que deben ajustarse a los lineamientos establecidos por instancias de gobierno de otro nivel (Castilleja, 2004). De modo que las decisiones que definen la acción pública se toman demasiado lejos del lugar donde se originan y viven los problemas que intentan solucionar (Garibay, 1993). En la práctica, la operación de estos programas

¹¹ En comunicación personal, Luis Curiel Cásares, miembro de SAED, indicó las recomendaciones de dicho auto-diagnóstico no han sido debidamente retomadas por las autoridades. Por el contrario, posteriormente otras instancias de gobierno desarrollaron otros diagnósticos participativos en las mismas comunidades, lo que refleja, en su opinión, la falta de seguimiento y yuxtaposición de acciones que permea la acción institucional (comunicación personal, febrero, 2009).

propicia la formación de grupos de interés y debilita las instancias locales de decisión, lo cual obstaculiza la continuidad y la eficiencia de las acciones y termina debilitando el tejido social de las comunidades (Castilleja, 2004; Esteva, 1997; Garibay, 1993). Uno de los impactos sociales negativos generado por los programas de gobierno ha sido la disminución de la disposición de los habitantes para realizar algunos trabajos no remunerados de beneficio comunal, conocidos como “faenas”, esto debido a programas que ofrecían pagar por estos servicios (reforestación)¹².

En el caso de la política pesquera en el Lago de Pátzcuaro, también resulta pertinente la crítica de Martínez Sifuentes (2002), quien señala que las políticas que afectan a la población indígena con frecuencia excluyen a la población de la toma de decisiones sobre el diseño, instrumentación, control y evaluación de los programas que los involucran y las políticas que los afectan (el autor se refiere específicamente a la veda implementada de 1998 a 2000). Explica que

“los pueblos indígenas del país están sujetos a la discrecionalidad de las instituciones, al humor y la buena voluntad del gobernante en turno, a modelos de relación tradicional entre el Estado y los pueblos indígenas en donde estos son tratados como menores de edad y las instancias de gobierno toman actitudes de asistencialismo y paternalismo, cuando no de franca omisión y hasta discriminación” (Martínez Sifuentes, 2002).

En el prefacio de las recomendaciones del COEECO 2002 para el ordenamiento pesquero del Lago de Pátzcuaro, este organismo reconoció que “los problemas pesqueros se han abordado de una manera parcial, con una visión solamente técnica y legal, sin tomar en cuenta los aspectos socioeconómicos y la participación activa de la ciudadanía que es fundamental para la solución de los mismos”. Ante esto, el COEECO propuso al Gobierno del Estado, abrir espacios de debate y consenso para la política pesquera (COEECO, 2002). Sin embargo, en la actualidad, no se han concretado espacios o instancias efectivas que permitan a las uniones o sus representantes decidir o incidir directamente en la política pública que tanto los afecta. Tal es el reclamo recurrente y muy sentido, por poner un ejemplo, de la forma en que opera el dragado. Según lo manifiestan pescadores de diversas comunidades, el dragado no respeta zonas ni temporadas de reproducción y desove de los peces, enturbia el agua y destruye la vegetación nativa sin remover el lirio de forma eficaz. Todo esto se realiza sin consultarlos, transgrediendo lo que ellos perciben como territorios lacustres de propiedad comunal (entrevistas). Para Garibay (1993), una posible solución a este tipo de problemas es precisamente “transmitir las tomas de decisión sobre el manejo de la cuenca del Lago de Pátzcuaro a las instancias locales”. Sin embargo, este escenario parece aun menos probable.

¹² Garibay, 1992; una descripción mas amplia de este proceso es ofrecida por Esteva, 1997

Haciendo un análisis de la política pesquera hasta 1993, Garibay ya había advertido el un error de intentar resolver los problemas ambientales de la cuenca “desde un punto de vista meramente técnico, nunca como problemas de una organización social actuante dentro de un espacio territorial determinado”. En este sentido cabe la advertencia de que el problema del manejo de la pesca y de la extracción de la carpa debe analizarse y buscar soluciones técnicas pero sobretodo sociales, dirigidas a la inclusión de los pescadores y comerciantes en la toma de decisiones y la implementación de las regulaciones y acciones adecuadas para atender estas problemáticas. Garibay también observó la falta de sistematización de las numerosas experiencias de programas ambientales, lo que ha significado “una continua y recurrente pérdida de memoria de lo hecho y lo que falta por hacer”. Además, este autor reconoce que resulta problemático desarrollar programas desde un enfoque meramente cuantitativo planteando metas rígidas sin tomar en cuenta la calidad y pertinencia de las acciones y la forma en que se llevan a cabo.

VII.1.3. Las acciones respecto a la carpa (*Cyprinus carpio*)

En cuanto a iniciativas de gobierno para fomentar la pesca de la carpa, en 2005, dependencias municipales, estatales y federales organizaron reuniones con representantes de las comunidades donde se presentaron métodos alternativos de pesca con nasas y anzuelos (Alaye, 2006). Ese año, el CRIP de Pátzcuaro y el subdelegado de SAGARPA lograron contactar a los pescadores con compradores de carpa, motivando la obtención de un precio de venta de \$8 pesos por kilogramo (Alaye, 2006; entrevistas). También en 2005, COMPECA, SEDESOL, CRIP, SAGARPA y las presidencias de los cuatro municipios otorgaron créditos para la extracción de lirio (empleo temporal) y artes de pesca para extraer carpa. Esto significó una inversión de \$278,352 pesos, de los cuales \$81,200 se designaron al apoyo para la extracción de carpa.

Otros incentivos a la pesca de la carpa se han dado de forma parecida, por ejemplo, anteriormente, en 2002 y 2003 se dotaron de artes de pesca especiales para capturar esta especie, así como apoyo financiero para la construcción de infraestructura y capacitación de productores para el procesamiento de carpa en la comunidad de Tzintzuntzan, el cual continua en construcción y se espera que comience a trabajar este año (El Sol de Morelia, 2009; entrevista con Vocal Acuícola).

El “Proyecto de Equipamiento Pesquero a las Organizaciones del Lago de Pátzcuaro para la Captura de Carpa durante el 2006-2007” promovido por COMPECA propuso la inversión de \$ 1’044,374 pesos para el primer año y \$ 847,926 pesos para el segundo, esto sería una inversión total de \$ 1’892,090 pesos. Para la adquisición, supervisión y entrega de canoas y artes de pesca se formaría un comité con representantes de los cuatro ayuntamientos ribereños, el

SEPLADE, SUPLADER, SAGARPA, COMPECSA y los presidentes de las 26 organizaciones pesqueras beneficiadas. En total se proyectaron entregar 4,110 redes para carpa y 130 canoas en dos años, beneficiando a 822 familias de pescadores. Los fondos para sustentar este programa provendrían de la COMPECSA (9%); los Ayuntamiento de Pátzcuaro, Quiroga, Erongarícuaro y Tzintzuntzan (20.87%); SUPLADER (33.57%); y los beneficiarios de las organizaciones pesqueras (36.56%)¹³.

En el año en curso, el Vocal Acuícola ha solicitado a COMPECSA y SAGARPA la cantidad de 211 canoas y 1110 redes y una fileteadora, todos específicos para carpa. Este apoyo beneficiaría a 334 pescadores en las comunidades de San Andrés, Santa Fe, San Jerónimo, Tecuena, Urandén, Uricho, Colonia Revolución, Jarácuaro, Erongarícuaro, Puácuaro, Ichupio, Tzintzuntzan, Tarerio, Arócutin, Ihuatzio, Pacanda, Santiago Tzipijo y Ucasanastacua.

Al parecer, la dotación de redes y equipo para carpa sí ha promovido su captura entre los beneficiarios de dichos apoyos. Según lo indicó el representante de una de las uniones, antes de este programa, ningún miembro de la comunidad se dedicaba a pescar esta especie ya que no tenían redes apropiadas para ello. En la actualidad, existen pescadores que se han especializado en su captura. Otros pescadores argumentaron que la carpa no se puede extraer de forma intensiva bajo las condiciones de equipamiento actual y que los apoyos con equipamiento siguen siendo necesarios. (Tabla VII-2).

Tabla VII-2 Proyectos de acuicultura en el Lago de Pátzcuaro, la ribera y las islas.

Municipio	Localidad	Características y superficie	Especie
Patzcuaro	Urandén	Reserva de pez blanco con fines de repoblamiento	Pez blanco Acúmara
Quiroga	S. Jerónimo	Canal de 1,800 m ²	Pez blanco Charal
	Santa Fé	Bordo comunitario de 3,500 m ²	Tilapia
	Esc. Sec. Fed.	3 estanques de cemento de 60 m ² c/u	Tilapia
	Uricho	Estanque rústico de 500 m ²	Tilapia
Tzintzuntzan	Col. Revolución	Cultivo comercial de pez blanco en tinas circulares y estanques	Pez blanco Acúmara
	La Pacanda	Bordo de 3,800 m ²	Tilapias Lobinas
Tzintzuntzan	Chapultepec	Estanquería rústica (500 m ²) y estanque de cemento	Trucha arcoiris
	Tzipijo	Cultivo comercial de pez blanco en tinas circulares	Pez blanco
	Tziranga	Cultivo comercial de pez blanco en tinas circulares	Pez blanco
	Ucasanastacua	Cultivo comercial de pez blanco en tinas circulares y estanques	Pez blanco Acúmara
	Ichupio	Cultivo semiextensivo de pez blanco en 4 estanques revestidos de geomembranas	Pez blanco

Fuente: CRIP, 2006.

¹³ COMPECSA, Mayo 2006, "Proyecto Equipamiento Pesquero a las Organizaciones del Lago de Pátzcuaro para la Captura de Carpa durante el 2006-2007", Gobierno del Estado de Michoacán, COMPECSA, Subdirección de Fomento Pesquero y Acuícola, Departamento de Ordenamiento Pesquero y Acuícola, Michoacán, México.

Sin embargo, pescadores de diferentes comunidades señalaron que sin una vía de comercialización que haga de la pesca de carpa una actividad rentable, el equipamiento por si solo no ha logrado ni logrará motivar la extracción necesaria para disminuir sensiblemente la población de esta especie (entrevistas). Asimismo, los compradores de carpa que contactaron CRIP y SAGARPA en 2005, no pudieron canalizar exitosamente la oferta de carpa (entrevistas a pescadores, representantes y uno de los compradores). En el caso de la pescadería de “Tata Jacinto” en Pátzcuaro, la dueña explicó que nunca recibió el apoyo acordado por las instancias de gobierno, por lo que no pudo mantener el precio de compra ni sustentar los costos de almacenamiento. Los pescadores de diferentes comunidades nos informaron que un segundo comprador, proveniente de Acámbaro, Guanajuato, por razones desconocidas fracasó al tercer año de haber comenzado a comprar carpa del lago y a la fecha no ha saldado cuentas con los pescadores que le proveían de dicha carpa. (Tabla VII-3 y Tabla VII-4)

Tabla VII-3 Financiamiento obtenido para el sector pesquero en 2005

Beneficiarios	Dependencia	Cantidad	Finalidad
21 organizaciones 498 pescadores	SEDESOL COMPESCA	197,152.00	Empleo temporal:\$44.00/jornal para extracción del lirio
22 organizaciones	COMPESCA	80,000.00	Adquisición 420 madejas Adquisición 320 piñas de hilo
Pescadores del Municipio de TzinTzun Tzan	CRIP-Patzcuaro	1,200.00	Adquisición de 8 nazas carperas

Fuente: Alaye, 2006.

Tabla VII-4 Financiamiento solicitado para 2006

Beneficiarios	Dependencia	Cantidad	Finalidad
26 organizaciones 800 pescadores	PRESIDENCIAS:		Equipamiento pesquero:
	Patzcuaro	126,940.00	
	Erongarícuaro	30,456.00	Adquisición de 4,110 redes.
	Quiroga	23,688.00	Adquisición de 150 canoas de fibra de vidrio.
	Tintzuntzan	38,916.00	5 redes/pescador .
	TOT.	220,000.00	Canoas distribuidas proporcionalmente al numero de pescadores..
	COMPESCA	170,000.00	
SUPLADER	982,990.00		
Organizaciones		520,000.00	
		1,892,990.00	

Fuente: Alaye, 2006.

Por otro lado, acerca de los financiamientos para 2006 y 2007, el Vocal Acuícola de la Comisión de Pesca reportó que estos apoyos no se otorgaron de la forma planteada y fueron significativamente menores a lo que se había acordado (entrevista). Esta falta de congruencia se ha presentado en diferentes ocasiones, abona substancialmente a la desconfianza que existe entre los usuarios acerca de los programas y funcionarios de gobierno (entrevistas). La falta de constancia y seguridad en los programas y las promesas no cumplidas también contribuyen a que los usuarios opinen que el gobierno “engaña” y que los “utiliza” políticamente (“si les conviene nos dan y si no, no”). Por otro lado, la distribución de los apoyos es cuestionada por algunos usuarios que opinan que el gestor favorece a ciertos grupos sobre otros y que la adquisición de artes de pesca no es del todo transparente. Al mismo tiempo, los beneficiarios que fueron entrevistados se mostraron satisfechos con el manejo de los apoyos.

VII.1.4. Acciones para la regulación y ordenamiento oficial de la pesca

Investigación

Los estudios que analizan la pesquería en el Lago de Pátzcuaro (Orbe Mendoza, 2002; Ortiz, 2004; Rojas, 1993; Alaye, 2006; INIRENA, 2000) reconocen que existen factores externos que deterioran el ecosistema afectando de forma negativa el estado de la pesquería (deforestación, azolves, drenaje, basura, agroquímicos, etc.), por lo que se requieren acciones para frenar el deterioro de toda la cuenca. Como problemas propios del manejo pesquero, estos estudios destacan el uso de redes de arrastre y una sobreexplotación del recurso.

Las recomendaciones se dirigen hacia limitar el esfuerzo pesquero; proteger los desoves y los peces inmaduros; limitar el número de permisos de pesca; reanudar el monitoreo de las capturas; actualizar los sistemas de registro; restringir la captura, la cantidad y longitud de las redes, el tamaño de malla y el horario de pesca para que se respeten tallas mínimas de captura; y establecer vedas en las zonas y temporadas de reproducción de especies nativas. Se recomienda establecer programas de empleo temporal durante la veda, apoyar la educación básica en pescadores y la capacitación en cuanto a tecnología, procesamiento, comercialización, organización, acuacultura y trabajos complementarios a la pesca (turismo, reforestación, agricultura) y acordar con los pescadores las regulaciones pesqueras (Orbe, 2002).

Las zonas de veda propuestas por Orbe (2002) (y retomadas en el proyecto de NOM) son las riberas: de Ichupio a Ojo de Agua; San Jerónimo a Santa Fe; San Andrés a Oponguio; Puácuaro; y de Rancho Santiago a Ihuatzio. En algunos estudios (Orbe, 2002; Alaye, 2006) también se ha propuesto asignar de manera

formal concesiones de uso de zonas de pesca a los grupos organizados de pescadores con el fin de motivarlos a conservar el recurso dentro de su área¹⁴.

Elaboración del Plan de Manejo

El Plan de Manejo del Lago de Pátzcuaro elaborado por el INIRENA (2000) establece estrategias y líneas de acción específicas a corto, mediano y largo plazo en diferentes rubros incluyendo la pesca. Este Plan de Manejo apoya la creación de una NOM y un ordenamiento pesquero para la protección del ecosistema y la fauna acuática nativa y otras medidas encaminadas a limitar la extracción, incluyendo la instrumentación de vedas y zonas de reserva, artes de pesca adecuados, tamaño de malla, especies sujetas al aprovechamiento, trabajos de investigación para la protección de especies nativas y paquetes tecnológicos para el re-poblamiento y conservación de estas especies (INIRENA, 2000). A corto plazo recomienda también: fortalecer la organización pesquera regional y encontrar nuevos flujos comerciales; a mediano y largo plazo recomienda, además, integrar actividades económicas afines a la actividad pesquera.

Ordenamiento Pesquero

El Ordenamiento Pesquero del Instituto Nacional de Pesca (Orbe y Acevedo, 1999) establece medidas respecto a los permisos de pesca, artes de pesca, temporadas de veda, tallas mínimas de captura, Registro Nacional de Pesca y el ordenamiento del espacio físico (corredores de navegación, áreas protegidas, áreas de pesca) y niveles de captura máxima permisible. También ofrece lineamientos para alternativas de empleo para pescadores, proyectos productivos y capacitación. Las medidas que ofrece este ordenamiento están enfocadas a: evitar la sobrepesca; “mejorar las condiciones económicas en las que la pesca opera”; “tomar en cuenta los intereses de los usuarios”; “preservar la biodiversidad de los hábitats y ecosistemas acuáticos”; y “tratar de recuperar las poblaciones agotadas”, todo ello con el fin de asegurar una explotación sostenible del recurso pesquero del lago. A diez años de su elaboración, este ordenamiento sigue sin aplicarse cabalmente, ello se debe principalmente a que no ha sido aprobado por los usuarios (Ortiz, 2004; COEECO, 2002; entrevistas a usuarios).

Respecto a la aplicación de estos instrumentos, una encuesta a funcionarios públicos realizada por Ortiz (2004) de diferentes dependencias acerca de la política pesquera encontró que “no hay aplicación de instrumentos de política pesquera como plan de manejo y el ordenamiento pesquero es implementado solamente en algunos aspectos (Ortiz, 2004).

Actualmente, existe un proyecto de NOM para regular la pesca en el Lago de Pátzcuaro¹⁵ que está en vista de ser aprobado, si es que ya lo ha sido, ya que

¹⁴ Esta política responde a la idea de prevenir lo que se conoce como “tragedia de los comunes”. La idea de “parcelar” el lago se basa en recomendaciones de FAO, 1998 (citado en Orbe, 2002).

durante 2009, en varias entrevistas con funcionarios del Instituto Nacional de la Pesca en la delegación de Sagarpa en Michoacán, afirmaron que ‘prácticamente’ ya estaba aplicando: el Proyecto de Norma Oficial Mexicana Proy-NOM-036-Pesc-2005, *Pesca Responsable en el Lago de Pátzcuaro, ubicado en el Estado de Michoacán: Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros*. Esta NOM sigue las recomendaciones de Orbe y Acevedo (1999) entre otros estudios estableciendo controles de esfuerzo pesquero, tallas mínimas de captura para especies nativas, áreas de pesca restringida, técnicas de pesca prohibidas, horarios de pesca, características de artes de pesca y su uso permitido por especie; además, regula la pesca no comercial y la introducción de peces nativos para repoblamiento y establece obligaciones para los pescadores comerciales (entre ellas registrar las capturas, artes de pesca y embalses, obtener permisos y colaborar con los programas de gobierno). Además, faculta a la CONAPESCA para establecer zonas y temporadas de veda, realizar la vigilancia y supervisión del cumplimiento de esta NOM y para elaborar el Programa de Administración y Aprovechamiento de los Recursos Pesqueros en el Lago de Pátzcuaro, el cual tendrá una duración de 2 años.

Respecto a la captura de carpa, en resumen la NOM establece que: no existirán restricciones en cuanto a tallas mínimas ni volúmenes máximos (tanto para pescadores comerciales ni no comerciales); las artes de pesca permitidas son: palangres, nasas, trampas y redes de enmalle; queda prohibido el uso de chinchorros de arrastre, atarrayas, trasmallos, explosivos y procedimientos de “apaleo” y “arreo”; el número máximo de redes de enmalle para carpa permitidas es de 3,766 redes; la pesca de carpa queda prohibida en las seis “zonas de refugio”. Esta ley autoriza los programas de pesca intensiva de carpa con los equipos y sistemas de pesca que recomiende el INAPESCA. En la elaboración de esta ley participaron representantes de CONAPESCA, INAPESCA, CONAGUA, PROFEPA, Dirección General de Calidad Sanitaria de Bienes y Servicios, COMPEPESCA, INIRENA, y de la Confederación Nacional Cooperativa Pesquera. Los representantes de las uniones del Lago de Pátzcuaro no participaron en la redacción de esta ley.

¹⁵ El marco legal vigente para la pesca incluye: Norma Oficial Mexicana NOM-009-PESC-1993, *que establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas, en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos*, publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 4 de marzo de 1994; Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994, *para regular las actividades de pesca deportivo-recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos*, publicada en el DOF el 9 de mayo de 1995; y Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, *para la protección ambiental de especies amenazadas, bajo protección especial y en peligro de extinción*, publicada en el DOF el 6 de marzo de 2002; el Código Internacional de Conducta para la Pesca Responsable de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 1995); y la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables publicada en el DOF el 26 de julio de 2007.

La aplicabilidad de esta ley fue estudiada por Ortiz (2004) concluyendo que “las condiciones actuales indican poca viabilidad para la aplicación, la eficiencia y la eficacia de la NOM de pesca”, ello debido al deficiente cumplimiento de la ley actual y la falta de difusión de la existencia y los términos de la NOM entre los usuarios.

Veda

La veda temporal del Lago de Pátzcuaro se estableció del 1 de marzo al 8 de abril y del 25 de abril al 31 de mayo, en base a documentos de investigación técnica acerca de la biología pesquera (Orbe, 2002; Martínez Sifuentes, 2002). De acuerdo a la cronología de los hechos que siguieron su implementación en 1999 escrita por Martínez Sifuentes (2002), el gobierno incurrió en irregularidades, injusticias, faltas administrativas “y hasta delitos” en el proceso de instrumentación de la veda y el conflicto que a ésta siguió. Al respecto, en entrevistas, todos los pescadores han demostrado inconformidad acerca de la manera en que se dio dicha implementación y algunos coinciden con el juicio de Martínez Sifuentes.

El primer intento de instrumentación de la veda del Lago de Pátzcuaro se dio en 1999 e involucró el decomiso de artes de pesca y un programa de empleo temporal. Sin embargo, el pago de jornales bajo este programa se atrasó cerca de 3 meses lo que provocó el descontento y desconfianza de los pescadores. En 2000, se publicó de nuevo el anuncio de la veda en el DOF y las autoridades federales y estatales procedieron a implementarla realizando los decomisos de redes¹⁶. La oposición de los pescadores culminó con el encarcelamiento del presidente de bienes comunales de Janitzio y un pescador de Puácuaro. En señal de solidaridad y protesta, la mayoría de las uniones de pescadores de las islas y la ribera decidieron dejar de pagar los permisos de pesca y la matriculación de embarcaciones y dejaron de reportar las capturas obtenidas mediante esta actividad. A ello también prosiguió una desgastante lucha que involucró movilizaciones y tomas de oficinas de gobierno en Morelia y Ciudad e México (entrevistas).

En 2002, el indulto presidencial liberó a ambos presos. Sin embargo, el conflicto no se ha resuelto ya que no se han retirado las órdenes de aprehensión a otros dos pescadores involucrados en los hechos del 2 marzo de 2000. Por tanto, las gestiones políticas y legales para dar por terminado este conflicto continúan a la fecha¹⁷. De igual manera, como se mencionó anteriormente muchas de las uniones continúan sin registrar sus embarcaciones y capturas y operan sin el permiso vigente.

¹⁶ Algunos pescadores nos han reportado actos de abuso de autoridad, como la destrucción de artes de pesca que debieron solo ser decomisados.

¹⁷ Al respecto, el COEECO recomendó en 2002 desestimar estas órdenes de aprehensión como primera medida para recobrar la estabilidad social en el sector (COEECO, 2002).

Sin embargo, contrario a lo que pudiera pensarse, los pescadores no están completamente renuentes a la implementación de una veda, sino que están dispuestos a negociarla bajo otros términos. Su oposición no es hacia cualquier veda sino hacia las condiciones actuales de la veda y la forma en la que fue implementada por las autoridades (Martínez Sifuentes, 2002; Alaye, 2006; entrevistas).

VII.1.5. Panorama institucional

A continuación presentamos una breve descripción de las instituciones y organizaciones que mantienen funciones directas sobre la pesca en el Lago Pátzcuaro o funciones que los vinculan de manera cercana a la misma, que realizan o han realizado intervenciones en el sector ya sean para el fomento o regulación, y que por tanto tienen incidencia en la política pública y el manejo del recurso pesquero.

Gobierno Federal

SAGARPA. Es la principal instancia responsable del fomento y regulación de la pesca. La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación se encarga de “formular, conducir y evaluar la política general de desarrollo rural y administrar y fomentar las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras y acuícolas”. Su objetivo es “apoyar el desarrollo de los sectores agropecuario y pesquero de modo que tengan un desempeño rentable y competitivo, con dinámicas de desarrollo sustentable a largo plazo en el orden económico, social y comprometido con la conservación de nuestros recursos naturales”. Esto incluye, programas y actividades de fomento económico, inversión y promoción técnica y tecnológica para el desarrollo agrícola, ganadero y pesquero. La Sagarpa también tiene la facultad de expedir normas oficiales mexicanas en las materias de su competencia y es responsable de fomentar y organizar la producción; promover la integración de asociaciones rurales, acuícolas y pesqueras; trabajar en coordinación con la Semarnat para la conservación de los recursos naturales; y mantener información estadística sobre la producción, economía y calidad de en el medio rural¹⁸.

CONAPESCA. La Comisión Nacional de Pesca es un órgano desconcentrado de la Sagarpa que se encarga de implementar políticas, programas y normatividad pesquera y acuícola con el fin de ordenar y fomentar estas actividades económicas¹⁹. Conapesca se encarga de los ordenamientos y planes de manejo

¹⁸ SAGARPA, Facultades y Atribuciones por Unidad Administrativa, Reglamento Interior de la Sagarpa, Publicado en el Diario Oficial de la Federación con Fecha 10 de Julio de 2001, http://www.sagarpa.gob.mx/infhome/facultades/f_sagarpa.html

¹⁹ Sitio web oficial de Conapesca: <http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/>

pesqueros y de implementar las diferentes políticas y programas dirigidos al sector. También tramita y otorga, a través de las subdelegaciones estatales, los permisos y concesiones para la extracción comercial de peces en aguas nacionales y el establecimiento de centros acuícolas, los certificados de sanidad acuícola y certificados de traslado legal de especies en veda temporal. La Conapesca también registra la producción y cosecha pesquera (Registro de Operación Pesquera, ROP), el equipamiento y personas físicas o morales que realicen actividades pesqueras o acuícolas (Registro Nacional de Pesca, RNP). Estos registros son públicos, gratuitos y obligatorios para todos los que realicen estas actividades y son requisito para acceder a cualquier programa federal y estatal de gobierno.

INAPESCA.²⁰ El Instituto Nacional de Pesca es un órgano desconcentrado de la Sagarpa cuyo objetivo principal es “la investigación y oferta de capacitación, educación e información de calidad acerca de la actividad pesquera y acuícola en México”. La Carta Nacional Pesquera es un documento creado por Inapesca para ofrecer información pesquera de todo el país. El Inapesca cuenta con Centros Regionales de Investigación Pesquera (CRIP) que funcionan en diferentes regiones del país. Uno de ellos se localiza en la Ciudad de Pátzcuaro y ha realizado y apoyado en investigaciones, programas y proyectos pesqueros en este lago.

SEMARNAT.²¹ La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales es la agencia del gobierno federal encargada de “fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales, y bienes y servicios ambientales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable”. Ello incluye regular y vigilar la conservación de lagos y la protección de las cuencas que los alimentan. A través de la PROFEPA, la Semarnat se encarga de vigilar el cumplimiento de las normas y leyes ambientales e imponer las sanciones procedentes. Promover los ordenamientos ecológicos y elaborar programas de restauración ecológica son también responsabilidades de esta dependencia. Proponer y resolver el establecimiento y levantamiento de vedas forestales, de caza y pesca. La Semarnat otorga las concesiones, licencias, permisos, autorizaciones y reconoce derechos en materia de aguas y explotación de la fauna silvestre. Finalmente, la Semarnat se encarga de “diseñar y operar, con la participación que corresponda a otras dependencias y entidades, la adopción de instrumentos económicos para la protección, restauración y conservación del medio ambiente”.

²⁰ Sitio web oficial de Inapesca: www.inp.sagarpa.gob.mx/

²¹ Ley Orgánica de la Administración Pública, Artículo 32 bis reformada en el DOF del 25 de febrero de 2003, <http://www.semarnat.gob.mx/queessemarnat/Pages/quehacemos.aspx>

CONAGUA. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) depende de SEMARNAT y “es la autoridad facultada para administrar y custodiar las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, así como preservar y controlar su calidad”²². Actualmente, la misión de Conagua es “administrar y preservar las aguas nacionales, con la participación de la sociedad, para lograr el uso sustentable del recurso”. La Conagua está dividida en organismos de cuenca, y Pátzcuaro le corresponde al Organismo de Cuenca Lerma-Santiago-Pacífico con sede en Guadalajara, Jalisco. Estos organismos se encargan de administrar y preservar el agua y “son el vínculo con los Gobernadores de las entidades donde se ubican”. Por otra parte, existen Direcciones Locales que son responsables de aplicar las políticas, estrategias, programas y acciones de la Conagua en cada estado. En Michoacán, la Dirección local de la Conagua.

Como instancia de carácter consultivo y organismo de apoyo a la gestión a nivel de cuenca, se creó la Comisión de la cuenca del Lago de Pátzcuaro y Zirahuén, en el cual están representados los cuatro municipios (son más municipios) colindantes, que se encuentran dentro de la cuenca Lerma-Chápala. La representación es por usos del agua. Tanto a nivel del Consejo de Cuenca Lerma-Chápala, como en la Comisión de cuenca del Lago de Pátzcuaro, existe una representación del uso acuícola en la figura de un Vocal Acuícola²³ respaldado por un Comité de Usuarios Acuícola, donde participan pescadores y representantes de las uniones de casi todas las comunidades rivereñas e isleñas. Cabe mencionar que este consejo trata asuntos de gestión del agua y no de producción pesquera; como se aclaró anteriormente, la pesca en aguas interiores es responsabilidad de SAGARPA y no de CONAGUA, pero en su seno se discuten la distribución de recursos y esfuerzos institucionales para producir una gestión de cuenca.

La relación de la Conagua con la pesca en el Lago de Pátzcuaro es indirecta, ya que una de sus funciones es “garantizar la calidad del agua superficial” (y por ello tiene incidencia en la contaminación por aguas residuales) y regular el uso de los terrenos a la orilla del lago y los terrenos emergentes producto de la desecación del lago. De forma directa, la Conagua, a través de los organismos de cuenca, otorga permisos y concesiones de uso de agua para estanques acuícolas. No tiene ninguna función promotora o reguladora de la pesca.

IMTA. El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua es un organismo público descentralizado que se enfoca al manejo de del agua, a través de “investigación y desarrollo tecnológicos para proteger el recurso y asignarlo de manera eficiente y equitativa entre los distintos usuarios”²⁴. Desde la firma del convenio para la creación del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro en 2003, el IMTA ha dirigido diferentes acciones técnicas, tecnológicas

²² Sitio web oficial de Conagua: <http://www.conagua.gob.mx/Default.aspx>

²³ El actual presidente de la unión de pescadores de Tzintzuntzan mantiene este puesto desde 2004 y lo hará hasta 2011 (entrevista con el Vocal Acuícola de la Comisión de Cuenca de Pátzcuaro).

²⁴ Sitio web oficial de IMTA: <http://www.imta.mx/>

y educativas para mejorar la calidad ambiental de la cuenca y del lago, entre las que se suscribe el presente estudio.

CDI. La Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (antes Instituto Nacional Indigenista, INI) es un organismo descentralizado de la administración pública federal, cuya misión es “orientar, coordinar, promover, apoyar, fomentar, dar seguimiento y evaluar los programas, proyectos, estrategias y acciones públicos para alcanzar el desarrollo integral y sustentable y el ejercicio pleno de los derechos de los pueblos y comunidades indígenas”²⁵. A lo largo de las dos últimas décadas, la delegación de CDI en Pátzcuaro ha apoyando diferentes acciones en torno al desarrollo de los pueblos indígenas, incluyendo varios proyectos para el fomento de la pesca, que incluye dotación de artes de pesca, apoyo a organizaciones, apoyo jurídico, capacitación, apoyo para la construcción de infraestructura, entre otros²⁶.

Gobierno del Estado de Michoacán

COMPESCA.²⁷ La Comisión de Pesca del Estado de Michoacán se encarga de la promoción y regulación de la pesca en coordinación con la federación y los municipios, ello incluye la producción, captura, acopio y comercialización de los productos. Este organismo provee de asesoría técnica a las organizaciones y productores, participa con las autoridades federales en la vigilancia e inspección pesquera, promueve el ordenamiento pesquero, maneja programas de reproducción y repoblamiento de especies de valor pesquero, y participa con las autoridades federales en la actualización del padrón de pescadores y productores acuícolas y la información estadística relativa a la captura, industrialización y comercialización que se realiza en el Estado.

C.E.A.C.²⁸ La Comisión Estatal del Agua y Gestión de Cuencas es una dependencia que se coordina con la Conagua y otras instancias federales para realizar acciones, estudios y proveer información acerca del manejo del agua y las obras hídricas en la entidad. La C.E.A.C. también promueve convenios de coordinación entre instituciones y asesora y capacita a operadores y usuarios para el manejo del agua. En especial, la C.E.A.C. promueve la creación de Consejos de Cuenca (que responden a la CONAGUA) en donde participan representantes de diferentes instituciones y sectores sociales, incluyendo el gremio pesquero.

CPLADER. La misión de esta dependencia es “regir, normar y dinamizar la planeación para el desarrollo, impulsando la integración y gestión de proyectos, la

²⁵ Sitio web oficial de CDI: www.cdi.gob.mx

²⁶ Entrevista con funcionarios de CDI Delegación Pátzcuaro.

²⁷ Sitio web oficial de Compesca: <http://compesca.michoacan.gob.mx/>

²⁸ Sitio web oficial de C.E.A.C.: <http://www.michoacan.gob.mx/ceac/index.php>

democracia participativa y la coordinación de los tres órdenes de gobierno”²⁹. El CPLADER elabora el Plan de Desarrollo Integral Estatal; diseña y coordina los programas de desarrollo regional; celebra convenios y contratos entre municipios en materia de desarrollo; promueve procesos de planeación participativa y mecanismos de evaluación y seguimiento de los programas estatales; coordinar las acciones que la federación y el gobernador convengan para el desarrollo de las regiones del estado; participa en los comités y órganos de coordinación interinstitucional; y proporciona apoyo técnico para los municipios.

SUMA. La Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente trabaja para aplicar y vigilar el cumplimiento de la Ley Ambiental y de Protección del Patrimonio Natural del Estado de Michoacán y las normas federales de competencia. Se encarga de elaborar, ejecutar y difundir los planes y programas estatales de protección ambiental, ordenamiento territorial y ordenamiento ecológico relacionados con el Plan Estatal de Desarrollo; “conservar, preservar, restaurar y proteger los ecosistemas de jurisdicción estatal, en las materias que no estén expresamente reservadas a la Federación”; “asesorar y proponer políticas, programas y acciones para asuntos que afecten al equilibrio ecológico o al ambiente de regiones que comprendan dos o más municipios”; “vigilar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas en materia ambiental y las derivadas de las leyes y reglamentos de jurisdicción estatal”; y proponer convenios con la federación, otros estados y con los municipios del estado, y entre los sectores social y privado, en materia de aprovechamiento sustentable del territorio estatal.³⁰

SEPSOL. La Secretaria de Política Social del Estado se encarga de “Formular, normar y coordinar políticas y programas generales para el desarrollo social con la participación ciudadana, que coadyuven al mejoramiento de las condiciones de vida de la población.” Ello incluye acciones y programas de “combate a la pobreza” y desarrollo socioeconómico. Esta dependencia se coordina con la SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social, instancia federal), para hacer operativos sus programas. Al respecto, el Codesol (Convenio para el Desarrollo Social) dispone de recursos federales y estatales para apoyar a migrantes y aplicar los programas de empleo temporal y opciones productivas.³¹

INIRENA.³² El Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales es parte de la Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo (UMSNH). Desde su fundación en 1995, el INIRENA ha realizado investigación ecológica en el Lago de Pátzcuaro, principalmente en el tema de hidrobiología, zoología acuática y acuicultura. Los investigadores del INIRENA también son autores del Plan de Manejo del Lago de Pátzcuaro (INIRENA, 2000). Este instituto ha dirigido proyectos de investigación básica y aplicada sobre acuicultura (principalmente de

²⁹ Sitio web oficial de CPLADER: <http://seplade.michoacan.gob.mx/cplade/index.php>

³⁰ Sitio web oficial de SUMA: <http://suma.michoacan.gob.mx/>

³¹ Sitio web oficial de SEPSOL: <http://sepsol.michoacan.gob.mx/>

³² Sitio web oficial de INIRENA: <http://www.inirena.umich.mx/index.html>

pescado blanco y acúmara) apoyados por instituciones de gobierno e incluso internacionales.³³

Ayuntamientos Municipales³⁴

De los tres niveles de gobierno, las entidades municipales son las que mantienen menos atribuciones sobre la pesca en el Lago de Pátzcuaro. A pesar de ser el ámbito gubernamental más inmediato, los ayuntamientos no cuentan con recursos (humanos, económicos ni jurídicos) para intervenir en el manejo pesquero ni responder a las demandas del sector. El lago y por ende la pesca que se realiza en él, son jurisdicción de la federación y los municipios no tienen poder para normar, sancionar, regular, vigilar u ordenar la pesca ni elaborar políticas públicas encaminadas al sector pesquero. Además, ninguno de los municipios cuenta con una partida presupuestal para atender al sector.

La labor que se realiza actualmente en los municipios se limita a auxiliar en la gestión y aplicación de los programas y fondos de origen federal y estatal cuando estos apoyos sean solicitados por los productores. En cada uno de los cuatro municipios con adyacencia al Lago de Pátzcuaro (Tzintzuntzan, Erongarícuaro, Pátzcuaro y Quiroga, con cabeceras municipales en los centros poblacionales del mismo nombre) existen dos instancias que realizan estas actividades: la **dirección municipal de desarrollo rural** y los **regidores de desarrollo rural**. Sin embargo, la capacidad de los municipios para realizar esta labor es limitada, ya que cuentan con poco personal atendiendo a un sector rural amplio de necesidades variadas. Por ejemplo, en el caso de Erongarícuaro, en la oficina de Desarrollo Rural y Asuntos Forestales solo trabaja una persona, misma que atiende los asuntos agrarios, pecuarios, forestales y pesqueros de todo el municipio. Ello sin contar con computadora ni teléfono y, hasta la fecha de la entrevista (mayo, 2009), sin presupuesto alguno por parte del municipio para ejercer apoyos en estos sectores. Además, debido a que algunas organizaciones pesqueras no cuentan con permisos de pesca vigentes, no pueden acceder a recursos de origen estatal ni federal. De modo que algunas direcciones municipales han optado por introducir a los pescadores a programas que apoyan otras actividades como la agricultura y la artesanía.

Por otro lado, también existen los **consejos municipales de desarrollo rural**, en donde participan funcionarios de gobierno municipal y las autoridades locales (agrarias y civiles principalmente) para dialogar, informar y tomar decisiones respecto al desarrollo rural del municipio. Sin embargo, en los cuatro casos, el

³³ Un suceso destacado y reciente fue el robo de 20,000 ejemplares de pescado blanco que se criaba en instalaciones del INIRENA bajo un proyecto de \$25 millones de pesos de inversión que se suponía culminaría con la transferencia tecnológica a las comunidades del Lago de Pátzcuaro. Este robo originó un escándalo en donde se vieron envueltos dos investigadores del INIRENA y la entonces titular de COMPECA (Aguilera, 2006; entrevistas a pescadores).

³⁴ Información obtenida a través de entrevistas a directores y regidores municipales de Erongarícuaro, Tzintzuntzan, Quiroga y Pátzcuaro.

sector agropecuario y sus asuntos dominan la agenda tanto de las direcciones y los regidores como del consejo de desarrollo rural. Incluso, los funcionarios entrevistados declararon que a pesar de que el consejo es un órgano abierto a la ciudadanía, los pescadores no tienen representación directa en ellos.

Gobiernos locales³⁵

En sociología jurídica, se entiende por pluralismo jurídico la coexistencia de dos o más órdenes jurídicos en un mismo ámbito de tiempo y de espacio. El concepto de pluralismo jurídico supone una definición alternativa de derecho, pues si se adopta la definición clásica, el derecho se reduce a las normas producidas exclusivamente por el Estado. Si se acepta la noción de pluralismo jurídico, se pone en cuestión la idea del monopolio de la fuerza estatal. En el caso de la mayoría de las comunidades ribereñas y todas las isleñas son comunidades indígenas purépecha, las cuáles mantienen formas de gobierno locales característicos. Sin entrar a detalle en las complejidades de éstos, cabe definir brevemente algunas de sus características esenciales y su relación con el manejo de la pesca en el Lago de Pátzcuaro.

Un estudio amplio realizado por miembros del INAH (Castilleja et al., 2003) explica que entre los purépecha, este sistema de autoridad es “el espacio comunitario que vincula el derecho constitucional con los usos y costumbres” y por tanto mantiene una “estructura dual” que involucra autoridades sujetas al derecho constitucional (autoridades agrarias y civiles) y otras que se sustentan en los usos y costumbres (entre los que destaca el sistema de cargos religiosos y los consejos de ancianos). Las principales autoridades presentes en los gobiernos de las comunidades lacustres son: el delegado municipal, el jefe de tenencia y el juez menor de tenencia (autoridad civil); el representante o comisariado ejidal (autoridad agraria); los representantes de la iglesia católica (sacerdotes y asociaciones religiosas); y los miembros de la comunidad que han adquirido prestigio a través del sistema de cargos ceremoniales. La jerarquía, relaciones y distribución del poder entre estas figuras varían de una comunidad a otra. Por otro lado, la atención a diversos asuntos específicos pertinentes a las localidades se realiza a través de comités (entrevistas; Garibay, 1993).

El gobierno local indígena mantiene funciones sociales y políticas tanto al interior de cada comunidad como al exterior ya que sirve de enlace con otros organismos sociales y políticos, principalmente con el gobierno municipal. Un elemento rector dentro de las comunidades purépecha es lo que llaman “**el costumbre**”: “un término que condensa las elecciones y opciones que generan los individuos y los grupos teniendo como referente el marco de normas (como modelo o referente colectivo) y las relaciones sociales en las que están inmersos”. *La costumbre* tiene

³⁵ Castilleja et al., 2003, y Willem Assies “Reforma indígena en Michoacán y pluralismo jurídico”, 2003. (mecanoscrito)

raíces históricas profundas y es una lógica de organización, regulación y gobierno basada en la tradición y el modelo comunitario de vida.

El manejo del lago, hasta donde nos han reportado, se encuentra fuera de la esfera de responsabilidades de los gobiernos locales. En realidad, no existe una figura de autoridad comunitaria con facultades para *gobernar* la pesca: son los mismos usuarios quienes deciden los asuntos concernientes a la pesca (este punto se discute en un apartado más adelante). Sin embargo, aunque el lago es “jurisdicción” (por llamarle así) de los pescadores y sus organizaciones, las intervenciones que requieran la cooperación de otros sectores de la sociedad o que afecten otras áreas del territorio comunal, tendrán que dialogarse también con el gobierno local. Además, hay que reconocer que el gobierno local representa también al sector pesquero ante el municipio. Finalmente, respetar las formas de autoridad y gobierno local es fundamental para planear, gestionar e implementar iniciativas que involucren a las comunidades indígenas.

Instancias de Coordinación interinstitucional

Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. Este programa es un esfuerzo de coordinación inter-institucional e intersectorial para atacar las múltiples problemáticas ambientales que enfrenta el Lago de Pátzcuaro. El convenio que dio origen a este programa se firmó en 2003, mismo al que se suscribieron la Semarnat, la Conagua y el IMTA por parte del gobierno federal; el gobierno del Estado de Michoacán, por medio de SUMA y otras dependencias; los gobiernos municipales de Pátzcuaro, Quiroga, Tzintzuntzan, Erongarícuaro y Huiramba; la Fundación Gonzalo Río Arronte; la UMSNH, Universidad de Zacatecas y la Universidad de Guanajuato; y 16 organizaciones no gubernamentales y civiles. El IMTA y la UMSNH también se dieron a la tarea de escribir un Plan Estratégico de Acciones para la Recuperación del Lago de Pátzcuaro (conocido como PEARLP).

Consejo de Cuenca del Lago de Pátzcuaro y Zirahuén. El único espacio formal de diálogo y negociación que existe entre las instituciones de gobierno y el sector pesquero del Lago de Pátzcuaro es el Consejo de Cuenca del Lago de Pátzcuaro, en donde participan representantes de diferentes sectores. El sector pesquero esta representado por un Vocal Acuícola.

COEECO. El Consejo Estatal de Ecología es un “órgano ciudadano permanente de consulta, concertación social y asesoría del Poder Ejecutivo del Estado y de los H. ayuntamiento, en el diseño, ejecución y evaluación de las políticas, programas y acciones públicas en materia de protección al ambiente y de desarrollo sustentable del Estado”³⁶. Su objetivo es consolidar y fortalecer la participación de

³⁶ Información tomada del Reglamento Interior del Consejo Estatal de Ecología (COEECO), disponible en internet:
<http://congresomich.gob.mx/congreso/Reglamentos/REGLAMENTO%20INTERIOR%20DEL%20CONSEJO%20ESTATAL%20DE%20ECOLOGIA.htm>

la sociedad civil para que incidan de manera efectiva en el diseño y ejecución de políticas públicas encaminadas al desarrollo sostenible³⁷. En el consejo participan representantes de las organizaciones de la sociedad civil; el sector social; la academia; la iniciativa privada; las instancias municipales de planeación; los Presidentes de las comisiones de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Honorable Congreso del Estado y de la Comisión de Desarrollo Rural del Honorable Congreso del Estado; el Secretario de Urbanismo y Medio Ambiente; el Secretario de Educación del Estado; el Secretario de Desarrollo Rural; el Coordinador de Planeación para el Desarrollo; el Director General de la Comisión Forestal del Estado; el Director General de la Comisión de Pesca; y, el Coordinador General de la Comisión Estatal del Agua y Gestión de Cuencas. La COEECO ha emitido recomendaciones para la regulación de la pesca (COEECO, 2001; COEECO, 2002).

Otros esfuerzos interinstitucionales en el pasado incluyen el “Plan Pátzcuaro 2000” que derivó del libro multidisciplinario del mismo nombre (Toledo et al., 1993) que operó de 1996 a 2002, integrando dependencias de los tres niveles y organizaciones no gubernamentales. La Coordinación Regional Pátzcuaro-Zirahuén (creada dentro de la Secretaría de Planeación y Desarrollo del Estado) que funcionó en la administración de Tinoco Rubí y una instancia intermunicipal que se estableció en la administración de Cárdenas Batel (Castilleja, 2004).

VII.1.6. Situación sociorganizativa de los pescadores

En la cuenca del lago de Pátzcuaro se calcula que existen alrededor de 20 mil personas que por el criterio de hablantes de lengua se les considera indígenas. Esta población se ubica en la mayoría de las localidades de la cuenca, sin embargo su distribución no es homogénea. Sus principales puntos de concentración son las comunidades ribereñas e islas del lago de Pátzcuaro y las zonas forestales como Pichátaro y San Isidro fundamentalmente.

No obstante que su presencia en términos poblacionales no es mayoritaria, la historia de su presencia en la zona ha dejado formas de organización que persisten hasta nuestros días. Al respecto podemos apreciar dos niveles diferentes: 1) la organización familiar y 2) la organización comunitaria y 3) organización para la producción.

La unidad básica para la producción y reproducción campesina en esta región sigue siendo de tipo colectiva y se organiza por parentesco. Esta unidad es, por lo general, la familia, que produce y sobrevive agrupada, aunque conserva la flexibilidad para dispersarse con el fin de obtener los complementos a su producción. El parentesco, con todas sus características y obligaciones sociales, se convierte en el campesino en una relación de producción. En este caso la

³⁷ Ibídem.

migración temporal o definitiva hacia centros urbanos internacionales (Los Ángeles o Chicago) representa una forma de reproducción familiar.

Sobre esta base organizativa se levanta la *organización comunitaria*, la cual tiene características particulares en cada comunidad. No obstante cabe destacar la organización por barrios existente en muchos pueblos de la zona, la cual se establece fundamentalmente para organizar festejos religiosos o actividades comunitarias en beneficio de la comunidad, mediante el establecimiento de *faenas* o *mayordomías* según sea el caso. Este tipo de organización ha ido perdiendo su esencia comunitaria aceleradamente a lo largo de los años, debido a que muchas de las acciones gubernamentales han establecido el pago económico por la realización de trabajos comunitarios, lo cual ha generado un círculo vicioso en el que las comunidades no participan si no hay pago y las instituciones no encuentran otra forma de promoción si no es ofreciendo dinero. Paralelamente a la organización comunitaria existe la organización agraria sustentada en la Ley Agraria.

La tercera forma de organización (para la producción) está estrechamente ligada a las otras dos ya que las actividades productivas, tanto a nivel familiar como a nivel comunitario, se fundan en formas de acceso y usufructo a los recursos naturales. En este sentido se puede apreciar la presencia de diferentes tipos de productores, según la preponderancia de la actividad que desarrollen. Cuatro son las principales actividades en torno a las cuales se organizan los habitantes de la cuenca para la producción: agricultura, pesca, forestaría y artesanías.

Respecto a los procesos políticos en la región, la literatura resalta la generación de un movimiento “comunalista”, que es un tipo de acción organizada de las comunidades por la defensa de sus recursos, que reivindica su carácter comunitario, así como la defensa de su territorio con base en organizaciones que han asumido demandas étnicas. Si bien muchos rasgos étnicos se han perdido, el comunalismo es parte de la cultura política en amplias zonas del campo michoacano, probablemente hoy más que nunca.

Las instituciones oficiales, los grupos disidentes, y las mismas comunidades, manejan en sus discursos diversos referentes al comunalismo. En términos políticos, valida el derecho de la comunidad a existir, lo que implica una serie de reivindicaciones: la defensa de un patrimonio común, el ejercicio de mecanismos de gobierno propios, el respeto a la cultura y la lengua indígenas, pero no todas las reivindicaciones se manejan con la misma intensidad y por todas las comunidades. En general, el comunalismo fortalece el sentido de pertenencia y la posibilidad de enfrentar los problemas de una manera colectiva.

En términos más orgánicos, se puede hablar de varios tipos de actores rurales: las centrales campesinas de filiación estatal, el movimiento campesino independiente y las organizaciones de productores. Otro tipo más de organización ha sido la de pescadores, los cuales actualmente se agrupan en 26 uniones locales que

aglutinan a pescadores de 23 comunidades isleñas y ribereñas. Existen además, dos organizaciones de segundo nivel: la Unión de Pescadores del Lago de Pátzcuaro (U de U) y la Organización Regional de Pescadores. Sobre estos actores sociales se documentará más adelante.

Gran parte de la población de la cuenca tiene la pesca como una importante fuente de ingreso, por ello el agua se constituye un recurso natural de extrema relevancia para la reproducción de las unidades domésticas locales, así como motor de la economía regional. Sin embargo la falta de organización y consenso entre los pobladores de las comunidades pesqueras aunado a una insuficiente, inadecuada e inoportuna actuación de las instancias ambientales relacionadas con la conservación y promoción de la actividad pesquera en la zona ha provocado un fuerte proceso de deterioro y pérdida del potencial productivo de la cuenca.

La pesca es realizada por 24 comunidades ribereñas e isleñas del lago, asentadas en los municipios de Pátzcuaro, Tzintzuntzan y Erongarícuaro. En ellas existen, según datos de la oficina regional de la SEMARNAP, 26 Uniones de Pescadores, que agrupan alrededor de 800 miembros. No obstante, existe un número indeterminado de “pescadores libres”, es decir, sin registro y que no pertenecen a ninguna organización. Asimismo es importante manifestar que el sector de pescadores es internamente muy heterogéneo. Están dentro de él los que se dedican mayormente a la pesca, como en la parte posterior de Janitzio; los que combinan dicha actividad con la artesanía y el comercio (zona frontal de Janitzio); con la agricultura (zonas ribereñas) y la venta de fuerza de trabajo en la construcción dentro o fuera de la región. Por último, la proporción de quienes se dedican a la pesca y el peso de ésta en la reproducción socioeconómica de las unidades familiares parecen estar en franco descenso.

En el lago se desarrolla la pesca artesanal, cuyas principales características son: escala de operación limitada, empleo de técnicas de pesca rudimentarias, elevada demanda de mano de obra y escasa utilización de capital. En cuanto a las artes de pesca, en la actualidad se emplean tres tipos de redes: agallera - también conocida como cheremikua -, chinchorrera y mariposa. La red agallera permitida en la zona utiliza una luz de malla (apertura) de 3½ pulgadas, con la finalidad de capturar especies que han alcanzado un estado propicio de madurez y permitir la salida a especies más chicas, para que se asegure su ciclo reproductivo.

El chinchorro es una red de arrastre que captura indistintamente las especies, independiente de su fase de desarrollo. Por no permitir la selectividad en cuanto a captura de especies, es considerada un arte de pesca nociva para la ictiofauna y la flora acuícola, tendiente a agotar el recurso y en consecuencia, impedir la reproducción de las diferentes especies de peces que habitan en el lago. Mientras que la pesca con red agallera se practica de manera individual, la utilización del chinchorro para la captura de peces demanda de cuatro a cinco trabajadores. Las embarcaciones utilizadas en ambas artes de pesca son de tipo rústico como pangas o canoas.

El uso de estas artes de pesca empezó a ser normado con la Ley de Pesca de 1992, con la finalidad de permitir la reproducción de especies endémicas del lago. Asimismo dicha ley prohibió la utilización del chinchorro, en virtud de su contribución para la disminución del potencial productivo del lago. Aún con la normatividad existente, ambas redes se siguen utilizando, en virtud de la resistencia de los chinchorreros en adoptar la red agallera, quienes sostienen que sus ingresos descenderían significativamente. Dicha situación ha generado fuertes conflictos entre los pescadores y las autoridades ambientales estatales y federales.

Un funcionario de la Semarnat estimó que, del total de pescadores del lago, entre 30 a 35% utiliza el chinchorro y los 65% a 70% restantes, la red agallera. Si se tiene en cuenta que la pesca con chinchorro requiere 4 o 5 peones, mientras que la red agallera es una actividad básicamente individual, la primera tiene una mayor importancia social, ya que genera unos 1170 empleos directos, mientras que la segunda casi la mitad (540), considerando un universo de 800 pescadores. Sin embargo, el análisis de las ventajas comparativas de cada una de las artes de pesca debe contemplar indicadores de distintos índoles (ecológico, económico, cultural).

Con relación a la conformación de la problemática pesquera en la cuenca del Lago de Pátzcuaro, la podríamos clasificar en por lo menos tres niveles: político, ecológico y productivo. El primer ámbito, de orden político, está evidenciado por el debilitamiento de acuerdos entre las comunidades y las instituciones gubernamentales, referentes al manejo de los recursos naturales regionales. Esta situación se deriva de la inconformidad de los pescadores frente a las nuevas leyes, normas y reglamentos de las dependencias encargadas de promover la conservación y manejo de recursos en la cuenca, las cuales entran en contradicción con los acuerdos comunitarios tradicionales sobre las oportunidades y restricciones de acceso y utilización de dichos recursos. Una evidencia del nudo que permea la relación comunidades-Estado es el establecimiento de la veda total por parte de éste, generando severos conflictos entre los pescadores y las instituciones del gobierno federal, -especialmente la PROFEPA- instancia que realiza inspecciones con el apoyo de judiciales, a fin de supervisar el cumplimiento de tal disposición, procediendo a asegurar las redes de los infractores (valorizadas en 200 pesos en materiales más dos a tres meses de mano de obra en el tejido).

La veda total se decretó para el periodo comprendido entre el mes de marzo a mayo de cada año, se aplica a todas las especies del lago y entró en vigor a partir de su publicación en el Diario Oficial de la Federación, en 1998. A través de entrevistas realizadas a los pescadores, constatamos que ellos están de acuerdo con la veda, pues son conscientes de la creciente escasez de peces. Sin embargo se oponen a su temporalidad y cobertura. Los pescadores están inconformes con la vigencia de la veda durante la Cuaresma y la Semana Santa, por ser el período de mayor demanda de pescado. Asimismo sostienen que ése no sería el lapso

más adecuado, ya que a partir de junio recién se inicia el período de reproducción. Sin embargo, en la SEMARNAP se nos informó que el espacio de veda había sido establecido luego de una investigación realizada por el Instituto Nacional de Pesca.

Otro argumento de los pescadores se basó en el carácter total de la veda, sosteniendo que la ausencia o carencia de fuentes alternativas generadoras de ingreso imposibilita su alejamiento total de la actividad pesquera, pues redundaría en la ausencia de ingresos para las unidades domésticas. Frente a esto plantean que la veda debería ser como en la época del General Cárdenas, de 3 días por semana y afectando sólo al blanco y charal y no a la mojarra, porque esta especie se reproduce con rapidez.

En 1998, éste consistió en el establecimiento de un programa de empleo temporal de 27 días a 22 pesos/jornal, dedicados a realizar obras a favor de las comunidades. Si bien los pescadores consideraron bajo el pago, aceptaron el apoyo otorgado por FIRCO, pero en 1999 el acuerdo no funcionó debido a que la SEMARNAP no dispuso de recursos para efectuar los pagos. Como consecuencia de dicho incumplimiento, los pescadores transgredieron la veda y volvieron a pescar. Este año ocurrió lo mismo, pues mientras los pescadores exigían 100 pesos diarios, la institución federal sólo ofrecía 30 pesos. Asimismo los pescadores no quisieron comprometerse por no tener seguridad de recibir el apoyo.

De este modo, el incumplimiento de la veda por parte de los pescadores ocasionó conflictos con la PROFEPA. Este año los continuos decomisos de redes ocasionaron una protesta masiva de los pescadores, quienes reunidos en Janitzio retuvieron durante un día a las autoridades federales, en el acto del decomiso de las redes de varios infractores. Derivado de este conflicto, no obstante la firma de un acuerdo entre pescadores-instancias ambientales para evitar represalias por parte de las autoridades, sostuvieron que fue detenido un poblador de Janitzio, bajo la denuncia de liderazgo de la protesta que culminó en la privación ilegal de la libertad de los funcionarios federales. Asimismo los pescadores consideran que la no devolución de las artes de pesca retenidas por las autoridades les acarreo serios problemas económicos e impiden la obtención de ingresos para su sustento diario.

Características socioeconómicas y demográficas

La gran mayoría de los pescadores son hombres (96.5%), casados (90%), con dependientes económicos (80%, 4 en promedio) (Ortiz, 2004; CRIP, 2006). Son predominantemente indígenas purépecha (96.6%) nativos de la zona y de alto arraigo (98% habita en su comunidad de origen) (Ortiz, 2004, ver cuadro).

Los estudios demográficos coinciden en que los pescadores son una población envejecida. Más de la mitad de los pescadores activos son mayores de 50 años de

edad. Solo el 25% se encuentra entre los 20 y 40 años. Los pescadores jóvenes entre 20 y 30 años representan solo el 10% de la población (CRIP, 2006). Siendo la edad promedio 47 años (Ortiz, 2004).

Ambos estudios registran un analfabetismo superior al 20%, lo cual supera la media estatal y regional. El promedio de escolaridad es de 2.2 años. Alrededor del 54% sólo tiene estudios de primaria y no todos la terminaron y un importante 25% nunca fue a la escuela. El 16% tiene algún estudio a nivel secundaria y solo 5% fue a la preparatoria; únicamente el 2% la terminó, en lo que coinciden tanto CRIP (2006) y Ortiz (2004).

Los pescadores son sumamente experimentados. El estudio de CRIP indica que el 71% tiene más de 20 años practicando la pesca. Ortiz documenta que el promedio es 32 años de experiencia y la edad promedio en que comenzaron a pescar es de 13 años. La mayoría son hijos o nietos de pescadores (81%). Sin embargo solo en el 36% de los casos, uno de los hijos continuó la tradición del padre. Más de la mitad de los pescadores declararon que no les gustaría que sus hijos se dedicaran a esta actividad, principalmente porque no es rentable (Ortiz, 2004). (Tabla VII-5)

Tabla VII-5 Perfil sociodemográfico del pescador del Lago de Pátzcuaro

Edad	Edades en las que Oscilan los Pescadores	18 - 73 años
	Edad Promedio	47 años
Sexo	Hombres	96.5%
	Mujeres	3.5%
Educación	Analfabetismo	20.7%
	Máxima escolaridad:	
	Promedio	2.2 años
	Primaria	55%
	Algún grado de Secundaria	15%
Estructura familiar	Más de Secundaria	7%
	Solteros	10.3%
	Casados	89.7%
Etnicidad	Dependientes económicos (promedio)	4.2
	Se Identifican como Purépechas	96.6%
	Hablan Purépecha	93%
Cultura pesquera	Promedio de años en la pesca	32 años

	Edad promedio a la que empieza a pescar	13 años
	Sus padres o abuelos se dedicaron a la pesca	81%
	Ninguno de los dos se dedicaron a la pesca	19%
	Sus padre y abuelo se dedicaron a la agricultura	43.2%
	Sus padre y abuelo se dedicaron a la ganadería	7%
	Sus padre y abuelo se dedicaron a la construcción	3.5%
	Sus padre y abuelo se dedicaron a la artesanía	17.2%
	Sus padre y abuelo se dedicaron al comercio	0%
	Sus padre y abuelo se dedicaron a los servicios	3.4%
	Alguno de sus hijos se dedican a la pesca	36.2%
	Cuántos hijos se dedican a la pesca	1.8%
	Si les gustaría que sus hijos se dedicaran a la pesca	43%
	Para que no se fueran de la comunidad	14.3%
	No hay otra ocupación	14.3%
	Sale Algo y da de comer	14.3%
	Por tradición	28.6%
	Le gusta es bonita	28.6%
	No les gustaría que sus hijos se dedicaran a la pesca	57%
	Mejor que estudien	19%
	Difícil y Peligroso	23.8%
	Esta mal y No deja	57.1%
Organización	Afiliados a Uniones Pesqueras	80%
	Solo se dedican a la pesca	8.6%
	Complementan la actividad	91.4%
Pluriactividad	Agricultura	48%
	Ganadería	7%
	Construcción	17%
	Elaboración de Artesanías	21%
	Comercio	3.4%
	Servicios	7%

Migración y arraigo	Migran o han migrado	47%
	Arraigo (Toda su vida en el lugar de residencia)	98.3%
	Migran o han migrado	47%
	Estados Unidos	71%
	Guadalajara	15%
	Ciudad de México	7.50%
	Otros	6.50%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de la encuesta de Ortiz, 2004.

Uno de los indicadores más comunes de la economía y la calidad de vida es la vivienda. La mayoría de las viviendas de los pescadores tienen paredes de tabique y/o adobe (96%), y solo el 4% son de madera o lámina. Una tercera parte tiene piso de tierra. Las casas tienen de 1 a 4 cuartos, pero el promedio es de dos cuartos. En cuanto a cobertura de servicios, el 59% tiene agua entubada mientras que 40% se abastece por medio de pozos y 1% de agua del lago. El 98% cuentan con luz eléctrica y solo 22% de las viviendas están conectadas a la red de drenaje, el resto tiene fosa séptica. El combustible principal es la leña, la cual se usa en el 96% de los hogares, 46% combinan ambos y solo el 4% utilizan gas únicamente (CRIP, 2006).

En cuanto al acceso a apoyos gubernamentales, en el 2006, el 50% estaba bajo el programa de ayuda económica "Oportunidades" que va desde \$300 a \$1,800 bimensual (CRIP, 2006) y solo un pescador recibía ayuda de Procampo de \$5,000 anuales. El resto no participa del apoyo de ningún programa de gobierno.

El ingreso por la pesca es muy variable, de acuerdo a la época del año y el arte de pesca. El CRIP estima que el ingreso promedio para los pescadores agalleros es de \$610 al mes, lo cual no supera el salario mínimo. En el caso de los chinchorreros, este es sensiblemente mayor, ya que el promedio calculado es de \$2,680 mensuales. Sin embargo, este cálculo debe tomarse con cautela ya que no especifica si se trata del valor total de la producción, o es el ingreso total percibido sólo por el dueño del chinchorro sin considerar a los peones, o es un promedio de ambos (CRIP, 2006).

Las uniones de pescadores

Registro. La pesca se realiza en 23 comunidades ribereñas e isleñas del lago³⁸. El gremio regional está organizado a través de 26 uniones de pescadores y una cooperativa, las cuales se constituyeron y registraron entre 1980 y 1985 para satisfacer la demanda de la entonces Secretaría de Pesca que había condicionado

³⁸ De acuerdo al padrón de pescadores de COMPESCA actualizado en 2003.

los permisos de pesca a la pertenencia a dicha organización (Rojas, 1993; entrevistas)³⁹. Hasta 2006, de las 27 organizaciones, solo 3 contaban con permiso de pesca vigente expedido por gobierno federal⁴⁰; esto corresponde al 10% de los pescadores activos (Alaye, 2006).

En estas organizaciones se agrupan *oficialmente* poco más de 800 miembros aunque, una encuesta realizada por el Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro en 2006 estimó que la cantidad de pescadores *activos* era de 513 (Alaye, 2006). Por otro lado, existe un número indeterminado de pescadores sin registro y que no pertenecen a ninguna organización (Ortiz, 2004; Alaye, 2006; entrevistas a pescadores). No obstante, el papel de las uniones es muy importante, ya que reúnen al 80% de los pescadores (Ortiz, 2004).

El padrón de pescadores no ha sido actualizado desde 2003⁴¹ y la mayoría de las organizaciones se niegan a pagar el permiso de pesca y los registros de embarcaciones, así como a reportar las capturas. La negativa surgió en respuesta a la implantación de la veda en y los conflictos entre usuarios y autoridades que sobrevinieron desde 2001 y ha permanecido por la misma razón. A ésta se suma (quizá con mayor importancia) la precaria economía del pescador, el abrupto declive productivo de los últimos años y la descomposición general de las organizaciones de pescadores. Aunado a esto, los pescadores no perciben la necesidad de dicho permiso para ejercer su actividad ni un beneficio lo suficientemente atractivo para asumir los costos de registrar su actividad en el RNP y el ROP (entrevistas con pescadores y representantes). Ver Tabla VII-6.

Tabla VII-6 Registro oficial de las organizaciones de pescadores del Lago de Pátzcuaro.

Nombre de la Organización	N° Socios	Artes/Esfuerzo			
		Agalleras	Mariposa	Chinchorro	Embarcaciones
UP Izi-huappa	54	384	6	2	53
UP Vaqueros	20	300			30
UP Tariacuri	23	190		1	23
UP Marposeros	40	421	36	1	40
UP Tata Lázaro	30	251			30
UP Morelos	37	943	7	8	37
UP Punhepechas	35	411			35
UP Tzintzinpandacuri	23	230			22
UP Arocutin	8	71			8
UP Santacruz Uricho (*)	17	188			17
UP Napizaro	20	214	1		20
UP La Ortiga	25	148			25
UP Emiliano Zapata	41	223			41
SCPP Erongaricuro	16	112		3	10
UP Amalia Solórzano	28	175			28
UP Caltzontzin	38	486			36
UP Jerónimo	26	331		5	26
UP Miguel Hidalgo	17	281			17
UP Pacanda	70	473			69
UP Tarascos	30	184		2	30
UP Tzintzuntzan	7	39			7
UP Lázaro Cárdenas(*)	16	34		25	17
UP Tata Vasco(*)	46	382			43
UP Tanganxuan	49	331		13	49
UP San Pedro	27	285		3	27
UP Amaru	10	73			10
UP C. Cárdenas	69	515			69
Total	813-(513)**	7655	50	98	810

Fuente: CRIP, 2006.

³⁹ De acuerdo con Esteva (1993), previo a la creación de estas organizaciones, existían otras organizaciones "naturales" cuyo poder prevalecía en la administración de la pesca en ese tiempo. Esteva no describe dichas organizaciones. Por otro lado, en entrevista, los pescadores no reportan la existencia de organizaciones o grupos de pescadores previos a las uniones.

⁴⁰ Uniones de Pescadores de Tareio, Ichupio y Santa Cruz Uricho.

⁴¹ Recientemente el Vocal Acuícola de la Comisión de Cuenca ha realizado esfuerzos para registrar los nombres de los pescadores pertenecientes a las uniones locales, pero dicho registro no es (al menos hasta el momento) un registro oficial.

Por otro lado, una encuesta del CRIP reporta que las 24 organizaciones que operan sin permisos vigentes “están dispuestos a renovar sus permisos siempre y cuando no les cobren la matriculación de sus canoas” (Alaye, 2006). En todo caso, el registro pesquero es un asunto que aún queda por resolverse. Ver Tabla VII-7

Tabla VII-7 Pescadores registrados y pescadores activos por comunidad

No	Comunidad	No de socios de acuerdo al padrón	Pescadores activos
1	Ihuatzio	67	30
2	R.Santiago	14	9
3	Cucuchucho	27	15
4	Ucasanaztacua	49	22
5	Tareio	46	25
6	Ichupio	28	13
7	Tzintzuntzan	7	7
8	Ojo de Agua	30	15
9	Uranden	48	15
10	Arocutin	8	0
11	Uricho	16	6
12	Erongaricuaro	10	0
13	Puacuaro Col.	41	20
14	Revolución	25	10
15	Opongio	28	10
16	Sn Andres	38	14
17	Sn Jerónimo	26	12
18	Sta. Fe	17	10
19	Janitzio	177	54
20	Pacanda	70	20
21	Tecuena	35	15
22	Yunuen	23	15
	Total	813 513(*)	- 337

(*) Estimado actual

Fuente: CRIP, 2006.

Nota: El estudio del CRIP estima que sólo hay 513 pescadores que siguen dedicándose a la actividad, aunque sea estacionalmente, en tanto que el número de activos para 2006 era de 337, o sea que durante todo el año salían a pescar.

Membrecía. En las localidades estudiadas encontramos que cualquier pescador de la comunidad puede participar en la unión local de pescadores si así lo desea. En algunos casos, existen cuotas u otro tipo de costos que se destinan para cubrir los gastos de gestión de los representantes (San Jerónimo). En otros casos, la membrecía es gratuita. Generalmente, los presidentes de las uniones mantienen un registro de los miembros donde aparecen pescadores activos e inactivos, permanentes y temporales. Las listas de miembros pueden incluir tanto pescadores que en el pasado se registraron en el RNP como pescadores que jamás han obtenido permisos de gobierno. Algunos pescadores se consideran amparados bajo el registro de sus padres o familiares. La mayoría de los pescadores que se han incorporado a las uniones son hijos o familiares de pescadores ya registrados y es muy rara la incorporación de otros miembros de la comunidad que no hayan “heredado” el oficio. En general, este registro responde a las demandas de autoridades de gobierno y la gestión de apoyos y no funciona como algún tipo de control o permiso de pesca. De hecho, las uniones no expiden permisos ni controlan zonas de pesca, ni es requisito pertenecer a la unión para acceder al recurso.

Estructura. De forma general, la organización directiva de las uniones puede incluir una o más de las siguientes figuras: presidente, tesorero, secretario y vocal. En la mayoría de los casos encontramos que la única figura activa es el presidente de la unión. El liderazgo del grupo no necesariamente se encuentra en la figura del presidente, en ocasiones los líderes son los miembros de mayor experiencia política en el grupo aun cuando no ejerzan un cargo oficial en la unión. Es importante aclarar que las personas que ocupan estos puestos no son *autoridades* sino *representantes*. Los presidentes y otros miembros de la mesa directiva no son responsables de gobernar la pesca dentro de la comunidad; en otras palabras, no son figuras de poder facultadas para mediar conflictos entre los usuarios ni vigilar u ordenar el manejo del recurso. Sus funciones principales son representar al grupo local ante las autoridades de gobierno y vincularlos con las mismas. En la actualidad esto se limita a la gestión de apoyos de gobierno y la participación en reuniones convocadas por el Vocal Acuícola del Consejo de Cuenca o por instancias de gobierno.

En la mayoría de las uniones incluidas en el estudio, los puestos de representación son manejados como “cargos”. Es decir, se asignan por elección popular u otro mecanismo que garantiza la rotación de puestos entre los miembros, y se ejercen como una responsabilidad con el grupo por lo que no perciben remuneración alguna. En algunas comunidades, estos cargos son prácticamente obligatorios y responden a la necesidad de crear un liderazgo compartido y descentralizado y/o de distribuir los costos que implican dichos cargos. En estos casos, los periodos de ejercicio van de 1 a 3 años y cualquier miembro de la unión puede participar en un puesto de representación (Ucasanástacua, San Jerónimo, Puácuaro, La Pacanda). En otros casos, estos puestos se asignan a el o los miembros del grupo que demuestren capacidad de gestión y otras cualidades políticas y pueden o no ser rotativos (Tzintzuntzan, Ichupio). En el caso particular de Santa Fe de la Laguna, donde formalmente la asignación de los cargos directivos obedece al primer tipo, pero éstos no han sido cambiados debido la descomposición de la unión que se ha dado desde 2001. Otro caso que sobresale es el de Ihuatzio, aquí existe formalmente solo una unión de pescadores, sin embargo, en la práctica encontramos que prevalece una la organización dividida por barrios y por divisiones políticas.

Desde el exterior las uniones de pescadores aparecen como formas organizativas social y políticamente consolidadas, reconocidas, vigentes y homogéneas; pero al interior, encontramos que la forma en que se desempeñan estos organismos varía de una localidad a otra. Por ejemplo, observamos uniones con una organización débil y dispersa (San Jerónimo; Santa Fe); organizaciones escindidas (Ihuatzio); organizaciones bien articuladas (Puácuaro); organizaciones de liderazgo único y fijo (Tzintzuntzan); y organizaciones claramente dominadas por un grupo familiar (Ucasanastacua). Por otro lado, en todas las comunidades estudiadas los entrevistados hicieron referencia a que desde el conflicto de la veda en 2001, el sistema de uniones a nivel local y regional se ha venido erosionando.

Funciones. Como se había señalado anteriormente, las uniones fueron creadas para responder a las demandas de las instituciones de gobierno. En la actualidad, estos organismos continúan funcionando como mecanismos de interlocución con el Estado. A nivel regional, las uniones también han servido para mantener y organizar la comunicación entre grupos locales de pescadores. Y al interior de cada comunidad, la unión cumple la función de mantener cierta cohesión y comunicación entre los pescadores miembros.

Las reuniones de usuarios a nivel local y regional no se celebran con una periodicidad establecida sino que responden a motivos específicos y ocasionales considerados de importancia. Actualmente, la mayoría de los asuntos que los motivan a reunirse son los apoyos de gobierno, los cuales son gestionados principalmente (pero no de forma única) por el Vocal Acuícola del Consejo de Cuenca.

Organización regional. En el pasado, existieron dos organizaciones de segundo nivel que surgieron por iniciativa propia en respuesta al conflicto entre pescadores agalleros y chinchorreros. La Unión Regional de Pescadores del Lago de Pátzcuaro (chinchorreros) y la Unión de Uniones del Lago de Pátzcuaro (agalleros) sirvieron como medios para articular las uniones ante dicha problemática⁴². En el caso de la Unión de Uniones, la organización también sirvió para promover iniciativas de manejo ecológico. Ambas se fueron desintegrando después del conflicto por la implantación de la veda temporal en 2000 (entrevistas a pescadores y representantes).

Actualmente, el Comité de Usuarios del Sector Acuícola del Consejo de Cuenca reúne a pescadores y representantes de casi todas las comunidades pesqueras del Lago de Pátzcuaro. Las reuniones de este comité son convocadas y dirigidas por el Vocal Acuícola de este mismo consejo y representan el único espacio formal para la comunicación entre uniones. Las funciones del Vocal Acuícola consisten en tramitar apoyos y gestionar beneficios de programas de gobierno. Por otro lado, los acuerdos o arreglos entre las organizaciones son escasos y se suscitan solo cuando existe algún problema o conflicto que lo amerite (entrevistas; Ortiz, 2004).

Por otro lado, destaca el hecho de que el Consejo de Cuenca es el único espacio de participación política que ocupa el gremio dentro de la estructura de gobierno, mas sin embargo éste pertenece a una dependencia federal (CONAGUA) que no atiende ni regula la cuestión de la pesca. Por lo que dicha participación resulta incapaz de negociar los intereses del sector en cuanto a política pública pesquera se refiere.

⁴² La Unión de Uniones reunía 17 organizaciones, mientras que la Unión Regional de Pescadores agrupaba chinchorreros de 9 uniones (Orbe, 2002).

Organización y manejo de la pesca

Las uniones locales desarrollan la mayoría de sus funciones de forma independiente y no existe un organismo que los articule de manera real. Existe una figura de representación de todas las uniones ante la Comisión de Cuenca del Lago de Pátzcuaro, la cual tiene el acceso al diálogo con instituciones de gobierno. De acuerdo a varias entrevistas a pescadores y las discusiones en reuniones con los pescadores de localidades de Ihuatzio, Santa Fe, Puácuaro, Ucasanastacua, Purenchécuaro, Uricho, la elección de dicho representante es cuestionada por una fracción importante de pescadores que consideran que no fue democrática, constatando que existe un amplio cuestionamiento por parte de algunos grupos de pescadores respecto a la actuación de su representante. Una situación que parece surgir de un primer análisis de las posiciones registradas, es que la representación la tiene un grupo de 'chinchorreros', y el mayor cuestionamiento lo hacen pescadores de comunidades de 'agalleros', tal como estaba configurado el conflicto entre grupos de pescadores en las décadas de 1980 y 1990. Aunque esto se cumple, a decir de algunos pescadores, en las reuniones que realiza la representación de pescadores, ya no asisten varias comunidades de chinchorreros, como los de Janitzio, al ver poca utilidad a los esfuerzos que desde ahí se realizan.

Tanto en Puácuaro como en Ihuatzio, los pescadores entrevistados consideran que las formas de funcionamiento de este representante y las decisiones que toma en cuanto al manejo de los recursos que se han otorgado al gremio a través de su representación no son del todo transparentes ni democráticas, sino que más bien reflejan intereses personales y del grupo allegado a este personaje. Aunado a esto, el órgano representante está formado por una sola persona y no existen mecanismos de rendición de cuentas ni de elección popular. Además, argumentan, su capacidad de "representar" a los pescadores del Lago de Pátzcuaro es endeble ya que este sujeto no es indígena ni pescador y no proviene de una tradición de pescadores sino de artesanos y comerciantes. Este personaje es una figura de poder en cuanto tiene acceso, comunicación y reconocimiento del Estado; sin embargo, entre sus representados, su legitimidad es cuestionada y no interviene de forma real en las decisiones o formas de operación de las muchas uniones locales.

En la mayoría de las comunidades el padrón de pescadores no se ha actualizado desde 2001, cuando el conflicto por la imposición de la veda motivó la desintegración parcial de las uniones y el divorcio entre estas y el gobierno. Por tanto, se desconoce el número exacto de pescadores que se encuentran activos en la actualidad. Las uniones tienen conocimiento acerca de los pescadores activos dentro de los límites de la comunidad pero esta información no se ha recopilado. Se pudo constatar que la actualización del padrón que está realizando el representante de pescadores, incluye a todos aquellos que deseen ser considerados para los programas gubernamentales de apoyo, como es en la

dotación de redes y canoas. De igual forma, los pescadores tienen una idea del volumen de pesca que realizan localmente, pero no es una contabilidad formal.

Actualmente, el representante de los pescadores ante la Comisión de Cuenca está haciendo el esfuerzo de actualizar el padrón de pescadores. Esto en el marco de la presión gubernamental para retomar el control sobre el sector y reanudar el cobro de derechos. Al ser un requisito establecido por el marco regulatorio de la actividad pesquera, es un requerimiento para poder recibir apoyos federales. Este mecanismo no garantiza que todos los pescadores reales se encuentren registrados, ni tampoco que todos los que estén registrados sean o continúen siendo pescadores, aunque sea de tiempo parcial.

Áreas de pesca y algunas reglas de acceso al recurso

La historia de cómo surgió el actual sistema de manejo del recurso pesquero es todavía oscura e incompleta. La tradición oral parece coincidir en que los habitantes de las islas desarrollaron esta actividad y hasta principios del siglo pasado eran los únicos que se dedicaban a la pesca y manejaban este recurso. Posteriormente, con la expansión demográfica y el asentamiento de habitantes de las islas en pueblos de la ribera, la actividad se fue ampliando a las comunidades ribereñas que eran originalmente agricultores y artesanos. Probablemente, fue entonces que surgió la primera división territorial de la laguna y que en la actualidad no ha llegado a un consenso entre las comunidades que participan de este recurso. En entrevistas se hace referencia a una situación inicial a principios del siglo pasado en que los pescadores de las islas tenían acceso a cualquier área del lago, respetando las artes de pesca de otros. A mediados del siglo ya existían zonas establecidas, directamente relacionadas con las áreas de influencia de los pueblos de la ribera e islas. La delimitación actual motivo numerosas negociaciones entre pueblos, de las cuales aún se mencionan continuas violaciones a sus espacios de pesca, como por ejemplo en Santa Fe por parte de pescadores de Purenchécuaro, en Puácuaro por pescadores de las islas de Pacanda y Janitzio.

El recurso pesquero no es de libre acceso. Existe una organización territorial y social compleja en torno a su manejo. Existen reglas de acceso definidas que podrían denominarse “tradicionales” ya que no están escritas, pero no por ello dejan de tener la vigencia y legitimidad que solidifica la costumbre (y que muchas veces suele gobernar de forma más determinante que la ley impuesta por el Estado). Estas normas de manejo, como se ha expresado antes, no son totalmente consensuadas pero sin embargo sí se establecen y mantienen a través de acuerdos, negociación, tolerancia y respeto, aunque no por ello están exentas de conflictos.

En general, las comunidades ribereñas coinciden en que el acceso al lago está normado por la adyacencia. Es decir, a cada comunidad le corresponde la porción del lago que va desde la orilla adyacente a sus territorios hasta la distancia media

entre su comunidad y la que se encuentra en la otra orilla y es únicamente dentro de esa área donde pueden realizar la extracción. Idealmente, aquel que desee transgredir estos límites debe solicitar el permiso de los pescadores o sus autoridades y realizar su labor sin infringir las regulaciones que dicha comunidad haya establecido para el manejo del recurso. Según estas reglas, si una persona de Janitzio desea pescar en Puácuaro, debe pedir permiso al pescador que usualmente utiliza el área donde desea pescar o en su defecto al representante de la Unión y deberá de utilizar solo redes agalleras, ya que en esta comunidad está prohibido el uso del chinchorro. También ocurre que un pescador deba pedir permiso al usuario de la orilla del lago, la cual está prácticamente en uso en casi todas las localidades, ya que al bajar el nivel del lago se han extendido las actividades agropecuarias sobre el área federal.

Por otro lado, los pescadores isleños no reconocen esta territorialidad y mantienen una visión diferente en cuanto a la distribución de derechos sobre el recurso. Quizá porque en algún tiempo fueron los únicos pescadores, los isleños piensan que pueden pescar en cualquier parte del lago donde otro pescador no esté pescando. Su visión es respetar las áreas de pesca de aquellos pescadores que las están ocupando y no tanto respetar territorios comunales. Por ejemplo, un pescador de Pacanda puede tender sus redes en un área siempre y cuando no haya otras redes previamente instaladas en el lugar, ello sin importar si esta área es reconocida por otra comunidad como parte de su territorio.

Estas dos visiones son contrastantes y pueden entrar en conflicto. Es aquí donde existe un cierto grado de tolerancia, lo cual ha permitido que subsistan ambas formas de manejo de manera más o menos pacífica. De tal forma, algunos isleños solicitan permiso, otros se abstienen de transgredir los límites o lo hacen con poca frecuencia, algunos incluso compensan dicha transgresión (por ejemplo, el pescador entrevistado Rubén Quirino, habitante de Urandén, con frecuencia pesca en Ihuatzio, pero no se olvida de cooperar para las costosas fiestas tradicionales de esta comunidad). Con esto no queremos ignorar el hecho de que la falta de consenso en cuanto a este punto ocasiona tensión entre los grupos de pescadores y existen un sinnúmero de conflictos no resueltos que giran en torno a este asunto.

Al interior de las comunidades también existen normas para regular el acceso. En el caso de los pescadores ribereños, estas normas también siguen una lógica territorial pero la forma en que se atribuyen el derecho de uso varía en cada comunidad. En Tzintzuntzan e Ichupio, por ejemplo, el dueño del terreno adyacente al lago es también dueño de la orilla y la porción de territorio lacustre colindante y por tanto, conserva el derecho único de su uso. En caso de que esta persona no se dedique a la pesca, puede “rentar” esta zona a cambio de una porción de la extracción obtenida o negociar un arreglo con el nuevo usuario.

En Ihuatzio, la zonificación del lago es regida por la división territorial del pueblo y por la costumbre. El área lacustre reconocida por esta comunidad esta repartida entre los pobladores de las dos “mitades” del pueblo, las cuales corresponden a la

organización tradicional en barrios que ha prevalecido tanto en la organización territorial y como la social. A su vez, cada mitad define las secciones que corresponden a cada pescador o familia de pescadores. Anteriormente, un territorio de pesca se apropiaba cuando se realizaba la labor de “limpiarlo”, es decir, de extraer la maleza que crecía en esa zona. La apropiación se justificaba y legitimaba mediante el uso del espacio a través del tiempo. Así, en la actualidad un territorio de pesca pertenece al que “siempre pesca ahí” (esta forma de establecer zonas de pesca ya había sido documentada por Ortiz, 2004 y Argueta, et al., 1986). Las “playas”, por otro lado, son propiedad del dueño del terreno y su uso debe ser consentido por él. También existen orillas de uso público y que han sido apropiadas de cierta manera por los pescadores que siempre las utilizan, de nuevo es un derecho que no se discute porque se legitima con la costumbre.

Esta misma encuesta encontró que de los pescadores que reconocen la zonificación territorial del lago, el 60% afirma que las zonas de pesca “se circunscriben por propiedad según los linderos de los terrenos frente al lago”. Este tipo de arreglo pertenece a las comunidades de: Ichupio, Ucasanastacua, Puácuaro, Tarerio, Oponguio, Cucuchucho, y en menor medida, Ihuatzio, Santa Fe de la Laguna y Santiago. El 17% de los entrevistados, mencionó que las zonas de pesca se definen por tradición y antigüedad en el uso de una zona determinada. Estos pescadores pertenecen a las comunidades de Urandén, Santa Fe de la Laguna, San Andrés y San Jerónimo. Finalmente, el 19.5% respondió que existen zonas de pesca definidas para cada pescador pero que no hay una regulación explícita al respecto sino acuerdos (Ortiz, 2004).

Sobre este punto, Carlos Ortiz advierte que conocer el arreglo entre los usuarios “es un elemento que no se puede prescindir para la instrumentación de medidas de política pesquera”. Lo que resalta es que existen varios tipos de manejo comunitarios, además del manejo más individualizado que realizan aquellos pescadores más cercanos a un perfil comercial, como son los ‘chinchorreros’.

Conflicto entre agalleros y chinchorreros

Otro de los conflictos vigentes entre los grupos de pescadores acerca del manejo del recurso pesquero es el uso de artes de pesca prohibidos, concretamente el uso del chinchorro. El debate en torno a este problema presenta dos frentes. Por un lado, algunas comunidades, dependencias de gobierno y académicos argumentan que el uso del chinchorro es altamente nocivo para la ictiofauna debido a que no extrae especímenes de manera selectiva y arrasa con huevecillo y juveniles antes de su primer desove. Por tanto, algunas comunidades como Ihuatzio y Puácuaro han mantenido su posición de prohibirlo como una medida de conservación de las especies nativas. Por otro lado, los chinchorreros argumentan que su arte ha subsistido por generaciones sin afectar la productividad del lago y que son otros los factores responsables de su descenso, como en Tzintzuntzan,

en donde un pescador entrevistado de más de 70 años afirmó que su abuelo proveniente de Guanajuato ya lo utilizaba.

El problema parece no ser solo un debate entre la conservación vs explotación, sino uno más profundo entre formas de organización social regidas por los principios del manejo comunitario vs formas más comerciales de organización privada vinculadas a la racionalidad del mercado y la rentabilidad. Entre los pescadores existe la opinión que el conflicto es en el fondo de tipo territorial. Los chinchorreros acusan a los agalleros de dejar tendidas las redes y ocupar un espacio que ellos podrían aprovechar, incluso afirman que instalan sus redes en sus lugares de trabajo, cuestión que ha dañado algunos chinchorros y le ha impedido a otros practicar la pesca. Los agalleros, en cambio, argumentan que los chinchorreros realizan sus lances muy cerca de sus redes limitando la cantidad de peces que puedan quedar atrapados en las mismas.

El conflicto entre ambos tipos de pescadores alcanzó su cúspide entre la década de 1980 y 1990, cuando se dio la máxima extracción pesquera, y se incrementó considerablemente el número de pescadores activos. En la actualidad, aunque persiste la tensión entre ambos grupos, parece haber disminuido en importancia debido a la baja productividad biológica del lago y a la dominancia de la carpa como la especie que tiene la más baja demanda y precio. Al respecto, algunos pescadores agalleros no se oponen al uso de chinchorros especiales para la carpa, ya que la consideran una especie indeseable y nociva. Sin embargo, entre los agalleros más conservacionistas, el chinchorro sigue siendo un arte de pesca que debe erradicarse.

A pesar de que la legislación prohibió el uso de los chinchorros desde hace casi una década. Este arte de pesca continúa utilizándose y es poco probable su abandono dadas las condiciones actuales. Los chinchorros son muy costosos y representan una inversión muy grande para una familia. Incluso constituyen un capital que se hereda. Éste no es un arte de pesca reciente, sino que se ha integrado a las practicas pesqueras de la región desde hace por lo menos 4 generaciones. Existen familias que se han especializado en el uso de este arte y no practican ningún otro con fines comerciales. Todo esto, aunado a la escasez en la producción de pescado y los bajos precios que permanecen dificultan a los chinchorreros renunciar al uso de este tipo de red.

Cabe destacar que en algunas comunidades (quizá la mayoría) el uso de estos dos tipos de arte de pesca no es excluyente, un pescador puede utilizar ambas artes en su trabajo, dependiendo de la época del año, la producción y la disponibilidad de mano de obra, entre otros factores. Asimismo, en las islas y en otras zonas donde se utilizan redes de arrastre, los pescadores agalleros pueden emplearse con un chinchorrero sin abandonar su arte. Solo en aquellas comunidades, como Ihuatzio y Puácuaro, donde el mismo gremio ha prohibido el uso de las redes de arrastre es en donde no existe tal combinación.

Percepciones sobre la carpa

La comercialización no es el único problema, todas las fuentes coinciden en que la productividad del lago ha experimentado una continua y acelerada disminución en todas las especies durante los últimos 8 años, incluyendo la carpa. La disminución en el volumen de captura de esta especie esta acompañado de una significativa disminución de las tallas de este animal. Los pescadores explican este fenómeno a la falta de oxígeno en el agua debido a la propagación de lirio y la contaminación. La baja productividad de otras especies se asocia entre otras cosas a la invasión de la carpa, que a pesar que su pesca es baja, sostienen que abunda, pero que “ya no se deja atrapar”.

La abundancia de carpa ha influido en el proceso de deterioro de la actividad pesquera y ha afectado a las familias de pescadores de manera diferente. Las familias de pescadores que utilizan la red “agallera” en general extraen menores cantidades de pescado y cada vez menores cantidades las especies nativas preferidas para el consumo. Además de que extraen poco, los “agalleros” enfrentan el problema de la depredación de sus presas (en especial el charal) por las carpas mientras los peces se encuentran atrapados en la red. Por otro lado, los pescadores que utilizan “chinchorro” extraen cantidades mayores de pescado y logran obtener con más frecuencia cantidades suficientes de charal y “tripilla” para complementar la dieta familiar y para vender. Sin embargo, este arte de pesca requiere mayor fuerza de trabajo y una vez repartida la producción, el ingreso es aún muy bajo. Aunque existen chinchorros especiales para la carpa, la mayoría de este tipo de red se utiliza para capturar charal. Ver Tabla VII-8 a Tabla VII-10.

Tabla VII-8 Organizaciones pesqueras por comunidad y municipio (2005).

Municipio	Localidad	Nombre de la Organización	No. Socios	Artes/Esfuerzo			
				Agalleras	Mariposa	Chinch	Emb.
Pátzcuaro	I. Janitzio	UP Itzi-huapa	54	384	6	2	53
		UP Vaqueros	20	300			30
		UP Tariacuri	23	190		1	23
		UP Mariposeros	40	421	36	1	40
	I. Urandén	UP Tata Lázaro	30	251			30
		UP Morelos	37	943	7	8	37
		UP Puñhepechas	35	411			35
I. Yunuén	UP Tzintzinpandacuri	23	230			22	
Erongaricuaro	Arocútin	UP Arocútin	8	71			8
	Sta Cruz Uricho	*UP Santa Cruz Uricho	17	168			17
	Napízaro	UP Napízaro	20	214	1		20
	Col. Revolución	UP La Ortiga	25	148			25
	Puácuaro	UP Emiliano Zapata	41	223			41
	Erongaricuaro	SCPP Erongaricuaro	16	112		3	10
	Oponguio	UP Amalia Solórzano	28	175			28
Quiroga	San Andrés	UP Calzontzin	38	486		1	36
	San Jerónimo	UP Jerónimo	26	331			5
	Santa Fé	UP Miguel Hidalgo	17	281			1
Tzintzuntzan	I. Pacanda	UP Pacanda	70	473			12
	Ojo de Agua	UP Tarascos	30	184			2
	Tzintzuntzan	UP Tzintzuntzan	7	39			2
	Ichupío	*UP L. Cárdenas	16	34			25
	Tareño	*UP Tata Vasco	46	382			19
	Ucasanastacua	UP Tanganxuan	49	331			13
	Cucuchucho	UP San Pedro	27	285			3
	Rancho Santiago	UP Amaru	10	73			10
	Ihuatzio	UP Cuahiemoc Cárdenas	60	515			60
			813-513**	7655	50	98	810

Fuente: Subdelegación de Pesca de la SAGARPA en el estado de Michoacán. Oficina de Pesca de Pátzcuaro (2001).

*Organización con permiso de pesca vigente.

**Estimación por encuesta y de los propios pescadores

Fuente: Alaye, 2006.

Tabla VII-9 Características de las redes agalleras por especie.

	Charal	Blanco	Acúmara	Tilapia	Carpa	Tiro
Material del paño	multifilam	multifilam	multifilam	multifilam	multifilam	multifilam
Material del paño	monofil.	monofil.	monofil.	monofil.	monofil.	monofil.
Material del paño	seda	seda	seda			Seda
Longitud (m)	6 a 30	7 a 40	10 a 40	10 a 30	8 a 40	10 a 30
Altura (mallas)	50 a 120	20 a 70	20 a 60	16 a 25	8 a 25	50 a 65
Altura (m)	0.4 a 1.5	0.6 a 1.5	0.7 a 1.5	1.2 a 1.8	1.2 a 2	0.50 a 0.65
Luz de Malla (in)	0.6"	1.5"-2 1/8 "	2.25" a 3"	3.25" a 4"	4.5" a 8"	1" a 1.4"
No. Hilo multifilam	0-1	0-3	0-3	0-1	3-9	0-1
No. Hilo monofilam	015-017	015-018	015-020	020-030	020-040	15-020
No. Hilo seda	hilasa, omega	Hilasa, omega	Hilasa, omega			
Encabalgado (%)	25-35	25-40	25-40	25-30	25-40	25-35
No. Hilo de la Rel. Sup.	12 al 40	12 al 30	12 al 30	12 al 18	12 al 40	12 al 18
Hilo de Rel Sup usual	18	18	18	18	18	18
Material de flotación	Tule, unicef, corcho, frascos	Tule, unicef, frascos	Tule, unicef, frascos	Tule, unicef, frascos	Tule, unicef, frascos	Tule y unicef
% de agalleras con RI	60.6	27.3	18.9	18.9	25	16.6
% de agalleras sin RI	39.4	72.7	81.1	81.1	75	83.4
Material de Hundimiento	Estambre, o piedras plomo	Estambre, o piedras plomo	Estambre, o piedras plomo	Estambre	Estambre, pb	Estambre, y piedras plomo
Hrs de tendido de la red	4 a 8	12	12	10	12	12
Capt/pescad (kg)	0.05 a 5	0 a 0.3	0.1 a 2	0 a 1	1 a 12	1 a 10
Capt prom/pescador (kg)	0.7	0.16	1.2		4.5	2.8
Costo/agallera	\$150 a \$550	\$200 a \$600	\$150 a \$500	\$150 a \$400	\$180 a \$400	\$200 a \$450
Costo/sp	\$15 a \$25	\$60 a \$200	\$20 a \$40	\$15 a \$20	\$3 a \$10	\$3 a \$5, tiran
Duración	2 a 3 años	2 a 3 años	3 a 4 años	2 a 3 años	2 a 5 años	3 a 4 años

Fuente: CRIP, 2006.

Tabla VII-10 Registro de capturas periodo 1981-2005 (ton).

Año	Acúmara	Blanco	Carpa	Charal	Godeido	Lobina	Mojarra	Achoque	Total
1989	406	69	483	442	258	434	226	2	2320
1990	235	42	246	233	203	123	171		1253
1991	242	22	149	221	169	2	166	2	973
1992	187	24	282	402	264	3	188	4	1354
1993	122	20	80	278	137	1	80	2	720
1994	74	9	61	158	73	1	60	1	437
1995	116	8	62	181	79	3.3	60	2	508.3
1996	98	9	68	262	71	2	54	2	566
1997	97	9	77	271	82	1	52	3	592
1998	31	10	51	157	43.7	0.19	32	2.6	327.5
1999	41.6	4.1	34.7	41.4	14.3	0.5	33.7	0.2	170.4
2000	18.8	1.2	0.4	16.7	4.3	0	19.8	0.1	76
2001	24.6	0.3	1	5.1	1.9	0	5.5	0	55.7
2002	2.6	0.1	0.6	7,8	6.9	0	8	0	41.3
2003	0.7	0	4.56	21,5	4.13	0	10.1	0	41
2004	0.95	1.02	9.16	9.62	2.52	0	5.9	0	29.17
2005	0.32	0.5	27.8	9.64	5.82	0	0.5	10	54.18

Fuente: Subdelegación de Pesca de la SAGAPA en el estado de Michoacan.

Fuente: CRIP, 2006.

VII.1.7. El manejo de la pesca como recurso común

Según Víctor Toledo y Arturo Argueta (1993), el manejo indígena tradicional de los recursos naturales resultaba en un sistema sostenible basado en:

1. *Acceso colectivo y normado*
2. *Economía de prestigio y producción no acumulativa*
3. *Uso múltiple de los recursos*
4. *Conocimiento holístico del medio ambiente*

De acuerdo a esta lectura, “el propósito de la producción no es, entonces, la creación de excedentes, aunque posibilita el intercambio de bienes, sino el mantenimiento y la reproducción del productor, de su familia y de la comunidad, como un todo”⁴³, es decir, prevalece una economía de subsistencia.

Sin embargo, ya desde 1993, estos autores reconocían que “estos mecanismos tienden a ser remplazados por formas individualistas de acumulación de capital y de consumo como consecuencia de procesos de imposición”⁴⁴. En otras palabras, el sistema *tradicional* se estaba viendo influenciado, erosionado y/o remplazado por la *economía de mercado*, en donde la acumulación es el objetivo primario. Por su parte, en entrevista, los pescadores reconocieron que en el pasado existían formas de acceso y regulación que permitían la explotación sustentable del recurso y que en la actualidad han desaparecido o se han deteriorado (un ejemplo de ello es la veda tradicional que se ejercía en época de lluvias). No obstante, en la actualidad, la pesca presenta algunos remanentes de este sistema del manejo tradicional en la mayoría de los grupos estudiados (como el acceso colectivo y normado).

La pesca en el Lago de Pátzcuaro se maneja como un *recurso común* o de *acceso abierto*, lo que significa que cualquier miembro de la comunidad tiene derecho de hacer uso de este recurso⁴⁵. Sin embargo, esto no quiere decir que el acceso sea libre de regulación. Por el contrario, existen reglas de uso más o menos definidas en torno al aprovechamiento del recurso al interior de las comunidades y a nivel regional. Dichas normas se basan en usos y costumbres pero no por ello dejan de estar en constante proceso de adaptación y negociación. Estas reglas no están escritas, pero no por ello dejan de tener la vigencia y legitimidad que construye la

⁴³ *Ibidem.*

⁴⁴ *Ibidem.*

⁴⁵ Esto ha sido documentado por Argueta y Ortiz, entre otros, y es consistente con lo observado en los muestreos y entrevistas. El acceso abierto puede llevar a la sobreexplotación (lo que se conoce como “tragedia de los comunes”), lo que ha sido señalado por Ortiz (2004) y otras fuentes como un factor importante en el declive de la pesca en el Lago de Pátzcuaro.

costumbre. Además, tal como ocurre con los ordenamientos y leyes oficiales, las normas comunitarias también están sujetas a la interpretación de los usuarios y a su voluntad para acatarse a ellas. A continuación se describen algunas de estas normas.

Reglas de acceso al recurso y zonas de pesca

En primer lugar, aunque los pescadores reconocen que el lago en una zona federal, prevalece la idea (manifestada de forma implícita en la forma de manejo y explícita en algunas entrevistas) de que las comunidades indígenas de la zona (herederos de los habitantes originarios) son “dueñas” del recurso pesquero y mantienen un derecho histórico casi exclusivo sobre su uso y manejo. En otras palabras, los pescadores no admiten usuarios ajenos a sus comunidades, salvo pescadores deportivos ocasionales.

Las zonas de pesca se definen regionalmente de acuerdo la adyacencia de una comunidad con el territorio lacustre. A cada comunidad le corresponde la porción del lago que va desde la orilla adyacente a sus territorios hasta la distancia media entre su comunidad y la que se encuentra en la otra orilla y es únicamente dentro de esa área donde pueden realizar la extracción. Idealmente, aquel que desee transgredir estos límites debe solicitar el permiso del pescador o pescadores que utilizan el área donde desea pescar. Asimismo, debe realizar su labor sin infringir las regulaciones que dicha comunidad haya establecido para el manejo del recurso. Por ejemplo, si una persona de La Pacanda desea pescar en Puácuaro sin ocasionar algún conflicto, debe pedir permiso al pescador que usualmente utiliza el área donde desea pescar y deberá de utilizar sólo redes agalleras, ya que en esta comunidad está prohibido el uso del chinchorro.

En el caso de las comunidades rivereñas, el área de pesca reconocida por la comunidad se divide, a su vez, en zonas de uso familiar. El reconocimiento de estas zonas es por usos y costumbres y hasta el momento no existen referencias acerca de transacciones económicas para adquirir o negociar estos derechos. Aunque los pescadores más frecuentes reconocen sus zonas de acceso, estas no son del todo exclusivo ya que existen pescadores eventuales a los no se les puede prohibir hacer uso del recurso (siempre que sean miembros de la comunidad). Esto es porque se percibe que el lago es de propiedad comunal aunque, por lo regular, una familia de pescadores ejerza un uso privado de determinada zona (entrevistas con usuarios; también documentado en Ortiz, 2004).

Por otro lado, los pescadores isleños aunque han llegado a aceptar esta territorialidad, mantienen una visión diferente en cuanto a la distribución de derechos sobre el recurso. Quizá porque en algún tiempo los isleños dominaron la pesca, los pescadores de las islas favorecen la forma de manejo “libre” que permitía a cualquier persona hacer uso del recurso en cualquier zona del lago. Esta visión respeta las áreas de pesca que están siendo ocupadas y no reconoce

territorios comunales. Sin embargo, hace más de dos décadas, los pescadores de las comunidades rivereñas comenzaron a reconocer territorios de pesca y a excluir (muchas veces de forma coercitiva) a los pescadores isleños y de otras comunidades del derecho de pescar en dichos territorios. Este proceso ha llevado a que en la actualidad el sistema de división territorial por comunidades predomine sobre el sistema “libre”. Sin embargo, al interior de las comunidades isleñas, el acceso “libre” prevalece y no existen áreas de pesca exclusivas (entrevistas).

Estas dos visiones acerca del acceso a zonas de pesca son contrastantes y han sido un punto de conflicto. Ya sea por tolerancia, diálogo o imposición ambas formas de manejo subsisten de forma más o menos pacífica. Por ejemplo, algunos pescadores que desean transgredir los límites comunitarios solicitan permiso de sus contrapartes, otros se abstienen de transgredir los límites o lo hacen con poca frecuencia, algunos incluso compensan dicha transgresión. No obstante, la falta de consenso en cuanto a este punto ocasiona tensión entre los grupos de pescadores y existen un sinnúmero de conflictos no resueltos al respecto.

Al interior de las comunidades también existen normas para regular el acceso. En el caso de los pescadores ribereños, estas normas también siguen una lógica territorial pero la forma en que se atribuyen el derecho de uso varía en cada comunidad. En Tzintzuntzan e Ichupio, por ejemplo, el dueño del terreno adyacente al lago es también dueño de la orilla y la porción de territorio lacustre colindante y por tanto, conserva el derecho único de su uso. En caso de que esta persona no se dedique a la pesca, puede “rentar” esta zona a cambio de una porción de la extracción obtenida o negociar un arreglo con el nuevo usuario.

En Ihuatzio, la zonificación del lago es regida por la división territorial del pueblo y por la costumbre. El área lacustre reconocida por esta comunidad está repartida entre los pobladores de las dos “mitades” o “barrios”; esta forma de organización prevalece en otros ámbitos de la organización social. A su vez, cada mitad define las secciones que corresponden a cada pescador o familia de pescadores.

En Ihuatzio, Puácuaro y San Jerónimo, los usuarios explicaron que en el pasado un territorio de pesca se apropiaba cuando se realizaba la labor de “limpiarlo”, es decir, de extraer la maleza que crecía en esa zona. La apropiación se justificaba y legitimaba mediante el uso del espacio a través del tiempo. Así, en la actualidad un territorio de pesca pertenece al que “siempre pesca ahí” (esta forma de establecer zonas de pesca ya había sido documentada por Ortiz, 2004 y Argueta, et al., 1986). Las “playas”, por otro lado, son propiedad del dueño del terreno y su uso debe ser consentido por él. También existen orillas de uso público y otras que han sido apropiadas por los pescadores que siempre las utilizan aunque el terreno no les pertenezca legalmente; de nuevo es un derecho que no se discute porque se legitima con la costumbre.

De acuerdo a una encuesta realizada por Carlos Ortiz en 2004, “60% de los usuarios mencionaron que las zonas de pesca son claramente definidas” mientras

que el 40% (en su mayoría pescadores isleños) restante respondieron que no existen tales zonas y que la pesca es una actividad libre. Esta misma encuesta encontró que de los pescadores que reconocen la zonificación territorial del lago, el 60% afirma que las zonas de pesca “se circunscriben por propiedad según los linderos de los terrenos frente al lago”. Este tipo de arreglo pertenece a las comunidades de: Ichupio, Ucasanastacua, Puácuaro, Tarerio, Opongio, San Pedro Cucuchucho, y en menor medida, Ihuatzio, Santa Fe de la Laguna y Santiago. El 17% de los entrevistados, menciono que las zonas de pesca se definen por tradición y antigüedad en el uso de una zona determinada. Estos pescadores pertenecen a las comunidades de Urandén, Santa Fe de la Laguna, San Andrés y San Jerónimo. Finalmente, el 19.5% respondió que existen zonas de pesca definidas para cada pescador pero que no hay una regulación explícita al respecto sino acuerdos (Ortiz, 2004). El autor de este estudio concluyó que conocer el arreglo entre los usuarios “es un elemento que no se puede prescindir para la instrumentación de medidas de política pesquera”. Ver Figura VII-1



Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas 2009.

Figura VII-1 Áreas de pesca por unión de pescadores

Conflicto y regulación comunitaria de artes de pesca

Otro de los conflictos vigentes entre los grupos de pescadores acerca del manejo del recurso pesquero es el uso de redes de arrastre o chinchorros. Por un lado, algunas comunidades, dependencias de gobierno y académicos argumentan que el uso del chinchorro es altamente nocivo para la ictiofauna debido a que no extrae especímenes de manera selectiva, arrastrando juveniles antes de su primer desove. Es por esto que las comunidades de Ihuatzio y Puácuaro decidieron prohibirlo como una medida de conservación de las especies nativas. Al respecto, los chinchorreros argumentan que su arte ha subsistido por generaciones sin afectar la productividad del lago y que son otros los factores responsables del descenso productivo (dragado, la contaminación, la carpa).

Algunos pescadores opinan que problema no es un debate entre “ideologías” de manejo (conservación vs. explotación), sino un conflicto de tipo territorial. Los chinchorreros acusan a los agalleros de dejar tendidas las redes durante días sin darles oportunidad de realizar su trabajo y/o que invaden sus zonas de pesca, cuestión que ha dañado algunos chinchorros. Los agalleros, en cambio, argumentan que los chinchorreros realizan sus lances muy cerca de sus redes limitando la cantidad de peces que puedan quedar atrapados en las mismas.

El conflicto entre ambos tipos de pescadores alcanzó su punto más alto a finales de los ochenta cuando chinchorreros y agalleros se organizaron en dos uniones regionales antagónicas (Rojas, 1993; entrevistas). En la actualidad, aunque la tensión persiste, ésta parece haber disminuido debido, en parte, a la decreciente rentabilidad de la pesca. Por otro lado, en Puácuaro encontramos que los pescadores no se oponían al uso de chinchorros de luz de malla especial para carpa⁴⁶, ya que la consideran una especie indeseable y nociva. Sin embargo, entre los que vivieron el conflicto de formas más cercana, las posturas siguen siendo antagónicas.

A pesar que la legislación federal prohibió el uso de los chinchorros desde principio de los noventa, este arte de pesca continúa utilizándose y es poco probable su abandono dadas las condiciones actuales. Los chinchorros son muy costosos y representan una inversión muy grande para una familia; incluso constituyen un capital que se hereda. El chinchorro no es un arte de uso reciente, sino que se ha integrado a las practicas pesqueras de la región desde hace por lo menos 4 generaciones. Existen familias que se han especializado en el uso de este arte y no practican ningún otro con fines comerciales ni de autoconsumo. Todo esto, aunado a la escasez en la producción de pescado y los bajos precios dificultan a los chinchorreros renunciar al uso de este tipo de red.

Finalmente, cabe destacar que en la mayoría de las comunidades incluidas en este estudio, el uso de los dos tipos de arte de pesca no es excluyente. El mismo pescador puede utilizar ambas artes en su trabajo, dependiendo de la temporada, las condiciones climáticas, la producción y la disponibilidad de mano de obra, entre otros factores. Asimismo, en las islas y en otras zonas donde se utilizan redes de arrastre, los pescadores agalleros se pueden emplear con el dueño de un chinchorro temporalmente sin abandonar su arte.

⁴⁶ Encontramos que en realidad existen muy pocos chinchorros para carpa. En ninguna de las 8 comunidades estudiadas existían este tipo de artes. Solo encontramos un chinchorro de este tipo en la comunidad de Urandén.

El papel de las uniones en el manejo del recurso

Si bien para el gobierno, las uniones se crearon como un mecanismo para regular el acceso al recurso (ya que se condicionaban los permisos de pesca a su formación), en la práctica, son pocos los que mantienen estos permisos actualizados y las uniones no ejercen un control sobre los usuarios del recurso. Pertenecer a la unión no es requisito para pescar; en todo caso, el requisito sería pertenecer a la comunidad que domina el área donde se desea realizar la actividad. En los casos estudiados, también encontramos que aunque los presidentes de las uniones tenían conocimiento empírico más o menos exacto de los miembros activos, inactivos, eventuales y fijos dentro de los límites de la comunidad, y las áreas de pesca que ocupan, ellos no llevan un control o registro de estos datos. Las uniones tampoco registran las capturas ni embarcaciones de los miembros. Tampoco existen mecanismos formales de vigilancia que limiten el número de pescadores y el uso que realizan del recurso. Sin embargo, de forma informal, al ocupar áreas de pesca, los pescadores si restringen y vigilan el uso del recurso.

Las restricciones acerca del uso del chinchorro u otras formas de reglamentos comunitarios pueden aprovechar el espacio de las reuniones de la organización local de pescadores, pero las normas de uso no se definen necesariamente dentro de este espacio. Asimismo, los conflictos que existen en torno al uso del recurso se arreglan directamente entre particulares o entre los grupos involucrados de forma independiente y en muchas ocasiones estos conflictos permanecen irresueltos.

Las uniones no son un mecanismo para coordinar el manejo del recurso, organizar la producción y/o la comercialización, ni resolver conflictos en torno a la pesca. En general, los pescadores desarrollan su oficio de forma independiente a las uniones locales y solo se reúnen para tratar asuntos concernientes a su relación con el gobierno (solicitud de apoyos, participación en programas de gobierno, interlocución con investigadores o promotores, defensa de sus intereses, etc.).

Por otro lado, aunque el sector pesquero ha sido capaz de unirse a nivel regional ante problemáticas coyunturales⁴⁷ en la actualidad no existe un órgano supra-local que incida en la forma de manejo del recurso pesquero. La organización regional actual mantiene comunicación y reuniones entre líderes y pescadores de las distintas uniones, pero no es un sistema de organización o articulación productiva ni de manejo del recurso. Como se explicó anteriormente, predomina un manejo

⁴⁷ Tal como ocurrió a principios de los 80's cuando participaron activamente en el Comité Ribereño para detener la instalación del Centro de Investigación de Reactores; en la Organización Ribereña en Contra de la Contaminación en el Lago de Pátzcuaro (ORCA) durante los 80's y 90's; y en la Unión Regional de Pescadores del Lago de Pátzcuaro y Unión de Uniones del Lago de Pátzcuaro, durante la década de los 90's.

fragmentado en donde los límites comunitarios definen los ámbitos de acción de las uniones locales.

Problemas entre las instituciones y los usuarios en torno a la administración del recurso

El otro aspecto de gran conflictividad es que por el debilitamiento de acuerdos entre las comunidades y las instituciones gubernamentales referentes al manejo de los recursos naturales regionales, recurrentemente entran en contradicción con los acuerdos comunitarios tradicionales sobre las oportunidades y restricciones de acceso y utilización de dichos recursos, como fue el caso de la veda en 1998 a la fecha, generando severos conflictos entre los pescadores y las instituciones del gobierno federal. Actualmente prevalece una falta de regulación de la pesca por parte de las autoridades gubernamentales a pesar de que existe publicado un ordenamiento pesquero desde 1999 (Orbe y Acevedo, 1999) y un plan de manejo (INIRENA, 2000).

La relación del sector pesquero con el gobierno ha sido en muchos casos conflictiva y desgastante debido a las múltiples iniciativas de las que ha sido objeto desde, cuyo saldo ha marcado la áspera relación actual del sector con el gobierno federal. A pesar de ello, existe una marcada dependencia política y económica por parte de estas comunidades hacia los programas de gobierno⁴⁸.

Si bien algunas instituciones, como la Comisión para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) en años recientes han tratado de promover la autogestión, las estructuras políticas y culturales de dependencia, paternalismo y clientelismo son difíciles de superar en este y otros sectores (entrevista con funcionario de CDI; entrevistas con usuarios y representantes). Por otro lado, la falta de coordinación y visión conjunta de las uniones en cuanto al manejo del recurso no ayuda a romper este esquema. Asimismo, entre los retos organizativos también se encuentra la baja escolaridad y criterios de selección de directivos que no favorecen la especialización y formación (Esteva et al., 1997).

⁴⁸ Que ya observaba Esteva (1997) y otros autores en los noventa y que continúa siendo evidente en la actualidad.

VII.1.8. Comercialización de la carpa común

La producción pesquera del Lago de Pátzcuaro tiene tres destinos principales: (a) el autoconsumo, (b) el trueque y (c) la comercialización. La extracción de carpa tiene otros destinos que no representa retribución económica alguna para las familias de pescadores: (d) regalo a parientes y vecinos, (e) alimento para mascotas y (f) el desperdicio.

Autoconsumo

Las familias del Lago de Pátzcuaro pescadores tienen una cultura muy arraigada de consumo de pescado del lago; el autoconsumo sigue siendo uno de los objetivos de la pesca. Sin embargo, la abrupta disminución de la variedad, cantidad y precio de la producción y el deterioro general del lago, entre otros factores, han contribuido a que numerosos pescadores se hayan retirado de esta actividad o disminuido la frecuencia de esta actividad, de modo que la pesca para el autoconsumo, aunque sigue siendo importante, se ha debilitado. Aunado a esto, los productos del lago ya no son la única fuente de pescado en la zona, sino que la dieta de los habitantes se ha visto complementada de manera creciente por productos de otras regiones. Por ejemplo, en localidades donde hay un número considerable de pescadores como Ihuatzio, se identificó una red de vendedores locales o de la región de Infiernillo que llevan lobina y tilapia para su venta en fresco ahí, o para la reventa a través de mujeres de pescadores, en su mayoría, lo llevan a otras localidades cercanas.

La frecuencia con que las familias de pescadores consumen pescado es variable, dependiendo de la producción, la precariedad económica y el gusto. Existen algunas familias que consumen pescado 3 veces por la semana y otras que lo consumen a diario. La carpa se consume con frecuencia pero representa una porción variable del autoconsumo, dependiendo de la variedad y volumen de especies que se extraigan. Al parecer, ésta se consume más por necesidad que por gusto ya que la mayoría declara que prefieren consumir otras especies como el pescado blanco, la trucha, la mojarra, el charal y la acúmara.

Al no encontrarse los productos preferidos en suficiente cantidad en la pesca, muchas familias de pescadores los compran en el mercado o a otros pescadores que consiguen extraerlos, lo cual tiene un impacto negativo en la autosuficiencia alimenticia y la economía familiar. Además, ello ha significado una transformación de la organización familiar como unidad de producción, lo cual se explicará más adelante.

Trueque

El trueque o “intercambio” (como se conoce en la región) es una forma tradicional no monetarizada de comerciar el pescado. En el caso de la carpa, aunque sigue teniendo baja demanda y precio en este tipo de mercado, el trueque es una estrategia para minimizar los costos por desperdicio y satisfacer ciertas necesidades de la familia sin utilizar dinero.

Los mercados de trueque también permiten a algunos comerciantes intercambiar o acaparar productos para después venderlos con un margen de ganancia. De tal modo, un producto como la carpa puede recorrer cadenas de distribución más o menos complejas que incluyen intermediarios y transacciones monetarizadas y no monetarizadas, entrando y saliendo de estas modalidades de mercado antes de llegar al consumidor final y adquiriendo cierto valor agregado en el camino.

Los mercados de trueque se instalan con cierta regularidad en la región pero no están abiertos diariamente y, al igual que el mercado monetarizado, se localizan solo en algunos centros poblacionales. El mercado de trueque de Pátzcuaro se encuentra en el centro de ciudad y abre los martes y viernes. En Santa Fe de la Laguna existe otro mercado de trueque conocido como “mercado purépecha” que tiene lugar una vez al mes. Un tercer mercado de trueque donde se distribuye la carpa, es el tianguis de Paracho que se instala los domingos. Cabe señalar que no toda la carpa que se distribuye en los mercados de trueque es originaria del Lago de Pátzcuaro, ya que se identificó que también se distribuye carpa proveniente de la presa de Infiernillo.

Como en todo mercado tradicional, la venta y el margen de ganancia tiene fluctuaciones que dependen de diversos factores, entre ellos sobresale la capacidad de negociación del vendedor y el comprador. En el caso del trueque, existe una negociación entre ofertantes en la que se procura un intercambio que beneficie a ambos y que equipare el valor de los productos. En el caso de la carpa, en ciertas ocasiones el intercambio es más favorable al que se puede obtener mediante la venta ya que se obtienen productos de mayor valor al ofrecido en el mercado monetarizado. Sin embargo, la diferencia no es substancial y la oferta y demanda tienden a ser similares en ambas modalidades de intercambio. La carpa se intercambia por maíz y productos derivados, frijol, lentejas, habas, ropa usada, ollas, flores de ornato y escobas, por poner algunos ejemplos.

Destinos no retribuidos

Debido a la baja demanda de la carpa en el mercado y a que supera la capacidad de consumo de la unidad familiar, los excedentes de la producción de esta especie son considerables. Una parte del excedente que no pudo venderse en fresco se seca y se oferta en esta presentación o se almacena. Sin embargo, no todas las familias recurren a esta estrategia debido a que la carpa seca tampoco goza de

gran demanda ni buen precio. Además, no es posible secarla en época de lluvias. Por tanto, una proporción de la producción se regala a vecinos y parientes, se usa como alimento para perros y gatos o se deja podrir. Estos últimos son destinos comunes para los ejemplares de carpa de menor tamaño (menos de 500 gr.). Los destinos no retribuidos son una pérdida económica para el productor ya que no está percibiendo beneficio económico por su trabajo. Las cantidades de desperdicio aumentan los costos de producción y disminuyen los márgenes de ganancia. Esto es un indicador claro de la falta de mercado para la carpa pequeña, porque la que rebasa el kilogramo encuentra alguna vía de comercialización.

Comercialización

Uno de los principales problemas para la extracción de la carpa en el lago es la comercialización. De acuerdo al Plan de manejo del Lago de Pátzcuaro (Conapesca-Inirena, 2004), la cantidad de carpa como el de todas las especies cayó considerablemente después de 1988, año en el que rebasó las 600 toneladas. Los pescadores afirman que en esa época era común extraer carpas de 5 o más kilos, lo cual ahora resulta más bien raro. Para 1997 se tenía una captura de 71077 kg y en 2001 de 15,096 kg. De acuerdo a CRIP (2006) es a partir de 2005 cuando la participación de la carpa en el volumen de captura pasa de 31.4 a 62.1%, siendo ahora la especie dominante en la mayor parte del lago al desaparecer la acúmara. Los pescadores han buscado múltiples vías de distribuir su producto y combinan diferentes estrategias. En ello la mujer tiene un papel fundamental, siendo la comercialización una actividad mayormente femenina.

Las vías de distribución pueden ser directas productor-consumidor (ofreciendo el pescado de casa en casa), o pueden incluir intermediarios (revendedores y acaparadores). En la figura siguiente resume algunos ejemplos de las cadenas que sigue la carpa para su comercialización. Por otro lado, se ha desarrollado vías de comercialización para la carpa del Lago de Pátzcuaro que llegan al mercado local, regional y nacional. Ver Figura VII-2.

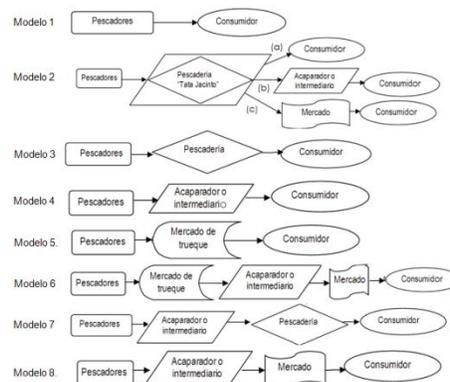


Figura VII-2 Diagrama de flujos de vías de comercialización de la carpa del Lago de Pátzcuaro

Distribuidores y puntos de venta de pescado en la región

Comerciantes que “ranchean”. Ranchar el pescado significa ofrecerlo de casa en casa. Este trabajo es realizado por la esposa del pescador con insumos, costos y equipamiento mínimos. La venta es al menudeo y no se realiza de manera diaria. El equipo consiste en una o dos cubetas de plástico y una báscula rústica. El pescado se vende en fresco y se ofrece en la misma comunidad donde se habita o en las comunidades más cercanas. El volumen de venta va de 3 a 10 kilos.

Mercado municipal de Pátzcuaro. El mercado municipal de Pátzcuaro es quizá el principal punto de venta de pescado del Lago de Pátzcuaro. Aquí se comercializan todas las especies que aún se pescan en el lago: charal, tripilla, carpa, acúmara y tiros. También se comercializa el pescado blanco, la tilapia y la lobina negra, pero éstos son traídos mayormente de otras regiones del país. Existen cuatro modalidades de venta, las cuales hemos ordenado según la cantidad y tipo de los insumos, equipo e infraestructura:

- (a) **Ambulante:** Se ofrece el pescado a las personas que caminan por el mercado. El equipo es el mismo que se utiliza para “ranchar” el pescado. Es una estrategia para mujeres que no tienen un lugar definido y para aquellas que si lo tienen pero no han logrado vender su producto de manera satisfactoria. La desventaja de “ofrecer” el pescado es que el cliente decide el precio y generalmente es un precio más bajo que el que ofertan cuando la vendedora se encuentra localizada en un solo lugar. La carpa también se distribuye de esta forma. Los costos incluyen las bolsas de plástico y el pasaje.
- (b) **Sobre banqueta o mesas:** Las mujeres disponen sus productos a la intemperie sobre un plástico colocado sobre la banqueta o sobre una mesa. Se localizan en la calle frente a El Santuario y sobre la calle San José. Estas mujeres son de las comunidades de Jarácuaro y Pacanda. Sus principales productos son: charal, acúmara, carpa, y otras especies como tilapia o lobina que consiguen otros comerciantes en mayoreo, por ejemplo del distribuidor identificado en Ihuatzio proveniente de la presa de Infiernillo. Todos estos productos (incluyendo la carpa) se venden en fresco y sólo los charales los venden secos y fritos. Los productos secos los guardan en sacos y los frescos en cubetas de plástico. El principal insumo son las bolsas de plástico. Es posible que las mujeres sean revendedoras. Los costos incluyen las bolsas de plástico y el pasaje.
- (c) **“El Tejaban”:** Esta es una sección del mercado que fue construida específicamente para la venta de pescado. Consiste en 4 mostradores de cemento colocados paralelamente y divididos en secciones de 1 y 1.5 metros repartidas entre 16 mujeres madres de familia. Una parte del pescado se encuentra a la intemperie sobre lonas de plástico, mientras que otra parte

permanece en hieleras de plástico duro donde se conserva el pescado en hielo. Las mujeres cuentan con piso de cemento, techo de tejamanil, acceso a una toma de agua y luz. El hielo, las bolsas de plástico y el transporte son los principales costos de venta ya que por su condición “informal”, las comerciantes no pagan impuestos ni servicios y solo pagan un derecho de uso del espacio al ayuntamiento con valor de 3 pesos diarios. Ello a disgusto de algunas mujeres que declaran que “el ayuntamiento no nos ayudó en nada”.

El lugar fue acondicionado hace más de 10 años con recursos propios de las mujeres comerciantes y sus familias y un apoyo del Instituto Nacional Indigenista que consistió en financiar la mitad del material necesario para poner el techo. Los derechos de uso del espacio los adquirieron mediante la contribución para la construcción y hasta la fecha se conservan aun cuando algunos espacios no sean utilizados o lo sean ocasionalmente. El valor de estas pequeñas propiedades oscila, según afirma una de estas mujeres, entre 9 mil y 65 mil pesos.

Las mujeres son casadas, madres y abuelas, entre 30 y 80 años de edad, baja escolaridad y provienen de las comunidades de Ihuatzio, Urandén, Jarácuaro, Ucasanastacua, Cucuchucho, Janitzio y Pacanda. La mayoría de las mujeres son “revendedoras” ya que sus esposos o familiares no proveen los productos que comercializan, sino que los compran en la pescadería de “Tata Jacinto” o a diferentes distribuidores, algunos de la zona del lago y otros de Zirahuén, Zitácuaro, Toluca y la presa de Infiernillo. Las mujeres que comercializan el producto extraído por su esposo o familiar no dejan de complementar la venta con pescado comprado. La venta de carpa no supera las 10 kg diarias, excepto en temporada de cuaresma cuando se venden hasta 15 kg al día. “El Tejaban” está abierto de lunes a domingo en horarios de 9:00 y 17:00 horas. Algunas mujeres salen a “ofrecer” el pescado cuando la venta ha sido muy baja. Los productos ofertados en este lugar son: charal fresco, seco y frito; trucha fresca y seca; pescado blanco fresco y seco; tiros; mojarra entera; carpa fresca y seca; tiros.

- (d) **En local:** Existen algunos locales o puestos establecidos que ofertan pescado seco o frito en el mercado, principalmente charal. El charal se guarda en sacos y se vende en alrededor de \$140 por kilo. Estos locales ofertan otros productos como mazorcas de maíz de colores, trastes de barro, cucharas de madera, artesanías y comales. No cuentan con equipo ni espacio para manejar pescado fresco y no ofertan carpa en ninguna presentación, ni siquiera seca. Algunos ofrecen camarón seco y pescado blanco seco.

Pescaderías de la ciudad de Pátzcuaro. Las pescaderías conservan el producto en hielo o congeladores industriales y no lo tienen a la intemperie. También cuentan con mesas de trabajo de acero inoxidable, básculas de pesas o electrónicas, piso de cerámica, mostrador, equipo para filetear y todos los

servicios. Los dueños de estos establecimientos afirman seguir las normas de salubridad. Debido a que cuentan con el equipamiento apropiado, pueden conservar el pescado en buen estado por periodos más largos de tiempo y tienen capacidad de congelarlo. Las pescaderías tienen costos de comercialización más altos que los comerciantes del mercado y manejan precios mayores. Hasta el momento, ninguna pescadería de la ciudad distribuye carpa ni ningún otro pescado del Lago de Pátzcuaro, a excepción de la pescadería “Tatá Jacinto”. El producto de mayor distribución en estos puntos de venta es la mojarra (entera y en filete), la cual proviene de la presa de Infiernillo y es entregada a domicilio por comerciantes de esta región. Otros productos que distribuyen son: huachinango, mariscos, lobina negra, y en menor medida: bagre, ancas de rana y sierra.

Pescadería “Tata Jacinto”. Es la pescadería más antigua y conocida de la ciudad y ha fungido como centro de acopio y distribución de pescado del lago, vendiendo al mayoreo y menudeo. Entre sus clientes se incluyen mujeres de diferentes localidades que adquieren productos para su consumo y para reventa en el mercado del centro de la ciudad o en otras comunidades. Funciona como centro de acopio para la carpa. Compra la carpa directamente a los pescadores a 3 o 4 pesos el kilo, sin escoger el tamaño, y la revende a 6 pesos el kilo. El comprador mayorista proviene del Estado de México. En época de cuaresma distribuye 200 kg o más por semana a este comprador mayorista. Según afirma la gerente del lugar, el margen de ganancia de este producto es muy bajo o nulo, ya que apenas cubre los costos de hielo. Además existe el riesgo de no poder colocar el producto en el mercado, lo cual ha ocasionado pérdidas substanciales a la empresa.

Debido a la escasez de producto local, esta pescadería que históricamente ha mantenido como política vender los productos del lago, ha tenido que recurrir a otras fuentes para abastecerse de productos pesqueros. Los productos que vende son: pescado blanco, mojarra, charal, trucha y carpa. Estos productos provienen del Lago de Pátzcuaro, Laguna de Zirahuén, Presa de Infiernillo, centros acuícolas en Nuevo Urecho e Ichachico, de la Presa de Platanitos (Santo Tomas de los Plátanos, Estado de México) y de Presa de Chilatan en Michoacán; de Encarnación, Mpio. De Acámbaro, Guanajuato, junto a la presa Solís, diferentes presas de Sinaloa y de la Presa de Aguamilpas en Nayarit. El producto base de esta empresa es el charal. Ver Tabla VII-11.

Tabla VII-11 Lista de puntos de venta de pescado en la región del Lago de Pátzcuaro

Punto de venta	Localidad
Mercado "El Tejaban"*	Pátzcuaro
Mercado municipal del centro*	Pátzcuaro
Pescadería "Tata Jacinto"*	Pátzcuaro
Pescadería "Calypso"	Pátzcuaro
"Pescadería López"	Pátzcuaro
"Pescados y Mariscos Colima"	Pátzcuaro
Pescadería "Nemo"	Pátzcuaro
Pescadería en el Mercado Tariacuri	Pátzcuaro
"Pescadería Contreras"	Pátzcuaro
Mercado de trueque del Santuario*	Pátzcuaro
Abarrotes "Flamingo"	Pátzcuaro
Pescadería Rodríguez	Ihuatzio
Mercado de la plaza*	Santa Fe de la Laguna
Mercado Purépecha*	Santa Fe de la Laguna
Mercado de trueque*	Paracho
Mercado sobre Ave. Independencia (¿?)*	Morelia

* Distribuidores de carpa del Lago de Pátzcuaro

Distribuidores o acaparadores. Son intermediarios que colectan el pescado de varios pescadores de una comunidad o de varias para revenderlo a otros comerciantes. La carpa es comprada viva y en tallas grandes (1 kg o más) únicamente, a un precio de 3 a 4 pesos el kilo y un máximo de 7 pesos en temporada de cuaresma. Algunos realizan esta actividad sólo en temporada de cuaresma y otros se dedican a este negocio todo el año pero disminuyen el volumen y frecuencia fuera de esta temporada. En la comunidad de Puácuaro, hemos identificado dos acaparadores: se trata de una mujer de la isla de Pacanda y una segunda mujer originaria de San Andrés pero que actualmente habita en Carapan donde comercializa la carpa. Existe también una mujer de la comunidad de Urandén que distribuye carpa en el mercado de "El Tejaban". Anteriormente, un comprador de Acámbaro, Guanajuato compraba carpa en las comunidades de Puácuaro y Tzintzuntzan, pero este negocio tuvo resultados negativos (que se describen mas adelante).

Puntos de venta regionales. Algunos puntos de venta donde se comercializa la carpa son: mercado Purépecha en Santa Fe de la Laguna, mercado de la plaza de Santa Fe de la Laguna, pescadería “Tatá Jacinto”, puntos de distribución en Carapan, tianguis y otros puntos de distribución en Paracho, San Isidro, mercado sobre Ave. Independencia en Morelia, mercado municipal del centro de Pátzcuaro, mercado de trueque de Pátzcuaro y en las localidades ribereñas e isleñas donde las mujeres de los pescadores “ranchean” la carpa (venta de casa en casa). Cabe señalar que Carapan, Paracho y Pátzcuaro son mercados para la carpa pero también son puntos de acopio y distribución ya que de ahí se comercializa a otras comunidades de la zona, como la Cañada de los Once Pueblos y comunidades serranas.

Comercialización fuera de la región. El principal (y quizás el único) mercado establecido para la carpa de Pátzcuaro fuera del estado se encuentra en el Estado de México. Ahí, la carpa se ha comercializado exitosamente desde hace algunos años. El comprador (o compradores) se localizó con apoyo de la familia de la pescadería “Tatá Jacinto”, desde donde continúan el acopio de la carpa para la venta a comerciantes del Estado de México. Sin embargo, la producción y venta han decrecido, así como las tallas de los pescados, por lo que el volumen distribuido por esta vía también se ha reducido.

El flujo comercial del pescado

Los puntos de venta de pescado en la ciudad de Pátzcuaro reciben productos de diferentes regiones. El pescado del Lago, incluyendo la carpa, se distribuye a través del mercado municipal del centro y la pescadería “Tatá Jacinto”, principalmente. A estos puntos de venta también llegan productos de las comunidades de Ihuatzio, Cucuchucho, Ucasanastacua, Urandén, Janitzio, Tecuena, Yunuén y Pacanda.

Actualmente, los destinos de la carpa son los mercados de Pátzcuaro, Pichátaro, Paracho, San Isidro, Morelia y Carapan en Michoacán y de Toluca, Estado de México. Se sabe que en Paracho, Toluca y San Isidro también se distribuye carpa de la Presa de Infiernillo. El mapa muestra algunas rutas que sigue la comercialización de carpa en la región.

A los diferentes comercios de pescado llegan productos de la Laguna de Zirahuén, Encarnación (Presa Solís), Presa de Infiernillo (Adolfo López Mateos), Acuacultura en Nuevo Urecho e Ichachico, Presa de Platanitos (Santo Tomás de los Plátanos), Presa Chilatán (Constitución de Apatzingán), presas de Sinaloa, Lago de Chápala, Presa de Aguamilpas, otros cuerpos de agua en Nayarit y productos del mar. Los productos de la Presa de Infiernillo tienen una presencia importante en el mercado de pescado regional. En el mapa se pueden apreciar estos flujos por especie. Ver Figura VII-3 y Figura VII-4.

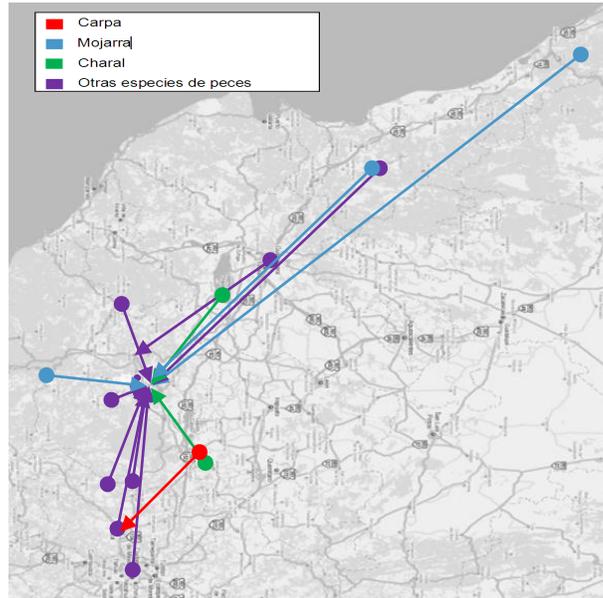


Figura VII-3 Flujos de pescado provenientes de y hacia otras partes del país.

- ★ Mercado de carpa
- Flujo de carpa del Lago de Pátzcuaro
- ...▶ Flujo de carpa de Infiernillo

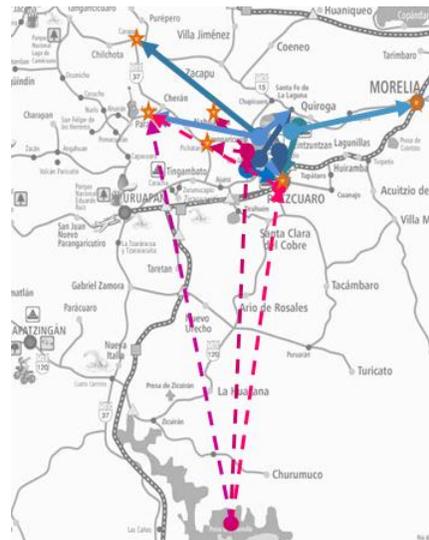


Figura VII-4 Flujo comercial regional de la carpa del Lago de Pátzcuaro y de la Presa de Infiernillo.

Intervención institucional, regulaciones sobre la comercialización y relaciones al interior del gremio comerciante

El comercio de productos pesqueros está sujeto a la regulación de la Secretaría de Salud, quienes se encargan de supervisar que los productos sean aceptables para el consumo humano. Por otro lado, la SEMARNAT se concentra en vigilar que la venta de las especies sea legal y no infrinja las leyes ambientales. Los comerciantes de pescado también están sujetos a las leyes fiscales, por lo que la SHCP es una tercera instancia que interviene el sector. Finalmente, los ayuntamientos municipales son los encargados de regular los mercados municipales.

Entre los comerciantes de pescado no existe una organización o asociación que los reúna. En cambio, sí existen algunas reglas explícitas e implícitas que regulan el acceso a los mercados. Por ejemplo, en el mercado de Pátzcuaro no está permitido instalarse en cualquier lugar, existe una organización y distribución establecida de los espacios regulada por el ayuntamiento y por la asociación de comerciantes del mismo mercado. Pero, aunque el ayuntamiento permita a un nuevo distribuidor de pescado establecerse dentro del mercado, las mujeres que comercian ahí no lo permiten y existen casos en que han logrado expulsar a nuevos comerciantes. De la misma manera, las mujeres que venden de forma informal sobre banqueta o mesas tienen su lugar y lo defienden y es un acuerdo tácito que un nuevo comerciante no puede ofrecer el mismo producto cerca de donde otro que tiene más tempo vendiendo en esa zona. La competencia entre las comerciantes de pescado es fuerte y en ocasiones ha llegado a conflictos.

Las pescaderías se quejan de que las mujeres ofrecen productos más baratos ya que gozan de servicios gratuitos y están exentos del pago de impuestos. Las críticas hacia las vendedoras del mercado por parte de las pescaderías también se dirigen hacia las condiciones inaceptables de salubridad y el manejo inadecuado de productos perecederos. En efecto, las pescaderías mantienen el pescado bajo mejores condiciones que las comerciantes en el mercado. Al respecto las mujeres que trabajan en “El Tejaban” mencionan que Salubridad las revisa cada mes tomando muestras de pescado para analizarlas y los resultados siempre han sido favorables.

Relaciones entre el comercio y la pesca

El declive y deterioro de la actividad pesquera en el Lago de Pátzcuaro contribuye a la transformación cultural de la zona de acuerdo a un proceso parecido al que ocurre en otros ámbitos de la ruralidad mexicana y que se caracteriza por: el rompimiento de las tradiciones productivas familiares, la pérdida del conocimiento tradicional sobre la naturaleza y las actividades productivas, la transformación de la unidad de producción familiar y las relaciones de género, el debilitamiento de la economía de autoconsumo, la creciente dependencia en insumos y productos de consumo externos, el envejecimiento de la fuerza de

trabajo y la creciente emigración temporal y permanente a centros urbanos nacionales y a Estados Unidos. Todo ello ha resultado en un deterioro de la calidad de vida, la estructura social y la conservación de las tradiciones de la población pesquera de la región. La invasión de la carpa y su actual difícil comercialización han contribuido a este proceso.

Pesca, comercio y alimentación

El declive de la pesca de especies de consumo preferidas y el aumento en la oferta de la carpa, una especie poco valorada, también contribuyen a generar un cambio en la cultura alimenticia de la región. Las familias que anteriormente acostumbraban consumir el pescado del Lago de Pátzcuaro han transformado sus patrones de consumo favoreciendo la entrada de productos externos, principalmente la tilapia proveniente de la presa de Infiernillo.

Un ejemplo del impacto cultural de la crisis pesquera es el caso de la acúmara. Tradicionalmente, la época de cuaresma era la temporada de mayor abundancia de esta especie. Los pescadores y habitantes de la zona gustaban de ella y la consumían en grandes cantidades y a bajo costo. Los ciclos anuales de producción y reproducción de la acúmara son objeto de mitos y anécdotas y forman parte del conocimiento tradicional que explica la dinámica ecológica del lago. Durante esta última temporada de cuaresma, la escasez generalizada de este producto elevó los precios hasta 30 y 40 pesos la pieza (entre 60 y 80 pesos el kilo) fuera del alcance económico de la mayoría de la población. El consumo de tilapia (con precios de 25 a 39 pesos por kilo) y otros productos pesqueros sustituyó la demanda de este producto nativo estacional.

Género y organización del trabajo en las familias de pescadores

Como se dijo anteriormente, la comercialización y el procesamiento tradicional del pescado es una actividad femenina. Tradicionalmente las mujeres que habitan en comunidades ribereñas o isleñas comerciaban únicamente el producto obtenido por su marido o algún familiar pescador. En la actualidad, las mujeres comercian tanto el pescado extraído por su esposo (o algún familiar) como pescado que adquieren de otros comerciantes (sean mujeres esposas de pescadores o diversos intermediarios). Las respuestas de las entrevistas señalan que la mayoría de las mujeres adquieren el pescado de la segunda forma ya sea porque sus esposos dejaron de pescar o porque ya no realizan esta actividad con la suficiente frecuencia.

Así, algunas mujeres pasaron de ser vendedoras a revendedoras, y las familias de pescadores que funcionaban tradicionalmente como una unidad de productiva han desasociado la actividad pesquera del comercio. Además, las nuevas generaciones no ven un futuro económico en la pesca, por lo que se están rompiendo tradiciones familiares de este oficio y los hijos ya no participan en la

actividad económica que desarrolla el padre. Lo cual también rompe con la organización tradicional del trabajo dentro de estas familias.

El procesamiento de la carpa

Además de distribuirse en fresco, la carpa se oferta en seco y “tatemada”. El procesamiento de la carpa es completamente artesanal (de acuerdo a las técnicas tradicionales de los habitantes de la región) y es una actividad femenina.

Secar la carpa es una estrategia para minimizar el desperdicio. El producto que no fue vendido en fresco es puesto a secar antes de que comience a degradarse. La técnica de secado es en pequeña escala y a muy bajo costo. El proceso implica unas horas de trabajo para extraer las vísceras y lavar los pescados para después salarlos (algunas mujeres les ponen limón) y colocarlos bajo el sol sobre un petate o una tela de alambre (“arnero”). Posteriormente, la mujer va rotando cada pieza de manera individual para asegurarse que el agua se evapore de forma uniforme en ambos costados del producto. Este proceso solo se puede llevar a cabo en la temporada seca, esto es de octubre a mayo.

Otra forma de procesar la carpa es “tatemándola”, es decir, se sazona y cuece sobre un comal calentado en fogón o estufa de leña. Esta presentación tiene cierto gusto entre los consumidores pero no contribuye a aumentar en gran medida el consumo de carpa.

Procesar el producto aumenta su valor de venta (por ejemplo, se puede vender a 5 pesos la pieza frente a 5 pesos el kg. en fresco), pero no llega a obtener un precio lo suficientemente atractivo para el comerciante ni aumenta considerablemente la demanda. De hecho, la proporción más grande de carpa ofertada en el mercado es sin procesar, preferiblemente sin destripar, ya que esto permite al cliente comprobar la frescura del producto (¿?). Incluso, debido a que los peces pueden sobrevivir horas fuera del agua, es posible adquirir carpas vivas en el mercado.

Existe una cuarta propuesta para el procesamiento de esta especie de pescado: el ahumado. Se conoce que la carpa ahumada tiene mercado en el Estado de México y posiblemente en Guanajuato y que además es una forma de conservación del producto (la carpa tiene la desventaja de degradarse rápidamente). En la comunidad de Tzintzuntzan, se completó la construcción de un horno artesanal para ahumar pescado y se llevó a cabo la capacitación correspondiente (la cual tuvo lugar en Nayarit el año pasado). Sin embargo, al parecer no existen los recursos económicos y organizativos necesarios para poner en marcha este proyecto. Además, el mismo ha sido motivo de conflicto al interior y entre las organizaciones de pescadores ya que se percibe como un ejemplo de la discrecionalidad en el manejo y distribución de recursos de origen gubernamental obtenidos a través de la Unión Regional de Pescadores del Lago de Pátzcuaro.

Problemas para la comercialización

La comercialización de la carpa del Lago de Pátzcuaro presenta dificultades importantes. Aunque la producción de pescado en el Lago de Pátzcuaro ha decrecido, este no parece ser el caso del mercado de pescado regional. Todo parece indicar que el pescado sigue siendo una fuente de proteína importante para la población de la ribera y las islas del lago. No obstante, la producción del lago tiene una participación decreciente de este mercado. En las comunidades ribereñas, tanto comerciantes como pescadores están de acuerdo que el problema fundamental de la carpa es que “no tiene mercado”, “no se vende”.

Un ejemplo de ello es visible en la ciudad de Pátzcuaro. En este centro poblacional, el más grande de la cuenca, existen numerosos restaurantes y establecimientos que ofertan productos pesqueros. La carpa está ausente en los menús de los restaurantes y puestos de comida y solo una de sus pescaderías la comercializa.

La disminución de las tallas de los ejemplares capturados y de la producción es otro problema para la comercialización de esta especie. Según la pescadería de más larga trayectoria en la región, anteriormente se obtenían toneladas de carpa con ejemplares de hasta 12 kg, mientras que en la actualidad se obtiene en menor cantidad y talla siendo los ejemplares de mayor tamaño entre 2 y 5 kg.

La contaminación del lago y del producto es una publicidad negativa que origina la percepción que este producto no es saludable. De forma parecida, algunos consumidores no consumen el pescado ofertado en el mercado municipal porque piensan que no reúne las condiciones de salubridad.

Por otro lado, los costos de comercialización de la carpa (como hielo y transporte) pueden ser muy elevados en comparación a los precios del mercado. De tal forma que en algunos casos no es costeable su comercialización.

El mercado de pescado local esta más abierto a la entrada de productos pesqueros de otras regiones del país que antes no se comerciaban y que ahora compiten con los productos locales. La mojarra de la presa de Infiernillo resulta una alternativa económica y mejor valorada que la carpa de Pátzcuaro. De modo que la carpa del lago no ha logrado competir con este producto de manera satisfactoria.

Algunas iniciativas de comercialización de carpa

Los fracasos en la comercialización de la carpa han debilitado la confianza en el producto por parte de pescadores y comerciantes. Los costos no solo han sido económicos sino también, en algunos casos, sociales. A continuación se presentan tres ejemplos:

- (1) Degradación del producto acopiado. La experiencia de “Tatá Jacinto”:** La rápida degradación del producto es otro obstáculo para el acopio y distribución del mismo. La carpa en fresco puede durar de tres a cuatro días en hielo; después de este periodo deja de ser confiable su consumo. Por tanto, no es posible almacenarla en fresco por periodos más largos de tiempo y ello conlleva un riesgo económico para los comerciantes debido a que se deben distribuir la totalidad del producto en poco tiempo. Además, hasta el momento no es económicamente viable almacenarla congelada y el costo del hielo también es alto. Este factor ha causado pérdidas económicas importantes a la pescadería “Tata Jacinto” cuando ha querido aumentar su capacidad de acopio.
- (2) El “acaparador” que no pagó. El caso del comprador de Guanajuato:** Existe la experiencia reciente de un acaparador de pescado proveniente de Acámbaro, Guanajuato. Este sujeto originalmente compraba la carpa en la pescadería de “Tata Jacinto”, sin embargo, hace algunos años comenzó a comprarla directamente al productor. Este comerciante compraba el pescado fresco (lo mantenían vivo en corrales), lo llevaba a Guanajuato para procesarlo (asado al horno y relleno) para después venderlo en el Estado de México, posiblemente en Toluca. El acaparador trabajaba en Tzintzuntzan y Puácuaro, donde quedó debiendo importantes sumas de dinero a los pescadores locales. En Tzintzuntzan lograron establecer una demanda pero únicamente recuperaron una porción de la deuda. Los pescadores de Puácuaro no han logrado recuperar el dinero. En este último caso, el pescador que hacía el servicio de acopio del pescado asumió una parte de la deuda, el desprestigio y otros costos sociales. El fraude ocasionó ciertas fricciones en el gremio e impactó negativamente a algunas organizaciones.
- (3) Venta insuficiente. El caso de la pescadería de “Tatá Jacinto”.** Bajo iniciativa del subdelegado de pesca de SAGARPA en Michoacán, el Biol. Arturo Cortés Guzmán(?), y en diálogo con un grupo de pescadores de la isla de Janitzio, la pescadería “Tata Jacinto” se comprometió a comprar toda la producción de carpa a un precio superior al del mercado. Esto ocurrió años atrás en las vísperas de la época de cuaresma. El precio acordado fue 8 pesos por kilo, el doble del precio de mercado. En este caso, SAGARPA ofreció apoyar la compra de carpa, sin embargo dicho apoyo nunca se concretó y los riesgos y pérdidas económicas y sociales (desprestigio) fueron asumidos por la pescadería de “Tatá Jacinto”.

Características del mercado del pescado en la región

Temporada alta y baja. Existe la creencia que la temporada de cuaresma es la temporada de mayor venta para los comerciantes de pescado. Sin embargo, entre los entrevistados la opinión al respecto se encuentra dividida. Mientras algunos sostienen que es la mejor temporada, otros afirman que los ingresos que perciben por las altas ventas de los viernes se diluyen durante los otros seis días de la semana en que las ventas son mínimas. No obstante, la temporada de cuaresma si tiene un impacto sobre el precio del pescado.

Algunos comerciantes sostienen que las ventas disminuyen en temporada de lluvias. Pero la mayoría coincide que es en las semanas posteriores a la cuaresma es cuando obtienen menores ingresos.

Factores en la fluctuación del precio. Los precios del pescado se definen según el origen del producto, la oferta, la demanda, la presentación (procesamiento) del producto y los costos de comercialización. Sin embargo, estas variables operan de forma diferente de acuerdo a la modalidad del punto de venta. Por ejemplo, en el caso del mercado municipal, los precios son flexibles y más sensibles la oferta y demanda y de la capacidad de negociación de cada cliente y comerciante. Además, debido a que las vendedoras de pescado se encuentran concentradas en unos puntos, la competencia entre ellas por el cliente resulta en una disminución de precio de venta. En contraste, las pescaderías, que en su mayoría compran los productos a mayoristas de otras regiones, definen un precio de venta fijo de acuerdo a sus costos que también son más o menos fijos.

El factor principal que define el precio de la carpa es la demanda. Aunque una porción de las pescaderías declara mantener los precios todo el año, la temporada de cuaresma si influye en el precio del pescado en la región. En el caso específico de la carpa, el precio de venta al consumidor oscila entre los 3 a 5 pesos por kilo en fresco, y de 7 a 10 pesos durante la Semana Santa, periodo en que aumenta la demanda. Para tener un segundo parámetro, la tilapia, que es un producto de bajo precio y alta demanda en el mercado, mantiene un precio promedio (entera) entre 15 y 25 pesos por kilo durante el año y en temporada de cuaresma su precio oscila entre 27 y 30 pesos por kilo.

Demanda y competencia de productos pesqueros. Las dos especies de mayor demanda en la región son la tilapia y el charal. La “mojarra” o tilapia goza de amplia distribución en las pescaderías de Pátzcuaro y se vende en fresco, congelada, entera y en filete. Las principales ventajas competitivas que mantiene la mojarra sobre la carpa son: precio accesible, buen sabor y poca espina. Este producto proviene de la presa de Infiernillo y es transportado por distribuidores y entregado a los diferentes puntos de venta de la región, incluyendo pescaderías y mercados. Ver Tabla VII-12.

Tabla VII-12 Principales productos ofertados en los puntos de venta en la región Lago de Pátzcuaro*

Producto	Proviene de	Precio de compra	Precio venta	Precio venta	Oferta/Demanda del producto
		Min-máx. (kg)	Prom. (kg)	Min-máx. (kg)	
Mojarra entera y filete	Presa de Infiernillo (Mich.), presas de Sinaloa, Acuacultura en Nuevo Urecho e Ichachico (Mich.), Zitácuaro (Mich.), Presa de Aguamilpa (Nayarit)	\$10 - \$18	\$20	\$15 - \$30 (entera) \$25 - \$50 (filete)	Alta oferta y demanda
Charal	Lago de Pátzcuaro (Mich.), Encarnación (Presa SOLIS) (Gto.), Lago de Zirahuén (Mich.), Zitácuaro (Mich.)	\$20 - \$30	\$25	\$20 - \$40	Alta oferta y demanda
Camarón y otros mariscos	Distribuidor en Uruapan la trae de Guadalajara	\$85		\$110 - \$120	Demanda creciente y alto precio
Trucha	Nayarit (Presa de Aguamilpa), Zitácuaro (Mich.), Cd. De México, Lago de Pátzcuaro, Toluca	\$50	\$55	\$55 - \$60	Alta aceptación y precio, demanda media
Pescado blanco (chico)	Lago de Zirahuén (Mich.), Lago de Pátzcuaro (cantidad mínima), Tacámbaro	\$35 - \$40		\$40 - \$60	Muy alta aceptación y precio
Carpa	Lago de Pátzcuaro y Presa de Infiernillo (Mich.)	\$3 - \$8	\$5	\$3 - \$10	Gran capacidad de oferta, baja demanda y aceptación
Tiros	Lago de Pátzcuaro (Mich.)		\$15	\$15	Disponibilidad estable, baja demanda y aceptación

*Los datos se obtuvieron a través de entrevistas en el mercado y pescaderías de la ciudad de Pátzcuaro e Ihuatzio y entrevistas a pescadores y esposas de pescadores de varias comunidades. Las entrevistas se realizaron en el mes de febrero, marzo y abril de 2009 y corresponden a los precios manejados en estas fechas. Los precios más altos coinciden con la temporada de cuaresma.

La especie producida en el Lago de Pátzcuaro de mayor demanda es el charal en sus diferentes presentaciones: fresco, seco y frito. Las ventajas del charal sobre la carpa son el buen sabor y que al cocinarse las espinas pierden su dureza y

pueden comerse sin molestias. El charal vendido en el mercado regional proviene también de la laguna de Zirahuén, el Lago de Chápala y la presa Encarnación (Guanajuato). Este producto es de un precio similar a la mojarra y se distribuye de casa en casa, en “El Tejaban”, sobre banqueta y en locales de los mercados municipales de Pátzcuaro, en los mercados de trueque de la región, en diferentes mercados regionales y en la pescadería “Tata Jacinto”.

Los productos de menor demanda en el mercado son la carpa y los “tiros”. Las características y percepciones en torno a la carpa se describen en el siguiente apartado. La carpa que se distribuye a nivel regional proviene del Lago de Pátzcuaro y de la presa de Infiernillo. En cuando a los tiros, todas las variedades son nativas del Lago y aunque son de muy bajo precio se consumen poco. Su principal desventaja es un sabor poco agradable y la abundancia de espinas.

También es importante destacar que una porción importante del pescado que se distribuye en la Ciudad de Pátzcuaro proviene de otros cuerpos de agua y que se ha abierto un mercado creciente para los productos del mar que anteriormente no existía o no en la magnitud en que se presenta en la actualidad. Entre estos productos sobresalen los mariscos (en especial el camarón). Aun así, la especie mejor cotizada en el mercado sigue siendo el pescado blanco de talla grande que llega a costar entre 300 y 400 pesos por kilogramo, pero su oferta es escasa.

Características generales del consumidor de carpa

La población que consume carpa es de estrato socioeconómico bajo que busca proteína de bajo costo. Ellos incluyen a las familias de pescadores y pobladores de pueblos ribereños e isleños donde otros productos no han logrado acaparar al mercado. Existe también una población de consumidores entre los habitantes de regiones no productoras de pescado donde es posible que la carpa goce de una percepción más favorable que la que predomina en la región del Lago de Pátzcuaro. La región de la Cañada de los Once Pueblos, la Meseta Purépecha y algunos centros poblacionales del Estado de México concentran estos mercados y han sido identificados como centros de distribución de este producto.

Percepción de la carpa como producto de consumo

Percepciones negativas. La principal desventaja de la carpa es que tiene demasiadas espinas en la carne, resulta muy laborioso quitárselas y es molesto al comerse. En cuanto a textura y sabor, la carpa es descrita como desabrida, con mucha agua, carne con poca consistencia y sabor a tierra. Algunas personas atribuyen estas deficiencias a que la gente no sabe cómo prepararla. Los vendedores de pescado afirman que se degrada más rápido que otras especies comerciales, aun en hielo, y que no es costeable mantenerla en refrigeración. Además, opinan que no se puede filetear.

Por otro lado, existe una fuerte percepción de que las carpas son muy “sucias” y la que se encuentra en el Lago de Pátzcuaro está contaminada por las descargas de aguas residuales y no es saludable su consumo. La visible degradación del lago contribuye a esta percepción. Algunas personas afirman que han encontrado larvas de gusanos dentro de las carpas y que existen estudios que demuestran que están infectadas con coliformes fecales. Esta es una de las razones por la que no se ofrece en las pescaderías de la ciudad. Uno de los puntos de venta de la carpa confirmó que los animales presentan laceraciones y descamaciones indicativas de enfermedades, sin embargo, sostiene que un tratamiento desinfectante con hipoclorito de sodio es suficiente para mantener el producto en condiciones apropiadas para el consumo.

Otras de las características de este producto que lo hacen desagradable para el consumidor es que en fresco despide un olor desagradable y una secreción viscosa en la piel. El color rosado (vivas) y morado (muertas) también resulta poco atractivo para algunos consumidores.

Todo esto hace que la carpa sea un producto muy poco valorado entre la población: se percibe como la especie de pescado “más corriente” y de mala calidad. Finalmente, otro factor que influye en su bajo consumo es que no existe la cultura o hábito de consumirla y que, como ya se mencionó, mucha gente desconoce cómo cocinarla.

Percepciones positivas. Los consumidores de carpa y pescadores afirman que el producto, bien cocido, es apto para el consumo humano. Aunque reconocen que el sabor de otras especies supera el de la carpa, si ésta se prepara de una manera adecuada puede tomar un sabor y textura aceptables. Algunas formas de preparación difundidas y preferidas son en caldo de verduras, “tatemadas” en el comal y fritas. Existe también la percepción que la carpa del lago ha adquirido mejor sabor a través del tiempo. Por otro lado, es un producto de muy bajo precio y se encuentra en fresco (algunas veces vivo) en el mercado durante todo el año, lo cual es una característica favorable. Las carpas de mayor tamaño (más de 1 kg.) tienen espinas más grandes que se pueden extraer más fácilmente y por ello son preferidas por los consumidores. La huevera de carpa es un producto de buen sabor y se distribuye en fresco dentro del pescado, agregándole valor al producto.

VII.1.9. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

El sistema de manejo pesquero del Lago de Pátzcuaro se concibe primero en términos culturales, económicos y políticos antes que en términos ecológicos. En otras palabras, el sistema de manejo y apropiación de los recursos naturales no se

enfoca en conservar las poblaciones de peces, sino en garantizar la reproducción de la cultura, el acceso al recurso y estabilizar las relaciones entre usuarios y no necesariamente la conservación del recurso, aunque ello sea una preocupación constante entre los pobladores del lago.

Se han propuesto e implementado importantes programas para la recuperación de las especies nativas, el pescado blanco y la acúmara, sin considerar el ecosistema lacustre y la afectación que hay de la cadena trófica a través de organismos introducidos y el efecto agregado de las acciones humanas en toda la cuenca. Se requiere revalorar estos programas para sostener estas especies, y reenfocarse hacia la recuperación del lago con un enfoque integrado.

Hay una historia poco reconocida en la literatura sobre la pesca en el lago, en donde se analicen los conflictos entre el manejo comunitario y las regulaciones gubernamentales, en donde ninguna prevalece sobre la otra, pero se bloquean entre sí para lograr una regulación apropiada de la pesca.

En este momento, a casi 10 años de rompimiento de relaciones entre las uniones de pescadores y las dependencias federales responsables de la regulación de la pesca, hay una débil o nula presencia de las autoridades federales. La pesca está regulada pero sólo a través de la reglas de manejo comunitarias, también desarticuladas por la pérdida de importancia económica de esta actividad.

El proceso de formulación de la NOM para el Ordenamiento Pequero del lago adolece de varias debilidades para su implementación. Respecto a los aspectos sociales, este proceso se realizó sin una buena difusión ni negociación con los distintos intereses, lo que se muestra que en este momento sea prácticamente inaplicable, a menos que se inicie un nuevo diálogo entre uniones de pescadores y autoridades que eviten las salidas unilaterales por parte de la autoridades obligadas a la aplicación de esta norma.

La caída en la productividad pesquera del lago de Pátzcuaro, tanto de las especies nativas como de las especies introducidas, ha generado un rápido deterioro de las condiciones socioeconómicas de los pescadores como de la desarticulación de la red de comercialización local.

La red de comercialización para la carpa funcionó durante la etapa de expansión de la extracción pesquera. Con los precios de la carpa como especie predominante, la comercialización de los productos locales está desarticulándose y quedándose con los productos de menor valor económico. Empieza la introducción de crecientes volúmenes de productos pesqueros de fuera de la región, y el desplazamiento de la red comercial local y regional.

En Pátzcuaro y regiones aledañas, existe una importante entrada de pescado de otras partes del país (principalmente de la Presa de Infiernillo) que compiten en el mercado regional con el pescado del Lago de Pátzcuaro. Al mismo tiempo, la producción del lago ha decrecido en todas las especies, pero sobre todo en las de mayor demanda y precio. Lo que ha contribuido a un marcado deterioro en la pesca de la zona y la calidad de vida de las familias de pescadores.

La carpa tiene una baja demanda debido a la percepción negativa que predomina sobre esta especie en general y sobre la carpa del lago en particular. Las deficiencias en textura y sabor y la abundante cantidad de espinas, así como la contaminación a la que está sujeta, la convierten en la especie menos buscada para el consumo. No obstante, siendo la especie dominante en el lago, en los últimos años se ha integrado a la dieta de los habitantes de la zona y la pesca para el autoconsumo sigue siendo un complemento económico para muchas familias.

Asimismo, se ha abierto un mercado para el consumo de la carpa ya que es una fuente proteínica de muy bajo costo. Este mercado se localiza en las comunidades de la región del lago, en la región de la meseta y la cañada purépecha. También se ha comercializado a muy pequeña escala en Morelia. Sin embargo, al parecer, el mercado más grande de este producto se encuentra en el Estado de México.

La mayoría de la producción de carpa se distribuye al menudeo, pero también se han encontrado algunos acaparadores y un centro de acopio (Pescadería “Tata Jacinto”). Además, existen numerosos intermediarios que compran cantidades pequeñas de carpa al productor o a un acaparador para venderla o intercambiarla (trueque) en los mercados de la región. El mercado de trueque presenta un caso interesante, ya que además de representar un canal de distribución para algunos productores, resulta un recurso importante para disminuir el desperdicio y complementar la dieta familiar.

Las técnicas de procesamiento de este producto que se practican en la región son completamente artesanales y se realizan a pequeña escala y bajo costo. Aunque se puede encontrar carpa seca y tatemada en el mercado, estas formas de procesamiento no gozan de una demanda mayor que la carpa no procesada ni incrementan sensiblemente la venta. El secado es, más que nada, una estrategia para disminuir los costos por desperdicio ya que permite almacenarla y conservarla por un mayor tiempo.

Las mujeres juegan un papel central en la comercialización y procesamiento de la carpa. Los mercados localizados de Pátzcuaro, Santa Fe de la Laguna y Paracho son los principales puntos donde comercian las mujeres indígenas de la ribera y las islas, muchas de las cuales compran el producto para revenderlo y no son esposas de pescadores como era la costumbre anteriormente. Y a pesar que la pesca ha disminuido, existe un número importante de mujeres que se dedican a esta actividad, lo que permite pensar que el mercado de pescado no se ha debilitado y que el comercio de este producto sigue siendo una actividad que complementa la economía de muchas familias (aunque con menores ingresos).

Por otro lado, existen numerosas pescaderías en la región pero la mayoría no distribuye carpa (la pescadería “Tata Jacinto”, es la única excepción hasta el momento). Las principales razones que justifican esto son la baja demanda y la contaminación del producto. En cambio, la mojarra proveniente de la Presa de Infiernillo ha encontrado en las pescaderías de la región un canal de distribución

importante. Las principales ventajas competitivas de este producto son un mejor sabor, menos espinas y bajo precio. La mojarra de Infiernillo es el principal producto que compite con la carpa local, pero no es el único. También se han encontrado flujos de carpa de esta presa en la región.

Además de la invasión de productos de otras regiones, la baja demanda y la percepción negativa del producto, existen otros factores que dificultan el comercio de carpa como el manejo inadecuado del producto en los mercados, la disminución de la talla de los ejemplares, la rápida degradación del producto, los altos costos de almacenamiento y distribución, la sobreoferta y competencia en el mercado y la falta de conocimiento de sus propiedades nutricionales y gastronómicas.

Recomendaciones: Propuestas para impulsar la comercialización de la carpa

Difundir su consumo a través de los medios de comunicación, resaltando sus propiedades nutricionales y mostrando a la gente cómo prepararla y manejarla de manera segura.

Los habitantes de la zona de Infiernillo donde se consume la carpa tienen una técnica para filetearla y un conocimiento valioso sobre su gastronomía, el cual puede ser aprovechado y difundido.

Hacer los estudios correspondientes para demostrar que la carpa del Lago de Pátzcuaro es un producto nutritivo, saludable y apto para el consumo humano.

Difundir y capacitar a consumidores y comerciantes acerca del manejo saludable de los productos pesqueros y las normas y regulaciones oficiales pertinentes.

Subsidiar u ofrecer otros tipos de apoyos a pequeñas empresas y comerciantes que distribuyen carpa o que están dispuestos a distribuirla y así potencializar su capacidad de venta de este producto.

Establecer a las mujeres que venden sobre la banqueta en un lugar más higiénico y capacitarlas y apoyarlas para que mantengan los estándares de salubridad en cuanto al manejo del pescado.

Ayudar a las mujeres del mercado a que fortalezcan su organización para mejorar las condiciones de trabajo y disminuir la competencia estableciendo estrategias de comercialización y precios de venta que las beneficien de manera equitativa.

Explorar e impulsar nuevas formas de procesamiento. Esto incluye: (1) reactivar el proyecto de procesamiento de carpa ahumada en Tzintzuntzan, (2) explorar la posibilidad de hacer filete de carpa para competir con la mojarra en el mercado de filete de pescado, (3) investigar formas de procesamiento que permitan ofrecer nuevos productos (harina de pescado o comida procesada para mascotas) y (4) buscar formas de procesamiento que aprovechen las tallas pequeñas y el desperdicio de forma económicamente redituable.

VII.2 Desarrollo de plan estratégico de beneficio económico para la extracción de la carpa del lago de Pátzcuaro.

VII.2.1 Estrategia y calendarización de las actividades de transferencia de tecnologías para la extracción de especies ícticas exóticas del lago de Pátzcuaro, de acuerdo a escenarios de extracción.

Introducción.

El proyecto de restauración de la cuenca del lago de Pátzcuaro ha propiciado numerosas acciones encaminadas al mejor uso de sus recursos naturales. Sin embargo, la dinámica socioambiental de la región lleva necesariamente a concentrar actividades humanas e impactos de estas acciones en algunos puntos o elementos del sistema. Las acciones de reforestación, construcción de obras de saneamiento básico o tratamiento de aguas residuales, el manejo de la cobertura vegetal en las orillas y obras para el control del arrastre de materiales por la erosión hacia la parte más baja de la cuenca, son algunas de las actividades que deberán mostrarse en las condiciones del mismo lago, mismo objeto de muchas de estas acciones.

El proyecto “Manejo integral para el control de malezas acuáticas, especies invasoras y remoción de sedimentos en apoyo a la recuperación de especies emblemáticas y mejora de la calidad del agua del lago”, iniciado en 2008, está orientado a enfrentar algunos de los aspectos más problemáticos en el mismo lago, concentrándose en el efecto nocivo que ha tenido la introducción de especies exóticas, tanto de peces como de plantas, así como en la caracterización de la situación hidrobiológica del lago a través de indicadores.

La situación del lago en cuanto a su diversidad y productividad biológica todavía no muestra los efectos de las múltiples acciones de restauración. En particular, respecto a la diversidad de especies de peces, se muestra una tendencia al predominio de la carpa y el deterioro de la productividad pesquera. En el contexto de los variados resultados de este proyecto durante 2009, se puede hipotetizar el colapso de las pesquerías como parte del colapso de todo el sistema hidrobiológico, tendencia que ha manifestado desde inicios de la década de 1990. En cuanto a la diversidad biológica de peces, también es evidente estadísticamente la expansión de la población de carpa, con la drástica reducción de las especies nativas y otros peces introducidos, como son el pescado blanco, la acúmara, la lobina negra (conocida localmente como trucha). Consideramos que esta situación es el efecto acumulado de diversos factores antropogénicos e hidrológicos, pero entre los cuales, el efecto de la carpa sobre toda la cadena trófica del lago puede ser relevante para caracterizarla como un especie que debe ser reducida para que las demás especies de peces logren recuperarse, así como también reducir el azolve suspendido y la también drástica reducción de algunas especies de plantas sumergidas y emergentes que, precisamente los pescadores

locales identifican como los lugares preferidos para la oviposición de las especies locales.

De acuerdo al informe 2010 del proyecto, se caracterizaron las posibles soluciones para la extracción de la carpa, las cuales deben de tener una factibilidad social y económica, así como responder a ciertas expectativas de los pescadores tradicionales. Entre las posibilidades se analizaron la elaboración de harina de pescado, fileteado, compostaje. Ninguna de las cuales resultó atractiva económicamente o con posibilidades dada la escala de la producción y el volumen de captura prevaleciente en el lago. En general, los costos de producción de harina como de composta son muy elevados por el manejo o maquinaria que se requiere. En cambio, el fileteado resulta poco atractivo en tanto existe competencia de la producción de la Presa de Infiernillo y el lago de Chapala, con especímenes de mayor talla, prevaleciendo también la poca demanda que existe para este producto en la región por sus características organolépticas.

La solución viable a las circunstancias de los pescadores y la biomasa de carpa resultó el ensilado, el cual consiste en proceso de molienda de la carpa, no importando el tamaño, su estabilización a través de varios procedimientos, para su final preparación como parte del alimento balanceado para ganado bovino, porcino y aves. Esta solución puede adaptarse mejor a la situación de los pescadores, ya que permite elaborar un programa de extracción en el cual se les compra toda la producción de carpa, tanto las más pequeñas como grandes, a un precio de garantía por kilo. También se puede controlar el fijo de compra como de venta, considerando que el estudio de factibilidad mostró un amplio mercado con poca competencia. Este procedimiento ya se está implementando para el procesamiento y extracción del pez diablo o “armado”, del cual existen varias especies. Este proyecto tiene por objetivo darle seguimiento al proceso de implementación de esta propuesta de extracción de la carpa del lago de Pátzcuaro, identificada como una especie exótica causante del deterioro de las demás especies nativas, como del deterioro de la calidad del agua por la resuspensión de sedimento y su efecto sobre la vegetación nativa asociada a la reproducción de las especies nativas.

Etapa actual de desarrollo del proyecto

El proyecto ha finalizado en su etapa de caracterización de la población de carpa, estableciendo como cálculo base, la existencia de 210 toneladas de biomasa de carpa en el lago. Este cálculo parece razonable, en tanto estudio del CRIP en 2006 establecía una biomasa de peces total de 283 toneladas, con base en un muestreo con electropesca. La persistencia de peces jóvenes o de tallas menores a los 15 cm refleja la situación de una población de carpa que no logra alimentarse lo suficiente, siendo esto muestra también del colapso de la cadena trófica en el lago. También se tiene identificado el problema todavía por caracterizar, de los

florecimientos algales, conocidos localmente como terendapu. Estas enormes manchas de algas tienen en su composición un cierto margen de microcistina, la cual está identificada como hepatotóxica. También se han desarrollado líneas de trabajo en paralelo, considerando que se requerirán proyectos alternativos de producción para los pescadores, como es la producción del acocil local, xapu, y alguna especie de pez fuera del lago, con base en estanques.

En cuanto a la caracterización de las uniones de pescadores, se tiene claro que existen estrategias bien diferenciadas entre aquellos que han asumido en el pasado una estrategia comercial de pesca, basados en el uso intensivo del chinchorro. Los cuales han abandonado o reducido drásticamente la pesca, debido al bajo precio o rentabilidad de la carpa. Los chinchorreros se mantienen ahora del charal, el cual pescan de manera más o menos intensiva, pero también combinando con otras actividades. Ejemplo de este tipo de pescadores son los pescadores de Purenchécuaro, Ucasanastacua, Santa Fe, Ichupio y Tzintzuntzan. Un caso un poco distinto es el de los Uranden, en donde si bien usan chinchorro, es el único lugar donde se identificó que tuvieran un chinchorro específico para carpa, además de ser conocidos por tener lancha de motor y de tener conflictos con varias comunidades de agalleros de la parte sur del lago.

El otro tipo de pescadores son aquellos que utilizan primordialmente la red agallera, cheremekua, la cual es considerada la red de los pescadores más tradicionales. Quienes la utilizan están limitados a un volumen más reducido de pesca, generalmente carpa o peces de mayor tamaño, así como a ciertas prácticas asociadas, como son el procesamiento de la carpa para su posterior consumo, tatemada o seca, así como la asociación que tienen los pescadores con la red de comercialización en pequeño que realizan las mujeres de los distintos pueblos. Entre las localidades de este tipo se encuentran Ihuatzio, Puácuaro, Colonia Revolución. Algunas uniones de pescadores han tendido a reorganizarse después del conflicto de la veda a fines de la década de 1990, promoviendo el desuso del chinchorro, uarhukua, entre sus miembros. Este es el caso de Janitzio, en donde se concentra el mayor número de pescadores del lago, o en Ojo de Agua, en donde presionaron recientemente al último usuario de chinchorro para que lo dejara de usar.

En general, las uniones de pescadores sólo funcionan como organizaciones hacia las entidades gubernamentales, y hacia el grupo de pescadores las reglas que operan son generalmente dominadas por las reglas locales de acceso a la pesca. En el caso, como ocurre en Puácuaro, donde la comunidad mantiene un cierto tipo de control comunitario de sus recursos, existe cierta regulación de la pesca y arreglo institucional local. La orilla del lago es regulada con reglas similares de carácter colectivo. En cambio, como ocurre en Tzintzuntzan - Ichupio, el manejo de la orilla es prácticamente privado, y quien posee la orilla generalmente condiciona el uso de su orilla. No hay un manejo colectivo y predomina ahí la pesca de chinchorro con peones o asociados a medias.

Se revisó el proceso de comercialización de la carpa del lago, encontrando un proceso de microcomercio entre las mujeres como el principal medio de comercialización local, existiendo un número reducido de compradores al por

mayor que recorren los pueblos en distintas fechas pero exigiendo un tamaño mínimo por espécimen. Existe una entrada de carpa de mayor talla proveniente de la Presa de Infiernillo, aunque también llega del lago de Zirahuen, la cual puede ser un competidor fuerte en cierto circuito de comercialización, por ejemplo el de la carpa tatemada hacia la Sierra.

Se cuenta con mapa de las áreas de influencia de las uniones de pescadores, teniendo claro que existen distintas estrategias productivas y de comercialización de la pesca. En general la comercialización está muy individualizada, no existiendo ningún nivel de organización para este proceso. Las uniones de pescadores no cumplen ninguna función específica al respecto.

La alternativa más viable identificada es el ensilado, proceso que ya se realiza con el pez diablo en la presa de Infiernillo. Para realizar este proceso se requiere terminar el estudio económico que para costear los distintos escenarios de producción y comercialización desarrollados. En ese sentido, se tiene identificada una producción total que dependerá de la cantidad de carpa que pueda ser extraída del Lago de Pátzcuaro, las cuales de acuerdo a los escenarios propuestos se considerará de la siguiente manera: Ver Tabla VII-13

Tabla VII-13 Escenarios propuestos

Escenarios	Producción total (Ton/28 meses)
Escenario 1 (250 kg/día carpa)	231
Escenario 2 (500 kg/día carpa)	462
Escenario 3 (750 kg/día carpa)	693
Escenario 4 (1000 kg/día carpa)	924

Bajo estos escenarios, se tiene considerado establecer un precio de referencia por kilo de 7 pesos, lo cual permitiría según dicho informe, minimizar el saldo rojo de la operación, y mantener un precio que puede resultar atractivo a los pescadores. Con ese precio, sería deseable ubicarse en el escenario 3, para lo cual se tendría que conseguir 750 kg/día de carpa.

El otro aspecto que resulta importante de investigar, son las alternativas de pesca de la carpa, ya que se identifica un proceso de abandono de la red de arrastre, existiendo únicamente la de los Urandén como chinchorro de carpa. Los demás son de luz de malla muy pequeña. En el Plan de Manejo del lago y el ordenamiento pesquero se identifica una luz de malla para el chinchorro de carpa. Se tendría que promover que la Sagarpa financiara estos chinchorros u obtenerlo ex profeso para la prueba piloto.

Identificación de alternativas y estrategia

La estrategia de intervención para implementar el plan de extracción de la carpa consiste en varias acciones, las cuales ex ante no se pueden definir de manera precisa en su temporalidad y extensión, ya que se requiere de iniciar la implementación de una prueba piloto para poder identificar el tamaño de la operación de compra de carpa - venta de ensilado.

La primera actividad de la estrategia es mantener el vínculo de comunicación con las uniones de pescadores, ya que se tiene una visita esporádica con los pescadores que estuvieron más activos en el proceso de muestreo, pero se ha dejado sin comunicación a varios representantes. Se tiene identificado que la red de comunicación entre ellos está muy fragmentada, respondiendo más bien a los grupos característicos. Por ejemplo, el representante de los pescadores ante la comisión de cuenca, tiene sólo su área de influencia entre Ucasanastacua hasta Ojo de Agua. Los demás pescadores lo reconocen poco o más bien cuestionan mucho su representatividad. Por ejemplo, existe mucha desconfianza respecto a las gestiones que ha realizado Pedro Cornelio para establecer un horno de ahumado, así como trámites fallidos para fileteadoras, canoas y redes. Hay un grupo de uniones que no asisten a las reuniones que convoca, y cuando se les pregunta sobre su relación con la representación afirman un rechazo a su representación. En general, después de la desaparición de Unión de Uniones a fines de 1990, la capacidad de los pescadores para realizar acciones colectivas, llevar a cabo procesos de negociación, mantenerse informados de las acciones gubernamentales, han decaído o prácticamente son inexistentes; prevalece una fuerte descapitalización social de las uniones.

La segunda actividad corresponde a promover la firma de cartas de apoyo al proyecto de extracción de carpa. Esto como solicitud de las instancias gubernamentales para otorgar un financiamiento que apoye la compra de la maquinaria de ensilado. Esta actividad se realizará con base en talleres con las uniones de pescadores más representativas.

La tercera acción es mantenerse en contacto con Pedro Cornelio, representante de los pescadores ante la Comisión de cuenca. Esto es importante, ya que es la única instancia que permanece en contacto con las entidades gubernamentales, o más bien, es el único pescador con quien las instancias gubernamentales mantienen contacto. A través de él se ha querido establecer algunos de las acciones que por ley deberían estar cumpliendo en el lago las autoridades federales, como es el registro de las uniones, por unión sino por municipio, también el emplacamiento de las embarcaciones.

La estrategia de intervención tiene que visualizar las posiciones encontradas que mantienen varios pescadores y sus representantes entre sí. Se identificó que esta tensión tiene todavía la base estructura del conflicto entre tipos de pescadores en el período de auge entre 1980 y 1990, bajo el eje chinchorreros vs agalleros, a pesar de que muchos han dejado el chinchorro o la pesca a actividad secundaria.

La red social no explorada con precisión es la de la comercialización, ya que prevalece el comercio individualizado, y los mayoristas entrevistados fueron comerciantes que vienen de fuera de la región y llevan el producto hacia Acámbaro, Guanajuato. Otros hacia la sierra o cañada. También los hay que introducen peces de Infiernillo, entrevistado en Ihuatzio, y un conjunto de mujeres de pescadores o de los pueblos que se dedican a comercializar. Los volúmenes no están cuantificados y sólo se identificaron las redes. En este aspecto se requiere de apoyo para el seguimiento del mercado de carpa, principalmente a partir del inicio de la compra para la prueba piloto, que permita visualizar los

cambios a este nivel. La otra acción importante es retomar los vínculos institucionales y locales con entidades gubernamentales, de las cuales es necesario organizar sus posiciones respecto al proyecto e identificar las posibles acciones que puedan ser de acompañamiento, apoyo o alternativa para los pescadores.

Se requiere de un operador en la región, que sea capaz de moverse en las localidades y trabajar directamente con los pescadores como con los investigadores que están elaborando el proyecto de ensilado. En algún momento se requerirá de esta persona como vínculo entre investigadores y pescadores, así como del seguimiento de la prueba piloto, y tal vez después de la operación de la planta de ensilado. Se requiere del diseño del proceso de operación de la recolección en campo. Hasta este momento se tiene considerado que se puede realizar la colecta de la carpa viva, con base en el guardado de la pesca en corrales dentro del lago. Se requeriría de un vehículo que pasara al menos una vez a la semana por la carpa, así como de otro tipo de vehículo para el caso de las islas. Se propone la elaboración de dos videos cortos, ambos en formato bilingüe. El primero de 5' de duración, en el cual se expongan algunas características sociales y organizativas de los pescadores. Se elaborará con base en los testimonios ya recopilados, el material etnográfico disponible y las tomas de video de algunas fiestas de pescadores, como es la de del Corpus. En este material se realizarán nuevas tomas, en particular una entrevista al Capitán Galván, exjefe de puerto en Pátzcuaro y quien introdujo las actividades de dragado como una solución para el acarreo de azolve. El segundo material audiovisual, de 10 a 15' de duración, consistirá en la explicación del proceso de ensilado y, de ser posible, los resultados de la prueba piloto. Se realizará un segundo folleto, español-purépecha, sobre los resultados de los estudios socioeconómicos, y del proceso del ensilado en particular. Estas actividades se deberán realizar entre los meses de junio de 2010 y febrero de 2011, y se propone el siguiente calendario (Tabla VII-14).

Tabla VII-14 Calendario de actividades

Actividad	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Devolución de resultados del estudio de población de carpa	xxxx								
Talleres de comunicación sobre escenarios		xxxx	xxxx	xx					
Recopilación de firma de apoyo al proyecto				xxxx	xxxx				
Talleres de trabajo con pescadores participantes en prueba piloto de ensilado				xxxx					
Reuniones de seguimiento de prueba piloto					xxxx		xxxx		xxxx
Edición de folleto				xxxx					
Edición primer video						xxxx			
Edición segundo video								xxxx	

VII.2.2 Ensilaje de pescado con carpa del lago de Pátzcuaro.

Introducción

El ensilado de pescado es un producto que puede ser elaborado a partir de los residuos de la elaboración de productos de la pesca. El ensilado de pescado es un alimento que posee gran digestibilidad, cualidad que le proporciona un gran beneficio en alimentación animal, sin dejar de mencionar que las proteínas que lo constituyen son de un elevado valor biológico. Esta modalidad se ha desarrollado en muchos países europeos, como así también en América Latina con la finalidad de proveer un suplemento dietario para la alimentación de cerdos, aves, pilíferos, ranas, peces, etc.

La metodología para la obtención de ensilados es de bajo costo, relativamente fácil y se pueden adecuar los volúmenes a las necesidades de cada producción. En la elaboración del ensilado se genera un descenso del pH a valores cercanos a 4. De esta manera, se activan las enzimas propias del pescado produciendo su autólisis. Como consecuencia se modifican características intrínsecas que inhiben el desarrollo de bacterias del deterioro y patógenas, que le confiere al producto una conservación prolongada en el tiempo, a temperatura ambiente (Copes, et al, 2006).

El lago de Pátzcuaro alberga diferentes tipos de especies piscícolas en sus aguas, sin embargo algunas de entre ellas como la Carpa, por sus características organolépticas no forma parte del mercado del gusto del consumidor. Situación que representa una oportunidad para el aprovechamiento de esta especie en la producción y elaboración de nuevos productos y con ello, contribuir al mejoramiento del nivel de vida e ingresos de la población de las localidades ribereñas del lago que presentan actualmente elevados niveles de pobreza y marginación.

En esta investigación se expone un escenario de ensilaje de pescado utilizando la carpa (como opción para aprovechar y financiar su extracción del Lago de Pátzcuaro, tomando como base las externalidades negativas e la especie generadas al lago y a la producción pesquera de la región.

Antecedentes

La pesca en el lago de Pátzcuaro es todavía una fuente de ingreso para los habitantes ribereños e isleños, que proporciona sustento de manera directa hasta a 1500 familias dependiendo de la temporada (Ortiz, 2006). Esta actividad se ha reducido considerablemente en los últimos 20 años, en lo cual concuerdan distintas estimaciones oficiales, aunque difieran en cuanto a la intensidad y consecuencias de este proceso.

De acuerdo con el informe preliminar Zambrano, *et al*, 2010, actualmente se estima la existencia de 1,696,002 individuos equivalentes a 210.7 ton de carpa, la

relación hembra: macho fue cercana al 1:1, y en donde predominó en lagunas regiones la presencia de especies jóvenes (58%-96% del total) y su densidad varió desde 32.6 hasta 564 ind/ha, lo cual muestra que el lago en su mayoría presenta carpa joven de bajo peso y localizadas en un área predominante.

La Carpa (*Cyprinus carpio*), se considera especialmente dañina para el ecosistema debido a que por sus hábitos de remoción de fondos han causado, serias alteraciones del nicho ecológico del pescado blanco -principal fuente de ingresos de los pescadores de la región-, además de que acrecienta los problemas como es la turbidez del agua, la alteración de la vegetación hidrófila y de las condiciones de reproducción de las especies nativas⁴⁹.

Por otra parte, otra característica de esta especie es su bajo precio de venta, la cual se estima en un rango de \$3-10 pesos/kg y reducida demanda relativa (Zambrano et. al 2010). Dada estas circunstancias, una de las alternativas de solución para recuperación del ecosistema lacustre está en la extracción de esta especie, lo cual permitiría recuperar a las especies nativas de mayor rentabilidad y valor nutricional. Como son el pescado blanco la acúmara y el charal.

La pesca representa todavía un ingreso importante como complemento de otras actividades y como parte de del autoconsumo para la dieta local.

La información oficial disponible establece que la pesca se realiza en 24 comunidades ribereñas e isleñas del lago. En ellas existen, según datos de la oficina regional de la SEMARNAT y de la Comisión de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, 26 uniones de pescadores, en las que se agrupan poco más de 800 miembros. No obstante, existe un número indeterminado de pescadores sin registro que no pertenecen a ninguna organización, así como también un grupo importante de pescadores registrados que ya no realizan dicha actividad. Actualmente se estima que existen alrededor de 500 pescadores activos, según estudio de actualización del Programa de recuperación ambiental del Lago de Pátzcuaro (IMTA, 2003). La proporción de quienes se dedican a la pesca y el peso de ésta en la reproducción socioeconómica de las unidades familiares parecen estar en franco descenso. También se carece de información precisa sobre los recursos con los que cuentan los pescadores, así como sus prácticas actuales.

Una vez reconocido que la introducción de especies exóticas ha alterado negativamente el ecosistema lacustre y las relaciones entre la ictiofauna. Entonces el propósito para la mejora del ecosistema consiste en la extracción de la carpa para reducir su población. La extracción de esta requiere de un estudio que revise los escenarios y alternativas para la toma de decisión que contemple elementos sociales, económicos y políticos para apoyar la toma de decisión. Uno de los escenarios probables para la extracción de la carpa consiste en obtener beneficio económico mediante la realización de composta para su venta. En este sentido se analiza esta alternativa evaluando los aspectos económicos, técnicos, financieros y sociopolíticos para su implementación.

⁴⁹ Información obtenida de la página (<http://www.revista.unam.mx/vol.6/num8/art80/art80-3.htm>)

El ensilado

Los ensilados pueden ser biológicos y químicos. Los primeros, son aquellos que a la molienda del pescado, se le adicionan hidratos de carbono (ej. melaza) y microorganismos (*Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus*, *Candida lipolítica*, etc.). En el caso de los químicos, se utilizan diferentes ácidos, tales como: ácido fórmico, sulfúrico, clorhídrico, propiónico o mezclas de acético, fórmico y fosfórico, fórmico y sulfúrico o propiónico y sulfúrico (7, 8, 9). El resultado final en ambos casos es un descenso del pH.

El resultado de final del procesamiento del pescado a través de esta metodología es obtener un suplemento dietario proteico de alto valor biológico para la alimentación de cerdos, aves, pilíferos, ranas, peces, etc.

Usos del ensilado de pescado

Los ensilados son importantes ingredientes en la nutrición animal. Son usados para alimentar toda clase de especies animales tales como rumiantes, cerdos, pollos, animales de pieles, peces y mascotas. La razón por el gran interés en los productos pesqueros para la alimentación animal es por su alto y valioso contenido en proteína y grasa (aceite). La composición química del ensilado húmedo indica elevados tenores de agua (60-80%) y variables porcentajes de proteína bruta (12-19%) de elevado valor nutricional en ensilados biológicos. Se considera que en los biológicos la grasa es un poco más estable a la oxidación que en los ensilados químicos (Bello, R.).

El ensilado se usa del mismo modo que la harina de pescado en los alimentos para animales. La harina de pescado contiene 65% de proteína mientras que el ensilado contiene alrededor de 15%, de manera que se requiere cuatro veces más ensilado para la misma entrada de proteína. La aplicación inmediata para el ensilado es para los sistemas de alimentación líquida. Asimismo, se ha probado el secado conjunto con harina de soja y plumas para producir productos secos con composición aproximada similar y balance de amino ácidos como harina de pescado.

Las experiencias de alimentación productiva en animales domésticos realizadas en diversos países coinciden en afirmar las ventajas nutricionales de los ensilados de pescado. En Uruguay, ha sido ampliamente experimentado para alimentación de cerdos en crecimiento y engorde, dado que el ganado porcino se adapta muy bien a la alimentación pastosa, la calidad y el sabor de la carne no se altera y los costos de explotación son sensiblemente menores comparados con otros concentrados de proteína animal en raciones comerciales. Se concluye que el ensilado necesita menos pescado y menos unidades forrajeras para producir 1 kg de carne porcina.

La inclusión de ensilado en dietas para rumiantes ha demostrado en algunos trabajos que incrementa mínimamente la ganancia en peso pero que son necesarios mayores ensayos sobre la digestibilidad (Viète y Bello, 1992, Nicholson

y Johnson, 1991, citado a su vez por Bello, R.). Otras pruebas demostraron que no hay color en la leche o manteca de vaca (Tatterson and Windsor, 1973, citado a su vez por Bello, R.).

La utilización del ensilado químico como fuente energético-protéica alternativa en la preparación de raciones para aves está comprobada por los resultados alcanzados tanto para ponedoras como para pollos de faena, con costos menores cuando la proporción del ensilado es del 3,7%, menor que el límite máximo de 5% recomendado (Bello, R.).

Cuando son correctamente elaborados, los ensilados son productos inócuos en los cuales no se han detectado hasta el presente microorganismos patógenos, ni efectos perjudiciales por causa alguna en los animales en los que se han experimentado (FAO, 1990).

En el trabajo realizado por Salas (Salas, G. et al, 2008), demuestra que dejando de alimentar al cerdo 15 días antes de su sacrificio, el ensilado no confiere sabor a pescado al cerdo.

El ensilaje de pescado es un producto no utilizado en gran escala en el Estado, lo cual representa una fortaleza para el mismo, ya que supone la sustitución de la harina de pescado utilizada para la elaboración de alimento para ganado.

Nutrición porcina y bovina

Los requerimientos nutricionales van cambiando y evolucionado permanentemente por los avances genéticos donde los animales cada vez producen más y consumen menos. A continuación se establecen los conceptos más importantes para poder conocer las necesidades alimenticias.

Conceptos generales de nutrición

Energía. Es el calor producido por los alimentos. La energía que tienen los alimentos y que ingresa al cerdo se llama Energía Bruta (EB).

Cuando esta energía entra al organismo parte se elimina por materia fecal y parte queda a disposición del organismo para ser absorbida y llamada Energía Digestible (ED). Parte de la energía digestible se elimina por orina y la energía resultante es la Energía Metabolizable (EM). Parte del calor de la energía metabolizable se pierde en los procesos metabólicos, siendo la resultante la Energía Neta (EN).

Los Hidratos de Carbono y las grasas proporcionan las necesidades energéticas diarias, por lo que las principales fuentes de energía son los cereales como maíz, sorgo, cebada, trigo y las grasas, siendo además muy apetecibles y digestibles por parte del cerdo.

Proteínas y Aminoácidos. Las proteínas, principal constituyente celular, están formadas por una secuencia de más de 20 aminoácidos en diferentes combinaciones.

La proteína ingresa con los alimentos y en el aparato digestivo se fragmenta en aminoácidos que son absorbidos y luego forman nuevas moléculas de proteínas. Las necesidades en proteínas y aminoácidos son proporcionalmente mas elevadas en el animal joven, disminuyendo paulatinamente a medida que aumenta en edad. (Muños et al 1998.)

Los aminoácidos esenciales son los que el cerdo no puede sintetizar o lo hace con dificultad siendo los principales la Lisina, Treonina, Triptófano, Metionina y Cistina, debiendo estos estar presentes en la dieta.

El concepto de Proteína Ideal se refiere a la relación de los aminoácidos tomando como referencia la Lisina. Dicha proteína ideal puede definirse como aquella en la que todos los aminoácidos que la componen actúan como limitantes o, dicho de otra manera, es una proteína inmejorable por más que se le añada cualquier aminoácido, y únicamente con la adición de todos los aminoácidos simultáneamente se podrá mejorar la retención de nitrógeno por parte del animal. (Muños et al 1998.)

La Proteína Bruta es la que ingresa con los alimentos. La Proteína Digestible es la que ingresa al torrente circulatorio a través de los aminoácidos. El Valor Biológico de una proteína esta dado por la riqueza en los aminoácidos esenciales.

Las fuentes de proteínas vegetales más importantes son la harina de soja, girasol, canola, alfalfa y afrechillo de trigo. Las fuentes de proteínas animal son el plasma, harina de sangre spray, huevo, pescado, carne y huesos, leche en polvo y suero de queso.

Minerales. Los minerales tienen funciones muy diversas en el organismo como estructurales en muchos tejidos como una amplia variedad de funciones reguladoras, interviniendo de esta forma en la reproducción y en el crecimiento.

Se clasifican en 2 grupos: macro y micro minerales.

Los macro minerales que se incorporan habitualmente son el Calcio, Fósforo, Sodio y Cloro, siendo el potasio aportado normalmente por los cereales. Los micro minerales más comunes son el Zinc, Cobre, Hierro, Manganeso, Yodo, Selenio, Cromo y Cobalto.

Las fuentes más comunes de los minerales son inorgánicas (se extraen de la naturaleza) y últimamente se están produciendo muchos en forma orgánica (a

través de la producción por parte de bacterias) que contienen mejor asimilación, no tienen toxicidad y no contaminan el medio ambiente. (Vetifarma 2005).

El calcio y el fósforo son importantes para el desarrollo esquelético pero también tienen su presencia en los tejidos blandos una vital importancia. Una deficiencia de ambos o una mala relación producirán una defectuosa mineralización pero además producirá una reducción en el crecimiento o en la función reproductora.

Vitaminas. Son sustancias que se necesitan para la función metabólica, el desarrollo de los tejidos, el mantenimiento y crecimiento, el normal estado sanitario, etc. Se clasifican Liposolubles (A-D-E-K) y en Hidrosolubles (las del grupo B, Nicotínico, Fólico, Pantotenico, Biotina y Colina).

Nutrición porcina

Un lechón se considera con 21 días de edad (recrea) y un peso aproximado de 6 (+/-2Kg)., estos a partir de los 25kg de peso cambian a la categoría de cachorros (desarrollo), y desde los 60kg hasta 105(+/-10kg) se denominan capones (terminación).

Los requerimientos nutricionales son variables y dependen del nivel de consumo y la ganancia diaria, siendo estos afectados por factores como genética, raza, sexo, ambiente, estado sanitario, disponibilidad y absorción de nutrientes por parte del animal, calidad de materias primas, etc. Por tal motivo es que las tablas más modernas de requerimientos nutricionales tienen en cuenta todos estos factores para establecer dichos requerimientos, los cuales son específicos para cada explotación.

Requerimientos Nutricionales de las Cerdas Reproductoras

A continuación se muestra en la Tabla VII-15 valores promedio, los cuales varían dependiendo las características de los insumos.

Tabla VII-15 Requerimientos nutricionales cerdas reproductoras

Peso (kg)	GDP (g)	Consumo/día (kg)	Días/etapa	Consumo/etapa
12-25	520	1.2	25	30
26-50	600	1.8	42	76
51-75	750	2.6	33	85
76-100	800	3.0	31	93

Fuente: Información obtenida de la página <http://www.zoetecnocampo.com/>. Mayo 2010

Estos datos son de una "eficiencia media". Las ganancias diarias de peso (GDP)* serán mayores y por lo tanto los días para alcanzar los 100 K serán menos. Para obtener la conversión alimenticia solo divide el consumo diario entre la ganancia diaria.

Formula de alimentación

Tomando en cuenta los resultados de investigación de Guillermo Salas (Salas G., et al, 2008) para la preparación de formulas alimenticias para ganado porcino con ensilado de pescado como sustituto de la harina de pescado, esta queda como a continuación se maneja en la Tabla VII-16.

Tabla VII-16 Formula alimenticio promedio para ganado porcino

	Ensilado de pescado	Sorgo	Vitaminas y minerales
Porcentaje	30%	59%	1%
Cantidad (kg)	0.66	1.29	0.05

Nota: Cada productor debe considerar sus propias necesidades y recursos para poder elaborar la fórmula que convenga, este esquema corresponde a un ejemplo.

Para mantener un escenario conservador, se toma como base un valor promedio de 2.2 kg diarios de alimento para un cerdo.

Nutrición bovina

Los valores para consumo de alimento en kg/día de materia seca (\pm DS.) fueron de 9.4 ± 1.38 , 8.30 ± 1.28 y 7.20 ± 1.15 , siendo este último diferente a los dos primeros ($P < 0.01$). En la conversión alimenticia no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) (Duarte V., et al, 1996).

Para mantener un escenario conservador se tomara un valor de 7.2 kg/día de alimento para ganado bovino, en donde la formulación quedará de la siguiente manera (Tabla VII-17).

Tabla VII-17 Fórmula alimenticia promedio ganado bovino

	Ensilado de pescado	Forraje	Pollinaza	Cebada
Porcentaje	30%	40%	10%	20%
Cantidad (kg)	2.16	2.88	0.72	1.44

Nota: Cada productor debe considerar sus propias necesidades y recursos para poder elaborar la fórmula que convenga, este esquema corresponde a un ejemplo.

Justificación

De acuerdo con el estudio de (Zambrano, et al., 2010), uno de los problemas más importantes presentes en el Lago de Pátzcuaro es la alteración del ecosistema y las relaciones entre la ictiofauna, provocada por la introducción de algunas especies exóticas, de entre ellas la *Cyprinus carpio* o también denominada

usualmente Carpa común, especie que no genera beneficios económicos para la actividad pesquera.

Debido a que la carpa común que se encuentra en el Lago de Pátzcuaro no tiene un alto valor por su venta en fresco, esta problemática no podría resolverse a través de la captura de dicha especie por debajo del nivel de recuperación de la misma cuyo RMS que asciende a 30 kilogramos diarios aproximadamente (Zambrano, et al., 2010).

Sin embargo extraer por encima de esta cantidad en las tallas y tamaños requeridos, necesita de una alternativa económica para sostener dicha captura. Lo anterior debido a la ausencia de mercado o bajos costos de recuperación de la captura de dichos ejemplares.

Esta situación impide que los pescadores tengan incentivo económico para dedicarse a la extracción de esta especie para abatir la población. De esta manera una solución al problema expuesto, es la utilización de la Carpa como materia prima en la producción de ensilaje de pescado, con el que, además de resolver el problema ecológico provocado por la misma, se podría contribuir a beneficiar en términos económicos algunas localidades. El ensilado de pescado es un suplemento alimenticio posee gran digestibilidad, cualidad que le proporciona un gran beneficio en alimentación animal, y que puede ser elaborado a partir de los residuos de la elaboración de productos de la pesca. Esta modalidad se ha desarrollado en muchos países europeos, como así también en América Latina con la finalidad de proveer un suplemento dietario para la alimentación de cerdos, aves, pilíferos, ranas, peces, etc.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el escenario de extracción de carpa a partir de su uso en la producción de ensilaje de pescado.

Objetivos Particulares

- Elaborar los estudios de oferta y de demanda del ensilaje de pescado
- Diseñar estrategias de comercialización del ensilaje de pescado
- Esquematizar el proceso técnico productivo en sus distintas fases
- Evaluar el proyecto de inversión de la producción del ensilaje de pescado, con el respectivo análisis de costo – beneficio.
- Proponer alternativas, ventajas y desventajas de la producción del ensilaje de pescado para la extracción de carpa.

Metodología

Este trabajo de investigación se lleva a cabo a partir del método científico, el cual, debido a la naturaleza de los objetivos y del alcance que se pretende obtener del mismo llevará un enfoque cuantitativo, el cual se medirá a partir de un modelo costo beneficio (Pedraza, 2002).

Manejo de datos

En este apartado se establecerán las técnicas de recopilación de datos prácticos, siendo esta la información derivada de un proceso experimental, tal como el cálculo de resultados, estimación de datos, etc., así también como las herramientas que se utilizarán para analizar los resultados obtenidos de la información.

Técnicas de recopilación de información

- Recopilar la información respecto al proceso productivo a través de entrevistas realizadas con estudiosos de la materia.
- Conocer el comportamiento de la oferta y la demanda del producto.
- Obtener la información de fuentes primarias y secundarias para conocer la los precios vigentes de los equipos e insumos necesarios para poder llevar a cabo el proceso productivo de ensilaje de pescado.

Herramientas para el análisis de datos

Una vez obtenidos los datos necesarios para llevar a cabo la parte práctica de la investigación, se establecerá la factibilidad del proyecto a través de un modelo financiero (Pedraza, 2002).

El estudio de mercado

La importancia del ensilaje de pescado puede medirse en base a que este producto representa un sustituto de la harina de pescado proveedor del valor proteínico y digestivo de la mezcla alimenticia de animales.

Este producto se ha probado a través de diferentes mezclas tanto cerdos, borregos y vacas, obteniendo resultados muy favorables y similares a los proporcionados por la harina de pescado (Salas G., et al, 2009). Por lo que nuestro mercado objetivo se fijará en la alimentación del ganado porcino y bovino del estado.

Mercado Nacional para el Ensilaje de Pescado

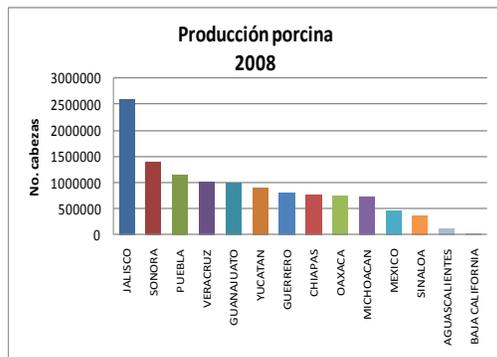
El mercado se dividirá en dos partes: la oferta y la demanda. En la parte de la oferta se establecerá aquellas empresas que produzcan ensilaje de pescado. Por otra parte, para conocer la demanda se tomarán en cuenta todos los productores de ganado porcino y bovino a nivel nacional, estatal o local respectivamente.

Oferta nacional

El ensilaje de pescado actualmente no presenta oferentes registrados, dado que las prácticas de producción de este producto se elabora de manera artesanal y para uso propio en algunas de las granjas. Por lo no existe un mercado oferente en el país.

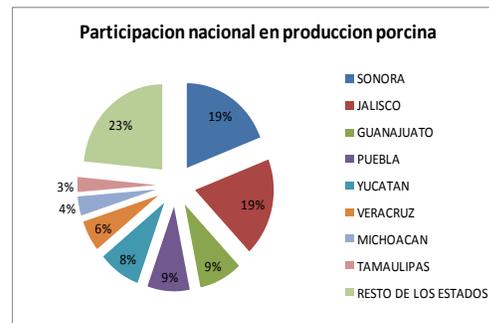
Demanda nacional

De acuerdo con información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, el Estado de Michoacán en el año 2008 ocupó el séptimo lugar nacional en la producción de ganado porcino, con una participación de 3.65% del total nacional (Ver Gráfica VII-2), con 720, 784 cabezas de ganado, quedando solo por debajo de estados como Jalisco, Sonora, Puebla, Veracruz, Guanajuato, Yucatán, Guerrero, Chiapas y Oaxaca (Ver Gráfica VII-1).



Fuente: Elaboración propia en base a la Información obtenida del SIAP en la página http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Pecuario/PoblacionGanadera/ProductoEspecie/porcino.pdf. Junio 2010

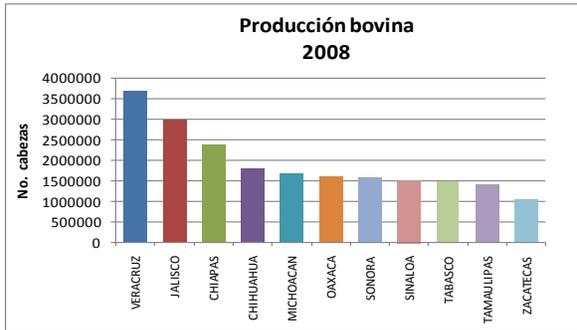
Gráfica VII-1 Principales productores de ganado porcino 2008



Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con información de las delegaciones de la SAGARPA. Mayo 2010.

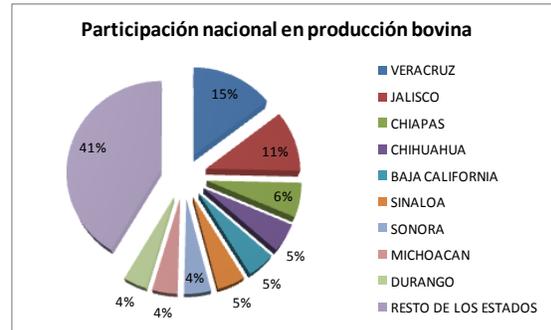
Gráfica VII-2 Participación nacional de producción porcina de los Estados de la República Mexicana. 2008

De igual manera, a nivel nacional, Michoacán ocupó el octavo lugar en producción de ganado bovino (Ver Gráfica VII-3) con una producción de 1,671,802 cabezas de ganado, participando con el 4.19% (Ver Gráfica VII-4) del total nacional en este rubro, quedando solo por debajo de estados como Veracruz, Jalisco, Chiapas, Chihuahua, BC, Sinaloa y Sonora.



Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos del SIAP, encontrados en la página http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Pecuario/PoblacionGanadera/ProductoEspecie/bovino.pdf

Gráfica VII-3 Principales productores de ganado bovino 2008



Elaboración propia en base a datos obtenidos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con información de las delegaciones de la SAGARPA. Mayo 2010.

Gráfica VII-4 Participación nacional de producción bovina de los Estados de la República Mexicana. 2008.

Esta información muestra que el mercado michoacano genera un importante ingreso al ámbito nacional a partir del sector ganadero, por lo que se debe por lo menos mantener la óptima utilización de los recursos en este ámbito.

Mercado Estatal

Oferta estatal

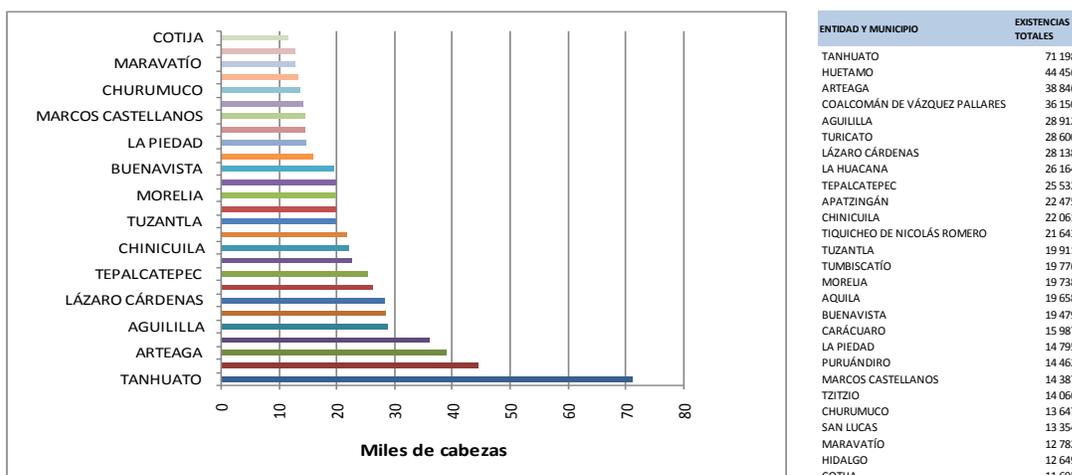
Al igual que en el ámbito nacional, el ensilaje de pescado no presenta oferentes registrados, dado que las prácticas de producción de este producto se elabora de manera artesanal y para uso propio en algunas de las granjas. Por lo no existe un mercado oferente en el estado de Michoacán.

Demanda estatal

De acuerdo con información del Censo Agropecuario 2007, VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, 2009, en el 2007 existían 63,032 unidades de producción de ganado bovino⁵⁰, en el Estado de Michoacán, con un total de 1, 671, 802 cabezas de ganado, localizándose los principales productores Tanhuato,

⁵⁰ Unidades de producción con bovinos según calidad del ganado por entidad y municipio

Huetamo, Arteaga, Coalcomán, Aguililla, Turicato, Lázaro Cárdenas, La Huacana, entre otros (Ver Gráfica VII-5). Sin embargo, de los 113 municipios del estado, 109 reportan más de 1000 cabezas. Mostrando un mercado muy amplio para la demanda potencial del ensilado de pescado.



FUENTE: Elaboración propia en base a información a INEGI. Censo Agropecuario 2007, VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. Obtenida de la página http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx. Mayo 2010.

Gráfica VII-5 Productores líderes de ganado bovino en el Estado de Michoacán, 2007

Para el caso de la producción de ganado porcino en el Estado de Michoacán, se registraron 32,991 unidades de producción⁵¹, distribuidas en los 113 municipios, con una producción total de 720,784 cabezas⁵², localizándose sus principales productores en los municipios de La Piedad, Vista Hermosa, Huandacareo, José Sixto Verduzco, Puruándiro, Purépero, Alvaro Obregón, Tlazazalca, Zitácuaro, Pajacuarán, Jiménez, entre otros⁵³ Para el caso de los productores porcícolas, solamente 74 de los 113 municipios registran volúmenes de producción mayores a 1000 cabezas anuales.

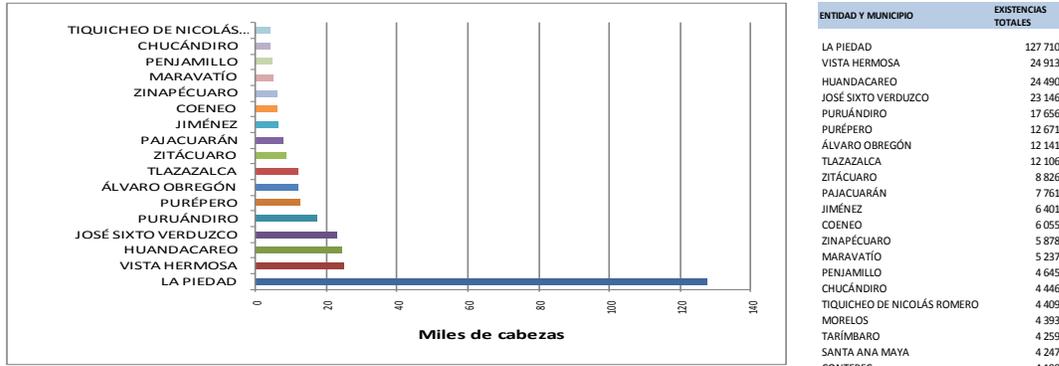
Es importante destacar que el sector porcícola actualmente muestra una importante caída en el mercado nacional y estatal, debido principalmente a tres condiciones: el alza en los precios de los granos derivado de su uso en la generación de energía renovable, la introducción de carne de cerdo al país con precios menores a los del mercado nacional, y principalmente la pandemia del virus H1N1 que trajo mala reputación a los productos derivados del cerdo. Este

⁵¹ Información obtenida del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) con información de la delegación de la SAGARPA, de la página <http://www.siap.gob.mx/>. Mayo 2010.

⁵² Idem

⁵³ Censo Agropecuario 2007, VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. Obtenida de la página http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx. Mayo 2010

hecho, obliga a los productores a buscar optimizar sus actuales procesos productivos de vientres, crecimiento y engorda.



FUENTE:Elaboración propia en base a información obtenida del **INEGI**. Censo Agropecuario 2007, VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. Obtenida de la página http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx. Mayo 2010.

Gráfica VII-6 Productores líderes de ganado porcino en el Estado de Michoacán. 2007

La alimentación del ganado representa un punto estratégico de mejora y optimización de recursos, mostrando un mercado altamente potencial para el uso de productos más económicos que los que actualmente se estén utilizando, tal es el caso de la sustitución de la harina de pescado con el ensilado de pescado.

Los costos de alimentación en la producción animal representan entre el 35 y 75%, siendo la proteína animal el nutriente de más alto costo; de allí la importancia de obtener insumos proteicos de origen animal y económicos como los subproductos industriales, que permitan disminuir los costos de alimentación (Mattos, 2002). De acuerdo con el estudio de Salas G., (2009) la mejor fórmula para la alimentación del ganado para el caso de los cerdos resulta con el uso de ensilado de pescado en 30%.

Demanda potencial

La demanda potencial se estima de acuerdo a lo siguiente:

$$Q = npq$$

Donde:

Q : Demanda potencial total del ensilaje de pescado en el mercado

n : Número de cabezas de ganado que pueden utilizar el ensilaje de pescado

q: Cantidad de ensilaje de pescado utilizada en la alimentación del ganado

p: Precio de la tonelada del ensilaje de pescado promedio

Tomando en cuenta una estimación conservadora se toma del número de existencia total de ganado porcino y bovino en el Estado de Michoacán, el 30% tomando en cuenta que algunos ganaderos no desean cambiar el alimento actual de sus animales o que ya cuenten con un proceso de ensilaje propio, así también

como de la reducción de la producción de ganado por la crisis del mercado. De esta manera los datos quedan de la siguiente manera: (Tabla VII-18).

Tabla VII-18 Cantidad de ganado

CONCEPTO	CANTIDAD (No. de cabezas)
Ganado porcino (2008)	720,784
Ganado bovino (2008)	1,671,802
Total	2,392,586
Ganado estimado potencial	797,529

De esta manera tenemos que:

n : 797,529 cabezas para la demanda potencial del ensilaje en el Estado de Michoacán

q : 0.66 Kg. diarios de ensilado de pescado se usan para la preparación del alimento

p: \$7 el kilogramo de ensilado de pescado

$Q = (797,529)(0.66)(7) = \$3,684,584$ diarios por venta de ensilado de pescado dentro del mercado estatal de los productores de ganado

Si se toma la exclusivamente la cantidad demandada potencial, resulta un valor de 526, 369 Kg. diarios de ensilado de pescado. Manteniendo el lineamiento de resguardar un escenario conservador, dado que los valores de requerimientos alimenticios diarios la del cerdo es el 30% de lo que consume un toro, se toma la decisión de mantener la cantidad del cerdo, dadas las diversas características del requerimiento nutricional del ganado.

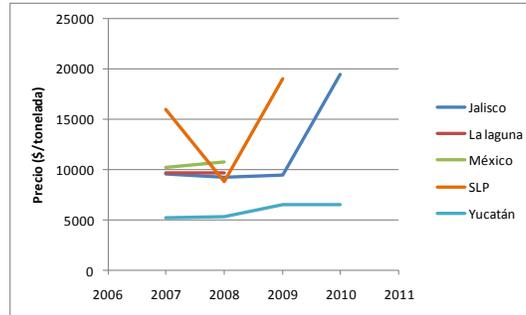
Análisis del Precio

Dado que no existe un mercado registrado del ensilado de pescado, el análisis del precio se revisará la variación del precio del competidor: la harina de pescado, así como la del animal a la venta.

Harina de pescado

La harina de pescado muestra en general un incremento en el precio promedio en estados tales como Jalisco y Yucatán principalmente. Otros han mostrado entrada al mercado de manera errática o han dejado el producto tal es el caso del Estado de México y La Laguna. El precio más alto de este producto para mayo del presente lo tiene el estado de Jalisco con \$19,500, mientras que el más económico de manera constante lo tiene Yucatán, siendo estos dos estados los

únicos oferentes actuales, de acuerdo con la información oficial. Sin embargo, el precio depende de la calidad del mismo. (Gráfica VII-7).



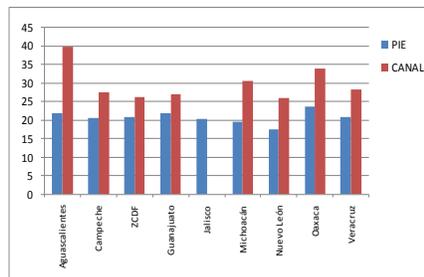
Estado	2007			2008			2009			2010	
	Enero	Junio	Diciembre	Enero	Junio	Diciembre	Enero	Junio	Diciembre	Enero	Mayo
Jalisco	\$ 10,200	\$ 10,000	\$ 8,500	\$ 9,000	\$ 9,500	\$ 9,500	\$ 9,500	\$ 9,500	\$ 10,500	\$ 19,500	
La laguna	\$ 9,700	\$ 9,700	\$ 9,700	\$ 9,700							
México	\$ 10,500	\$ 10,500	\$ 9,750	\$ 10,750							
SLP	\$ 16,000	\$ 16,000	\$ 16,000	\$ 1,700			\$ 20,000	\$ 19,000	\$ 19,000		
Yucatán	\$ 5,200	\$ 5,000	\$ 5,400	\$ 5,400	\$ 5,400	\$ 5,400	\$ 5,400	\$ 6,500	\$ 6,500	\$ 6,500	\$ 6,500

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en el Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM), en la página <http://www.economia-sniim.gob.mx>. Mayo 2010.

Gráfica VII-7 Precio comparativo de la harina de pescado de acuerdo a la entidad nacional 2007-2010.

Ganado porcino

En el ámbito nacional, el precio del porcino presenta un promedio para el mes de Mayo del presente año de \$20.76 de ganado en pie, mientras que en canal, fue de \$29.85. Los estados que reportan los precios más altos en ganado en pie fueron Oaxaca, seguido de Veracruz y Aguascalientes, mientras que el más bajo fue de Nuevo León y Michoacán. Por otra parte, los estados que presentaron el precio más alto de ganado en canal fueron Aguascalientes y Oaxaca, mientras que el más bajo fue nuevamente en Nuevo León (Ver Gráfica VII-8).

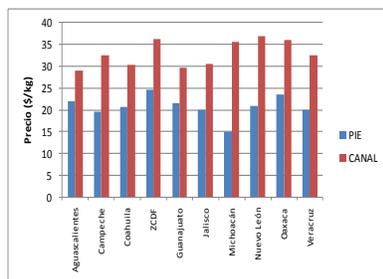


ESTADOS	PIE	CANAL
Aguascalientes	21.80	39.75
Campeche	20.50	27.38
ZCDF	20.80	26.25
Guanajuato	21.90	26.88
Jalisco	20.26	
Michoacán	19.50	30.50
Nuevo León	17.50	26.00
Oaxaca	23.75	33.75
Veracruz	20.83	28.25

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM), en la página <http://www.economia-sniim.gob.mx>. Mayo 2010

Gráfica VII-8 Comparativo de Precios Promedio por Estado de la Carne de Cerdo

Por parte del precio promedio de la carne de res para el mes de mayo en algunos estados reportados, fue de \$20.79 en el ganado en pie, mientras que en canal fue de \$32.91. Los precios más altos para el ganado en pie fueron la Zona Conurbada del DF con \$24.63 y el más bajo fue en Michoacán con \$15. Para el ganado en canal el precio más alto lo tiene Nuevo León y el más bajo lo tuvo Aguascalientes (Ver Gráfica VII-9).



ESTADOS	PIE	CANAL
Aguascalientes	22.00	29.00
Campeche	19.50	32.50
Coahuila	20.75	30.33
ZCDF	24.63	36.26
Guanajuato	21.50	29.75
Jalisco	20.00	30.49
Michoacán	15.00	35.50
Nuevo León	21.00	36.81
Oaxaca	23.50	36.00
Veracruz	20.00	32.50

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM), en la página <http://www.economia-sniim.gob.mx>. Mayo 2010.

Gráfica VII-9 Comparativo de Precios Promedio por Estado de la Carne de Res

De esta manera podemos observar que Michoacán es el segundo estado con el precio más bajo de venta de ganado en pie porcino y de igual manera, es el estado con menor precio promedio nacional de carne de res de pie. Este precio le podría otorgar menor margen de maniobra en caso de crisis del sector.

El proceso de ensilaje de pescado

El ensilaje de pescado puede ser biológico o químico, lo cual se explica a continuación.

Ensilaje Biológico

Los principios para la preparación de ensilaje de pescado son los mismos que para los otros tipos de ensilaje. El material se almacena herméticamente y se conserva por los ácidos que produce la fermentación anaerobia de carbohidratos, los cuales deben añadirse, ya que los productos pesqueros no los contienen. Es importante que el proceso de fermentación inicie rápidamente para que el pescado no se deteriore. Para lograr una fermentación rápida, habrá que añadir melaza cuando la proporción de pescado en el ensilaje sea elevada. Cuando sólo se emplea almidón, puede añadirse una enzima que lo convierta en monosacáridos, como ocurre con la amilasa de la malta que se produce en las cervecerías. Se han empleado muchos tipos de carbohidratos: salvado de arroz, ahechaduras de trigo, patatas, yuca, melaza, harina de maíz y de citrus. Se han recomendado muchas

raciones carbohidrato-pescado. Al parecer, la cantidad máxima de pescado a incluir en el ensilaje debe ser del 60% si se emplean fuentes secas de carbohidratos (harina de citrus o subproductos cerealícolas), y mucho menor, alrededor del 10%, si, por ejemplo, se utilizan patatas frescas. Con porcentajes mayores, el ensilaje resultará húmedo (FAO, H22).

El ensilaje que figura en la tabla se preparó de la forma siguiente: los pescados enteros se desintegraron en una trituradora de carne y, mezclados con los carbohidratos, se almacenaron herméticamente en recipientes de plástico. (También podrían haberse empleado tambores de aceite pintados por dentro, pero no tambores sin pintar, ya que el ensilaje era extremadamente corrosivo). Los ensilajes pudieron conservarse en un clima cálido por lo menos 5 meses; cuando se abrieron los recipientes, los ensilajes desprendían un olor agradable. Los ingredientes del ensilaje de tipo melaza, eran: pescado entero, 50%; harina de citrus, 20%; ahechaduras de trigo, 20%; y melaza, 10%; los del ensilaje tipo malta fueron: pescado entero, 58%; ahechaduras de trigo, 40%, y malta, 2% (FAO, H22). No deberá emplearse un ensilaje que no se haya acidificado, ya que puede resultar venenoso. El ensilaje de pescado puede utilizarse fresco o desecado. Su mayor aplicación es para cerdos jóvenes y aves de corral, así como para los animales reproductores, pero debe interrumpirse unas semanas antes del sacrificio. El peligro de sabores desagradables y su prevención se ajustan a reglas idénticas a las que se aplican a los otros piensos a base de pescado.

Ensilaje Químico

El ensilaje ácido se prepara con facilidad en los climas cálidos por un procedimiento muy seguro. Pueden utilizarse todos los tipos de pescado y desperdicios de pescado, siempre que no se hayan cocinado o desecado antes. El principio es que el ácido que se añade al pescado disminuirá el pH y evitará la putrefacción bacteriana, y las enzimas presentes en el pescado empezarán a licuar el pescado. Las enzimas desdobladoras de la proteína presentes en los músculos y en el estómago del pescado se llaman catepsinas y sólo son activas en un ambiente ácido. El nivel óptimo de sus actividades es con un pH entre 4 y 5, a una temperatura de alrededor de 37 C (FAO, H22).

La manufactura es fácil y exige pocos instrumentos. El pescado se muele lo más fino posible y se coloca en una vasija. Un tambor vacío de petróleo, preferentemente pintado por dentro, bastará. Se añade, más o menos, un 5% de ácido concentrado. Los mejores ácidos son el fosfórico, el fórmico y el acético, mientras que el ácido clorhídrico hará que el ensilaje resulte salado, y el ácido sulfúrico precipitará el sulfato cálcico. El ensilaje se mezcla bien y se deja reposar hasta que el pescado se licúe, lo que tardará menos de un día si el clima es templado. Las escamas y espinas grandes no se licúan y tienen que filtrarse, o bien descartarse o disolverse en ácido fosfórico concentrado, y volverse a mezclar. La acidez deberá regularse y ajustarse a menos de un pH 5, después de lo cual el ensilaje se podrá conservar varios meses sin deterioro. El líquido puede suministrarse directamente si se neutraliza con piedra caliza o creta, o bien

desecarse sobre cereales cerveceros, ahechaduras de trigo, etc. Si durante el proceso de licuación se añade levadura, el ensilaje puede desecarse más fácilmente convirtiéndolo en pescado líquido condensado, o secado por rociado. Si se utiliza pescado aceitoso, debe centrifugarse para separar el aceite. El ensilaje ácido tiene igual composición y contenido de materia seca que el pescado del que procede; pero la digestibilidad de la proteína es mayor, y la asimilabilidad de los aminoácidos es mejor en el ensilaje que en el pescado del que procede (FAO, H22).

Una receta conveniente para producir ensilaje ácido es la siguiente: 62 kg de pescado fresco molido, o de recortes de pescado, se mezclan primero con 2 kg de ácido fórmico y luego con 4 kg de ácido sulfúrico. A esta mezcla se añaden 32 kg de harina de alfalfa o de salvado de trigo. El producto es bastante seco y fácil de manejar (FAO, H22).

En las raciones para los cerdos se puede incluir pescado líquido neutralizado en proporción de hasta un 35% de la ración. También se ha utilizado para las aves de corral como el principal aportador de proteína, pero el nivel más normal es 4-5% de ensilaje ácido seco.

Mecanismo de Venta

Existen cuatro alternativas de comercialización del ensilaje de pescado para el caso que se ocupa. Sin embargo para la escala de producción, la forma más eficiente, consiste en: a) La venta directa al usuario o consumidor, es decir a los productores. Bajo este esquema el producto se dispondrá a tambores plásticos de 100 L, el cual podrá ponerse a bordo de planta o entregarse al comprador; o bien b) la venta a un intermediario que tenga identificadas las redes de distribución, como puede ser otro productor. Bajo el primer escenario se tiene que el precio de venta será de \$7000 la tonelada.

Abastecimiento de Materia Prima

La materia prima se abastecerá en base a la disposición de dos centros de acopio localizados de manera estratégica en base a los usos y costumbres de la región, la disposición del pez y la cercanía a las vías de comunicación.

Características de la Materia Prima

Carpa común

En el lago de Pátzcuaro se estima un total de más de un millón de individuos, equivalentes a más de 210 toneladas. El rendimiento máximo sostenible está cercano a los 36 kg/día por zona. Por lo tanto, pescar valores menores o iguales a este número no afectarían en nada a la población, incluso pescando menos que esto, la carpa podría seguir creciendo poblacionalmente. Así, se debe de extraer

mucho más de este valor para hacer efectiva la reducción de carpas en el lago (Zambrano et al, 2010).

Acido sulfúrico

El ácido sulfúrico es un líquido viscoso, de densidad 1,83 g/ml, transparente e incoloro cuando se encuentra en estado puro, y de color marrón cuando contiene impurezas. Es un ácido fuerte que, cuando se calienta por encima de 30°C desprende vapores y por encima de 200°C emite trióxido de azufre. En frío reacciona con todos los metales y en caliente su reactividad se intensifica. Tiene gran afinidad por el agua y es por esta razón que extrae el agua de las materias orgánicas, carbonizándolas. Por la acción corrosiva sobre los metales, el ácido sulfúrico genera hidrógeno molecular, gas altamente inflamable y explosivo. (Tabla VII-19)

Tabla VII-19 Propiedades del Acido sulfúrico

Nombre químico	Acido Sulfúrico
Fórmula	H ₂ SO ₄
Estado Físico	Líquido
Color	Claro, de incoloro a turbio
Punto de inflamación	No tiene
Corrosión	Altamente corrosivo a casi todos los metales con desprendimiento de hidrógeno.
Reactividad	Además de atacar a muchos metales, es un agente fuertemente oxidante y puede causar inflamación en contacto con materiales orgánicos y productos como nitratos y cloratos.
Reacciona	Exotérmicamente con el agua.
Temperatura de ebullición	160 a 332°C dependiendo de su concentración.
Higroscopocidad	Sí.

La concentración que se requiere para el proceso de ensilado de pescado es del 5% en volumen, por lo que deberá realizarse una dilución, por cada 10 litros de agua se diluye 0.5 litros de ácido concentrado.

Mecanismo de Abasto de las Materias Primas

Se propone, que la carpa se obtendrá a partir de dos centros de acopio que se dispondrán en las poblaciones de Puácuaro (Centro de acopio 1) y Tzintzuntzan (Ver Figura VII-5). Donde los pescadores deberán llevar el producto, se revisará y pesará para poder calcular el monto de pago a los mismos. La cantidad promedio diaria de procesamiento será de 250 kg.

El personal de la planta de ensilaje estará encargado de recolectar el pescado recolectado en el Centro de Acopio 2 (CA2) y llevarlo al CA1, en donde se llevará a cabo el proceso de ensilaje y se encontrarán las instalaciones para este fin (revisar la localización de los centros de acopio)

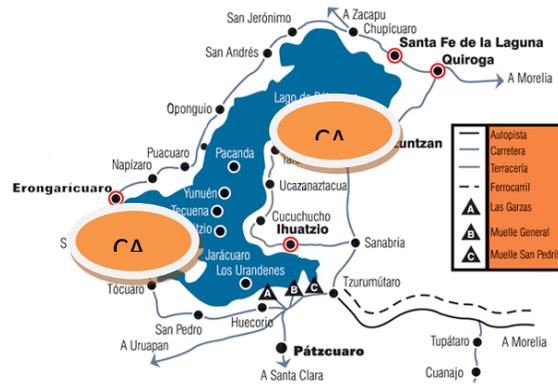


Figura VII-5 Localización de los centros de acopio de carpa

Localización Física del Proyecto

En base a los resultados obtenidos de las zonas de mayor producción de carpa del Lago de Pátzcuaro (Zambrano et al, 2010), la disposición del área para el proceso productivo, y la cercanía a las vías de comunicación, se propone la ubicación la planta de estilaje en la población de Ihuatzio (Ver Figura VII-6).



Figura VII-6 Ubicación planta de ensilaje de pescado

Tamaño de la planta

Para la determinación del tamaño o capacidad de producción de la planta, se tomaron en consideración una serie de factores condicionantes. Estos factores son los siguientes:

- Disponibilidad de materia prima;
- Disponibilidad de mano de obra; y

- Tipo de tecnología a emplear.

Disponibilidad de la materia prima.

De acuerdo con el resultado de Zambrano (Zambrano, 2010), la principal limitante de que muestra la Carpa común, es una producción en cantidades modestas, lo cual se cuantifica en un promedio máximo de 287 kg/día tomando en cuenta 2 años de captura. Sin embargo para mantener un escenario conservador se tomarán en cuenta 250 kg/día. Sin embargo en caso de disponer con un número mayor de carpa, se realizarán tres escenarios más: con 500 kg/día, 750 kg/día y 1000 kg/día.

El ácido se solicitará de manera trimestral al distribuidor, quien se encargará de dejarlo a las puertas de la planta de ensilaje. Este producto se almacenará en las instalaciones de la ensiladora en un área destinada específicamente para ello.

La cantidad de ácido mensual requerido, tomando en cuenta una concentración del 5% en volumen es de 750 kg para 30 días de trabajo.

Requerimiento de mano de obra

En cuanto al factor mano de obra, tomando en cuenta el tamaño del proyecto, la comunidad cuenta con suficiente mano de obra disponible para llevar a cabo el proceso productivo.

En cuanto a las necesidades de mano de obra directa para la producción, venta y distribución de la composta, se consideran 4 personas, para cubrir todas las necesidades del proceso.

Tecnología

La tecnología seleccionada para el proceso de ensilaje constará de una trituradora específica para realizar la molienda, así como una mezcladora, ambos equipos es diseño y manufactura corresponden al Ing. Octavio Lemus, profesor investigador de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, del Estado de Michoacán. El resto de la ingeniería del proyecto se muestra a continuación.

Ingeniería del proyecto

Selección de la tecnología

La tecnología seleccionada para este proyecto de acuerdo a los insumos asegurados y a la calidad requerida del producto final es un diseño del Ing. Octavio Lemus, ingeniero mecánico eléctrico, especialista en equipos para el proceso de ensilaje de pescado.

Tomando en cuenta que la cantidad disponible de carpa extraída del Lago de Pátzcuaro será de 250 kg, el área de trabajo necesario para dicho proceso será de

50m m2. Con piso aplanado en la zona de molienda, agitación y preparado de ácidos.

El área de preparación de ácidos deberá contar con una regadera para caso de derrame, asimismo como de líquido lavaojos y ventilación adecuada. En la Fotografía VII-1 se muestra la maquinaria.



1.- Trituradora

2.- Mezcladora

Fotografía VII-1 Maquinaria para preparación de ácidos

Los equipos están elaborados en acero inoxidable resistentes a ambientes ácidos, los cuales requieren mantenimiento preventivo cada seis meses.

Descripción del proceso

Es importante destacar que el proceso que a continuación se describe ha sido investigado y evaluado por el Dr. Carlos Martínez, investigador del Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales (INIRENA) en conjunto con su equipo de trabajo.

La carpa recolectada de los centros de acopio ya establecidos, en donde se llevará el proceso de ensilaje de manera inmediata, razón por la cual no es necesario utilizar algún tipo de refrigerante que evite su descomposición.

El primer paso consistirá en someter el pescado al proceso de molienda, el cual se vacía en tambores de 100 L. El siguiente paso consiste en preparar el ácido sulfúrico al 5% y agregarlo a la molienda previamente realizada, tomando en cuenta que se la relación ácido-masa pescado será del 10%, es decir por cada kilo de pescado se agregan 100 ml de ácido.

A continuación se agita la mezcla por 5 minutos hasta verificar que el correcto homogenizado y que el valor de pH haya alcanzado 4, en caso contrario deberá agregarse más ácido hasta alcanzar dicho valor. Se cierra el tambor con su tapa para evitar evaporación de gases.

Es muy importante resaltar que el personal que realice el proceso productivo debe cumplir con todas las especificaciones de seguridad por el uso y manejo de ácidos, además de mantener bien ventilado el área.

Diariamente deberá agitarse cada tambor, durante 5 minutos y se regresará a su área de almacenamiento, asimismo como la verificación del pH a 4. Este

procedimiento deberá seguirse durante 15 días, tiempo necesario para obtener un producto de buena calidad y fuera de todo riesgo biológico. Por lo que podrá distribuirse para su venta. Ver Fotografía VII-2 y Fotografía VII-3.

3. Molienda



Fotografía VII-2 Molienda

4. Materia prima molida



Fotografía VII-3 Materia prima molida

Producto final

Se considera el ensilado terminado o producto final cuando el olor es agradable, el pH no cambia y biológicamente se ha inhibido toda acción de bacterias patógenas dentro del mismo. Habiendo obtenido este, se pueden llevar a cabo las fórmulas alimenticias establecidas para el animal que se trate. En la Fotografía VII-4 a Fotografía VII-6 se muestran algunos ejemplos de productos terminados.



Fotografía VII-4 Alimento para ganado bovino



Fotografía VII-5 Alimento para ganado porcino



Fotografía VII-6 Alimento para pollos

Diagrama de proceso



Necesidades de maquinaria y equipo

Cantidad	Descripción
1	Trituradora
1	Mezcladora
1	Transformador de energía eléctrica de 330
1	Camión de 3 toneladas
1	Medidor de pH y temperatura
1	Báscula
1	Diablito

Necesidades de insumos

Los insumos se calculan en base a las necesidades diarias en los cuatro escenarios propuestos. Es importante establecer que el escenario uno, corresponde a las cantidades disponibles de acuerdo al estudio de Zambrano. Ver Tabla VII-20 y Tabla VII-21.

Tabla VII-20 Insumos

Insumo	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Carpa (kg/día)	250	500	750	1000
Carpa (kg/28 meses)	210,000	420,000	630,000	840,000
Acido sulfúrico (100 ml por kilo de pescado) (kg/día)	25	50	75	100
Acido sulfúrico (kg/28 meses)	21,000	42,000	63,000	84,000
Agua(L/día)	100	100	100	100
Agua(L/28 meses)	84,000	84,000	84,000	84,000
Gasolina/diesel (L/día)	20	20	20	30
Gasolina/diesel (L/28 m)	16,800	16,800	16,800	33,600
Energía eléctrica (\$/mes)	\$900	\$1800	\$2700	\$3600

Tabla VII-21 tambores de 100 L.

Concepto	Cantidad total 28 meses
Tambores plásticos 100 L (250 kg/d)	2310
Tambores plásticos 100 L (500 kg/d)	4620
Tambores plásticos 100 L (750 kg/d)	6930
Tambores plásticos 100 L (1000 kg/d)	9240

Necesidades de obra civil

Cantidad	Concepto	Precio
500 m2	Terreno aplanado	\$75,000
200 m2	Construcción	\$200,000

Aspectos Técnicos

Plan de producción

El proceso de ensilaje dura aproximadamente 15 días de manera activa, quedando listo para su venta, sin embargo puede mantenerse en almacén durante varios meses sin problemas de caducidad. La producción total dependerá de la cantidad de carpa que pueda extraerse de la Laguna de Pátzcuaro, las cuales de acuerdo a los escenarios propuestos se considerará de la siguiente manera y en base a los valores obtenidos en el punto 6.4 de este documento: ver Tabla VII-22.

Tabla VII-22 Escenarios

Escenarios	Producción total (Ton/28 meses)
Escenario 1 (250 kg/día carpa)	231
Escenario 2 (500 kg/día carpa)	462
Escenario 3 (750 kg/día carpa)	693
Escenario 4 (1000 kg/día carpa)	924

Quedando de la siguiente manera el programa mensual y total de producción para 28 meses de trabajo estimado.

Programa mensual y total de la producción.

De acuerdo a la cantidad de insumos pronosticados de acuerdo a los estudios (Zambrano, et al, 2010), el programa de producción de composta de pescado se realizará de acuerdo a lo siguiente: Ver Tabla VII-23 a Tabla VII-26.

Tabla VII-23 ESCENARIO 1: 250 kg/día carpa

MES	INSUMO A CARPA COMÚN (kg/mes)	INSUMO B ACIDO SULFÚRICO (kg/mes)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg/mes)
ENERO 2011	7500	750	8250
FEBRERO 2011	7500	750	8250
MARZO 2011	7500	750	8250
ABRIL 2011	7500	750	8250
MAYO 2011	7500	750	8250
JUNIO 2011	7500	750	8250
JULIO 2011	7500	750	8250
AGOSTO 2011	7500	750	8250
SEPTIEMBRE 2011	7500	750	8250
OCTUBRE 2011	7500	750	8250
NOVIEMBRE 2011	7500	750	8250
DICIEMBRE 2011	7500	750	8250
ENERO 2011	7500	750	8250
FEBRERO 2011	7500	750	8250
MARZO 2011	7500	750	8250
ABRIL 2011	7500	750	8250
MAYO 2011	7500	750	8250
JUNIO 2011	7500	750	8250
JULIO 2011	7500	750	8250
AGOSTO 2011	7500	750	8250
SEPTIEMBRE 2011	7500	750	8250
OCTUBRE 2011	7500	750	8250
NOVIEMBRE 2011	7500	750	8250
DICIEMBRE 2011	7500	750	8250
ENERO 2012	7500	750	8250
FEBRERO 2012	7500	750	8250
MARZO 2012	7500	750	8250
ABRIL 2012	7500	750	8250
TOTAL PERIODO	210 t/28 meses	21 t/28 meses	231 t/28 meses

Tabla VII-24 ESCENARIO 2: 500 kg/día carpa

MES	INSUMO A CARPA COMÚN (kg/mes)	INSUMO B ACIDO SULFÚRICO (kg/mes)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg/mes)
ENERO 2011	15,000	1500	16,500
FEBRERO 2011	15,000	1500	16,500
MARZO 2011	15,000	1500	16,500
ABRIL 2011	15,000	1500	16,500
MAYO 2011	15,000	1500	16,500
JUNIO 2011	15,000	1500	16,500
JULIO 2011	15,000	1500	16,500
AGOSTO 2011	15,000	1500	16,500
SEPTIEMBRE 2011	15,000	1500	16,500
OCTUBRE 2011	15,000	1500	16,500
NOVIEMBRE 2011	15,000	1500	16,500
DICIEMBRE 2011	15,000	1500	16,500
ENERO 2011	15,000	1500	16,500
FEBRERO 2011	15,000	1500	16,500
MARZO 2011	15,000	1500	16,500
ABRIL 2011	15,000	1500	16,500
MAYO 2011	15,000	1500	16,500
JUNIO 2011	15,000	1500	16,500
JULIO 2011	15,000	1500	16,500
AGOSTO 2011	15,000	1500	16,500
SEPTIEMBRE 2011	15,000	1500	16,500
OCTUBRE 2011	15,000	1500	16,500
NOVIEMBRE 2011	15,000	1500	16,500
DICIEMBRE 2011	15,000	1500	16,500
ENERO 2012	15,000	1500	16,500
FEBRERO 2012	15,000	1500	16,500
MARZO 2012	15,000	1500	16,500
ABRIL 2012	15,000	1500	16,500
TOTAL PERIODO	420 t/28 meses	42 t/28 meses	462 t/28 meses

Tabla VII-25 ESCENARIO 3: 750 kg/día carpa

MES	INSUMO A CARPA COMÚN (kg/mes)	INSUMO B ACIDO SULFÚRICO (kg/mes)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg/mes)
ENERO 2011	22,500	2250	24,750
FEBRERO 2011	22,500	2250	24,750
MARZO 2011	22,500	2250	24,750
ABRIL 2011	22,500	2250	24,750
MAYO 2011	22,500	2250	24,750
JUNIO 2011	22,500	2250	24,750
JULIO 2011	22,500	2250	24,750
AGOSTO 2011	22,500	2250	24,750
SEPTIEMBRE 2011	22,500	2250	24,750
OCTUBRE 2011	22,500	2250	24,750
NOVIEMBRE 2011	22,500	2250	24,750
DICIEMBRE 2011	22,500	2250	24,750

MES	INSUMO A CARPA COMÚN (kg/mes)	INSUMO B ACIDO SULFÚRICO (kg/mes)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg/mes)
ENERO 2011	22,500	2250	24,750
FEBRERO 2011	22,500	2250	24,750
MARZO 2011	22,500	2250	24,750
ABRIL 2011	22,500	2250	24,750
MAYO 2011	22,500	2250	24,750
JUNIO 2011	22,500	2250	24,750
JULIO 2011	22,500	2250	24,750
AGOSTO 2011	22,500	2250	24,750
SEPTIEMBRE 2011	22,500	2250	24,750
OCTUBRE 2011	22,500	2250	24,750
NOVIEMBRE 2011	22,500	2250	24,750
DICIEMBRE 2011	22,500	2250	24,750
ENERO 2012	22,500	2250	24,750
FEBRERO 2012	22,500	2250	24,750
MARZO 2012	22,500	2250	24,750
ABRIL 2012	22,500	2250	24,750
TOTAL PERIODO	630 t/28 meses	63 t/28 meses	693 t/28 meses

Tabla VII-26 ESCENARIO 4: 1000 kg/día carpa

MES	INSUMO A CARPA COMÚN (kg/mes)	INSUMO B ACIDO SULFÚRICO (kg/mes)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg/mes)
ENERO 2011	30,000	3000	33,000
FEBRERO 2011	30,000	3000	33,000
MARZO 2011	30,000	3000	33,000
ABRIL 2011	30,000	3000	33,000
MAYO 2011	30,000	3000	33,000
JUNIO 2011	30,000	3000	33,000
JULIO 2011	30,000	3000	33,000
AGOSTO 2011	30,000	3000	33,000
SEPTIEMBRE 2011	30,000	3000	33,000
OCTUBRE 2011	30,000	3000	33,000
NOVIEMBRE 2011	30,000	3000	33,000
DICIEMBRE 2011	30,000	3000	33,000
ENERO 2011	30,000	3000	33,000
FEBRERO 2011	30,000	3000	33,000
MARZO 2011	30,000	3000	33,000
ABRIL 2011	30,000	3000	33,000
MAYO 2011	30,000	3000	33,000
JUNIO 2011	30,000	3000	33,000
JULIO 2011	30,000	3000	33,000
AGOSTO 2011	30,000	3000	33,000
SEPTIEMBRE 2011	30,000	3000	33,000
OCTUBRE 2011	30,000	3000	33,000
NOVIEMBRE 2011	30,000	3000	33,000
DICIEMBRE 2011	30,000	3000	33,000
ENERO 2012	30,000	3000	33,000
FEBRERO 2012	30,000	3000	33,000

MES	INSUMO A CARPA COMÚN (kg/mes)	INSUMO B ACIDO SULFÚRICO (kg/mes)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg/mes)
MARZO 2012	30,000	3000	33,000
ABRIL 2012	30,000	3000	33,000
TOTAL PERIODO	840 t/28 meses	84 t/28 meses	924 t/28 meses

Estimación del área de la planta productora de ensilaje

Dimensiones total:

10 m de largo y 50 m de ancho, lo cual entrega una superficie de 500 m² (tomando en cuenta el máximo valor de producción propuesto).

Proceso:

Se requiere 20 m² para el proceso de trituración y mezclado. De igual manera se requiere para la preparación de ácidos un mínimo de 10 m².

Almacenaje:

Considerando 10 botes de 100 L diarios, para un proceso de 15 días hacen un total de 150 botes de 1 m de diámetro, además de mantener una distancia entre cada bote de 1 m hacia cada lado, 300 m² exclusivamente para el almacenamiento.

Además un espacio de 10 m² para el almacenaje de materias primas (ácido sulfúrico concentrado y varios).

Administrativa:

150 m² para el área, sanitarios, administración.

Área de estacionamiento

Que se utilizará también como área de carga y descarga de producto.

Organización administrativa

Para cubrir las necesidades básicas de un buen funcionamiento, el proyecto requiere el cual se encuentra relacionado directamente con las actividades de la planta.

Diseño organizacional

El diseño organizacional para la planta de compostaje se basa en 5 personas, los cuales se distribuyen de la siguiente manera: Ver Figura Vii-7

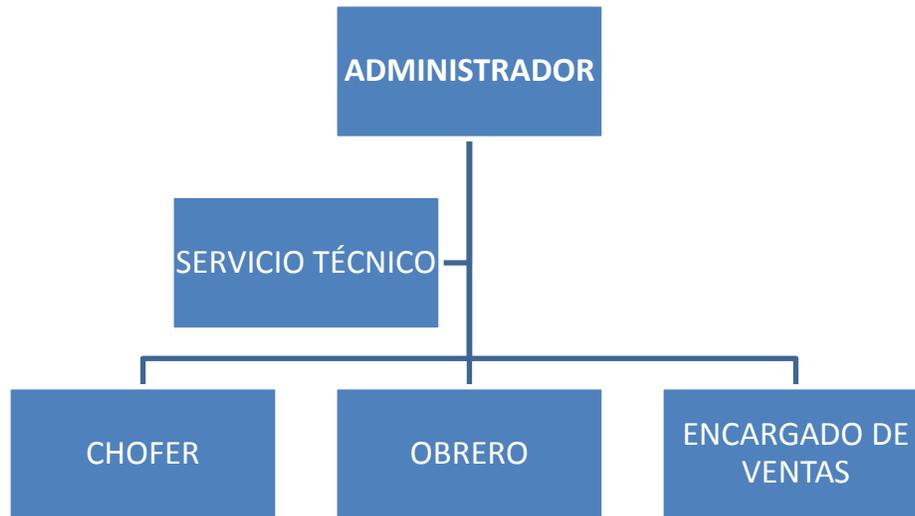


Figura VII-7 Organigrama

a) Administrador y encargado operativo

- Establecer y llevar a cabo los programas de producción diario, mensual y anual, de acuerdo al programa de producción y a la materia prima disponible.
- Establecer y vigilar el cumplimiento, por parte del personal, de las medidas de seguridad en la planta.
- Estandarizar las operaciones productivas de acuerdo al manual de trabajo
- Vigilar y llevar a cabo el control de calidad del producto a lo largo del proceso productivo.
- Implementar y llevar a cabo un programa de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo del equipo de ensilaje.

b) Chofer

Actividades:

- Realizar los recorridos para recoger las materias primas (carpa y demás insumos).
- Atender las necesidades de mantenimiento y revisar el buen estado del camión de carga.
- Entregar el producto terminado al cliente final
- Atender y cumplir con las medidas de seguridad en el trabajo
- Atender las disposiciones del administrador y programa de producción.

c) Obrero

Con estudios mínimos de secundaria, indispensable con la mayoría de edad.

Actividades:

- Encargado de la realización de todo proceso productivo y seguimiento del ensilaje.
- Verificación de la calidad del producto
- Elaboración de reportes diarios del proceso.

d) Encargado de ventas

Actividades:

- Encargado de la distribución y ventas de la composta de pesca en el mercado

e) Servicio técnico

Durante el periodo de aprendizaje y conocimiento del proceso productivo se requerirá de asesoría especializada, quienes se contratarán de manera temporal.

Actividades:

- Capacitación al personal de la operación de la maquinaria y equipo involucrado en la producción de ensilaje.
- Capacitación al personal para el monitoreo del control de calidad de temperaturas, humedad, olores, así como del análisis de los resultados para dar el seguimiento adecuado al proceso productivo.
- Capacitar al personal a determinar la madurez del producto terminado.
- Capacitación en cuanto a las medidas de seguridad requeridas en el proceso de ensilaje.

Marco legal vigente y trámites necesario

Marco legal: Ley de Protección al Ambiente del Estado de Michoacán

Artículo 16.- Para la formulación, evaluación y ejecución de la política ambiental estatal y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de aprovechamiento, conservación y restauración de los recursos naturales y la protección del ambiente, se observarán los siguientes principios:...

II. Los recursos naturales deben ser aprovechados de manera que se asegure una productividad óptima y sostenida, sin poner en riesgo los ecosistemas.

XII. La responsabilidad por daño ambiental es imputable a quien lo ocasione, quien estará además obligado a la reparación del daño en los términos de esta Ley y demás disposiciones aplicables.

Artículo 22.- Para efectos de la promoción del desarrollo local, y a fin de orientar e inducir, con un sentido de conservación, las acciones de los gobiernos estatal y municipal, así como de los particulares y los diversos sectores sociales en la entidad, se considerarán los siguientes criterios:

III. Los costos de producción de bienes y servicios deben considerar los relativos a la reservación y restauración de los ecosistemas.

XVI. En el proceso de creación, modificación y mejoramiento del medio ambiente urbano y del hábitat, es indispensable fortalecer las previsiones de carácter ambiental, para proteger y mejorar la calidad de vida, asegurando la sustentabilidad.

Artículo 24.- En el Estado, el desarrollo urbano se sujetará a lo siguiente:

I. Las disposiciones que establece la presente Ley en materia de preservación del patrimonio natural y protección al ambiente;

Artículo 27.- En la elaboración de los ordenamientos ecológicos territoriales del Estado, regionales y locales, deberán considerarse los siguientes criterios:

I. La caracterización de los diversos aspectos biofísicos, sociales y productivos del área a ordenar;

II. La participación social para la toma de acuerdos en el uso y ocupación del territorio,

III. La aptitud de cada zona o región, en función de los recursos naturales, el patrimonio natural, la distribución de la población y las actividades económicas actuales y potenciales.

Artículo 28.- Los ordenamientos ecológicos territoriales deberán contener, por lo menos, los acuerdos, instrumentos y procedimientos de gestión y actuación que permitan ejecutar acciones ambientales integrales y articular las actuaciones sectoriales que afectan la estructura del uso y ocupación del territorio.

Artículo 33.- La realización de obras o actividades públicas o privadas, que puedan causar daños al ambiente, deberán sujetarse a la autorización previa de la manifestación de impacto ambiental otorgada por la Secretaría.

Artículo 46.- Quienes realicen actividades riesgosas de competencia estatal, deberán presentar a la Secretaría para su autorización, el estudio de riesgo correspondiente, conforme a lo dispuesto en la Ley General, la Ley de Protección Civil y su Reglamento.

Artículo 103.- Para la prevención y control de la contaminación del agua, se considerarán los siguientes criterios:

III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de contaminarla, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, ya sea para su reuso o para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener la funcionalidad de los ecosistemas. (OJN)

Normatividad

Se revisando la parte de normatividad consideramos las normas específicas para la producción de alimentos de animales, de las cuales se desprenden otras que deben ser observadas. Para fines del tipo de producto a elaborar deben contemplarse las siguientes especificaciones:

NOM-022-ZOO-1995, características y especificaciones Zoonosanitarias para las instalaciones, equipo y operación de establecimientos Que comercializan

productos químicos, farmacéuticos, biológicos y Alimenticios para uso en animales o consumo por estos.

Para la correcta aplicación de esta Norma es necesario consultar las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

- NOM-001-STPS-1993. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo.
- NOM-025-STPS-1994. Niveles de iluminación en los centros de trabajo.
- NOM-012-ZOO-1993. Especificaciones para la regulación de productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos.
- NOM-018-ZOO-1995. Médicos veterinarios aprobados como unidades de verificación facultados para prestar servicios oficiales en materia zoonosanitaria.

Sección 4: Distribuidoras y Almacenes

- 4.1. Las instalaciones deben reunir las características que permitan conservar en óptimas condiciones el almacenamiento de los productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios que se comercializan.
- 4.2. La superficie del piso debe ser de fácil limpieza y desinfección, con una pendiente que evite el estancamiento de líquidos.
- 4.3. Las paredes interiores deben ser lisas con una altura mínima de 2.50 m a partir del piso, cubiertas con pintura acrílica o revestidas con material impermeable.
- 4.4. Los techos deben ser de material que evite las filtraciones de agua.
- 4.5. Todas las áreas deben contar con ventilación adecuada y estar separadas de acuerdo con el producto que se almacene.
- 4.6. La iluminación debe cumplir con lo establecido en la NOM-025-STPS-1994.
- 4.7. Los establecimientos deben destinarse exclusivamente para conservar las materias primas, materiales y productos terminados, relacionados con su actividad y contar con anaqueles, gabinetes, mostradores y otros que permitan el almacenamiento y manejo de los productos.
- 4.8. El diseño de las áreas debe permitir que las materias primas y productos terminados se mantengan a la temperatura, humedad y otras condiciones necesarias, para conservar la calidad e integridad de los productos.
- 4.9. Solo se deben comercializar productos con número de regulación otorgado por la Secretaría y debidamente etiquetados, conforme a lo especificado en la NOM-012-ZOO-1993.
- 4.10. Los productos terminados, materias primas, material de empaque o envase no deben colocarse directamente sobre el piso, por lo que al estibarlos se deben emplear tarimas. Las estibas deben separarse de la pared 30 cm como mínimo para prevenir cargas sobre las mismas y facilitar los recorridos de verificación; no deben obstruir el acceso a botiquines, equipo de seguridad y salidas.
- 4.11. Los plaguicidas y otras sustancias que por su naturaleza puedan causar riesgo de contaminación de otros, deben etiquetarse informando sobre su

- empleo y toxicidad, almacenándose en áreas especiales separadas y restringidas, para ser distribuidos o manipulados por personal competente.
- 4.12. Se debe contar con un programa de control de plagas contra insectos y roedores.
- 4.13. Las empresas que así lo requieran, deben contar con áreas para la recepción y muestreo de materias primas, así como con un cubículo independiente destinado para el pesaje de las mismas.
- 4.14. Los establecimientos que comercializan productos biológicos, químicos farmacéuticos que así lo requieran, deben contar con cámaras refrigerantes que conserven las temperaturas requeridas. **(SENASICA)**

Sección 6: Del Personal Técnico Responsable

Los establecimientos a que hace referencia esta Norma, deben contar con un Médico Veterinario aprobado.

Sección 7: Sanciones

a lo establecido por la Ley Federal de Sanidad Animal y la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

NOM-061-ZOO-1999, Especificaciones zoosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal.

Esta Norma es aplicable a todas las personas físicas y/o morales que elaboren, maquilen, importen y comercialicen productos alimenticios para consumo animal. Para la correcta aplicación de esta Norma se deben consultar las siguientes normas oficiales mexicanas:

- NOM-004-ZOO-1994, Grasa, hígado, músculo y riñón en aves, bovino, caprino, cérvido, equino, ovino y porcino. Residuos tóxicos. Límites máximos permisibles y procedimientos de muestreo.
- NOM-008-SCFI-1993, Sistema general de unidades de medida.
- NOM-012-ZOO-1993, Especificaciones para la regulación de productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos.
- NOM-022-ZOO-1995, Características y especificaciones zoosanitarias para las instalaciones, equipo y operación de establecimientos que comercializan productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos.
- NOM-025-ZOO-1995, Características y especificaciones zoosanitarias para las instalaciones, equipo y operación de establecimientos que fabrican productos alimenticios para uso en animales o consumo por éstos.
- NOM-040-ZOO-1995, Especificaciones para la comercialización de sales puras antimicrobianas para uso en animales o consumo por éstos.
- NOM-044-ZOO-1995, Campaña Nacional contra la Influenza Aviar.

- NOM-130-SSA1-1995, Determinación de anaerobios mesofílicos y termofílicos.
- NOM-037-Z00-1995, Campaña Nacional contra la fiebre porcina clásica.

Sección 3: Definiciones

Alimento concentrado: En esta categoría se incluyen aquellos productos alimenticios que requieren mezclarse ya sea con granos de cereal molidos y/o con suplementos proteínicos, para poder ser un alimento terminado listo para su consumo.

Sección 4: Especificaciones

- 4.11. Queda prohibido el uso de los siguientes ingredientes activos y/o aditivos alimenticios en la formulación de productos alimenticios destinados para consumo por animales:
- 4.11.1. Cloranfenicol en su modalidad de preventivo o terapéutico.
 - 4.11.2. Cristal violeta como fungicida en materias primas y producto terminado.
 - 4.11.3. Cumarina en saborizantes artificiales.
 - 4.11.4. Pigmentantes sintéticos del grupo de los sudanes.
 - 4.11.5. Clenbuterol, así como de todos aquellos ingredientes y/o aditivos alimenticios que comprobadamente puedan ser nocivos para la salud pública o representen riesgo zoonosario, y que no cuenten con el soporte técnico correspondiente para su empleo en la nutrición de los animales.
- 4.12. El fabricante o importador de alimentos terminados, alimentos balanceados, concentrados, sustitutos de leche, suplementos lácteos y todos aquellos que incluya en su formulación dos o más de los antimicrobianos citados en la Norma Oficial Mexicana NOM-040-ZOO-1995, debe contar con la información que respalde lo siguiente:
- 4.12.1. Estudios de sensibilidad "in vitro" contra microorganismos de referencia, señalando las Concentraciones Inhibitorias Mínimas (CIM) correspondientes.
 - 4.12.2. Estudios de farmacocinética de los ingredientes activos, en cada una de las especies a las cuales se destina el producto.
 - 4.12.3. Pruebas donde se demuestre la sinergia o compatibilidad de los ingredientes activos.
- 4.13. Para los productos que se incluyen en los puntos 4.12., 4.13. y 4.14. de la presente Norma, el titular de la regulación debe contar con los resultados de las pruebas, o la información técnica que respalde el tiempo de eliminación del ingrediente activo, así como los niveles de residuos o metabolitos en carne, leche, huevo y otros subproductos de origen animal destinados para consumo humano, conforme lo establece la Norma Oficial Mexicana NOM-004-ZOO-1994, y las reglamentaciones internacionales de referencia.

- 4.14. Los alimentos balanceados y concentrados elaborados por personas físicas o morales que sean destinados para "autoconsumo", así como las empresas integradas, constituidas por asociaciones o agrupaciones dedicadas a la producción animal, deben apegarse a lo establecido en esta Norma.
- 4.15. En la formulación de alimentos para rumiantes se puede utilizar pollinaza o gallinaza, siempre y cuando provenga de una empresa regulada por la Secretaría, y que estas materias primas hayan sido sometidas a un tratamiento térmico o químico, conforme se establece en la Norma Oficial Mexicana NOM-044-ZOO-1995, haciendo referencia en los empaques de los productos y/o los documentos que los avalen, que se trata de "alimento para rumiantes", elaborados con pollinaza o gallinaza y autorizados por la Dirección General. (SENASICA)

NOM-012-ZOO-1993, Especificaciones para la regulación de productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos.

Sección 4: Almacenamiento

4. 1. Consideraciones generales.

Todos los productos y materiales que ingresen al almacén del establecimiento deben contar con un certificado de control de calidad otorgado por el proveedor, que garantice cuando menos las especificaciones establecidas para tal efecto.

Los almacenes deben contar con:

- Instalaciones y equipo adecuados.
- Espacios para la recepción y muestreo de los productos, materiales y envases que se guarden.
- Separaciones físicas de las áreas en las que se almacenen materias primas, producto terminado y materiales; tanto en cuarentena como aprobados.
- Identificación de las áreas en las que se almacenen productos en proceso, cuarentena y aprobados.
- Un área destinada para el pesaje.
- Controles de entradas y salidas.
- Los materiales, productos y envases, deben almacenarse de forma tal que se prevenga toda posibilidad de contaminación, confusión o deterioro.

4. 2. Almacenamiento de materias primas y materiales.

Las materias primas y materiales utilizados para la producción y distribución de los productos a los que se refiere esta Norma deben identificarse, inventariarse y almacenarse de acuerdo a su naturaleza, bajo condiciones adecuadas y en las áreas correspondientes.

4. 3. Almacenamiento de producto en proceso, cuarentena y terminado.

Los productos deben almacenarse en áreas destinadas para cada uno de estos fines, separadas físicamente entre sí.

Los productos alimenticios a granel, antes del envasado, deben colocarse en tolvas o recipientes adecuados para su conservación.

4. 4. Materias primas

Se debe contar con un certificado de control de calidad para todas las materias primas empleadas en la elaboración de los productos terminados, expedido por la empresa fabricante de las mismas, el cual debe verificarse por la empresa elaboradora o maquiladora.

Sección 6: Producción

6. 1. Consideraciones generales.

El área de producción debe estar aislada físicamente del ambiente exterior y contar con paredes, techos y pisos completamente lisos; su diseño debe ser de tal forma que existan facilidades para su desinfección y limpieza.

El personal debe vestir con ropa limpia y apropiada, la cual debe ser esterilizada en los casos que así se requiera.

6. 2. Protocolo de elaboración y otros documentos.

6.2. 1. En el caso de productos alimenticios, por cada tipo de producto que se elabore, se debe contar con un protocolo de elaboración.

6.2. 3. El protocolo de elaboración, debe describir como mínimo:

6.2.3. 1. Las materias primas utilizadas en la elaboración del producto especificando el nombre común, cantidad de cada una de ellas, así como su potencia cuando se requiera.

6.2.3. 2. Las etapas de su elaboración hasta completar el granel antes del envasado.

6.2.3. 3. El equipo que se emplea en el proceso.

6.2.3. 4. La etapa de la producción en que se obtienen las muestras para efectuar las pruebas de control de calidad.

6.2.3. 5. El etiquetado, acondicionamiento y forma de almacenar el producto.

6.2.3. 6. Las indicaciones para el lavado, la esterilización del equipo y envases, cuando sea necesario.

6. 3. Maquila de productos.

6.3. 1. Las empresas elaboradoras de productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios, que presten servicios de maquila, deben cumplir con lo establecido en esta Norma y notificar a la Secretaría los convenios celebrados para el proceso de elaboración de un producto determinado, en los que se debe establecer la responsabilidad de ambas partes, en el sentido de mantener los registros de compraventa y canales de distribución por lo menos durante ocho años. Las personas físicas o morales que soliciten la maquila de los productos antes señalados, serán responsables solidarios del maquilador.

En el convenio de maquila para la elaboración de alimentos balanceados para uso en rumiantes que contengan proteínas de origen animal, además de lo señalado en el párrafo anterior, se establecerán los controles para asegurar que no se utilizan proteínas de origen rumiante, así como la responsabilidad de ambas partes, en el sentido de mantener los registros de compraventa de materia prima para la elaboración del alimento, que cumplan con lo establecido en la NOM-060-ZOO-1999, Especificaciones zoosanitarias para la transformación de despojos animales y su empleo en la alimentación animal, por lo menos durante ocho años.

Sección 7: Control de calidad

7. 1. Consideraciones generales.

7. 1.1. Cada lote de producto terminado elaborado en México que se pretenda comercializar, debe analizarse en el laboratorio interno de control de calidad propio de la empresa elaboradora o, en su caso, por un laboratorio de pruebas.

7. 2. Pruebas de control de calidad.

7. 2.3. Para productos alimenticios.

Las técnicas analíticas para el control de calidad de los productos alimenticios deben ser las reconocidas por organismos nacionales e internacionales. El control de calidad para los productos alimenticios debe de incluir, según se requiera, el análisis químico proximal, la determinación cuantitativa de minerales, vitaminas, antibióticos, antiparasitarios, fungicidas, plaguicidas, así como las demás pruebas descritas en el protocolo de elaboración. Los resultados analíticos deben ser revisados y avalados por un profesional responsable del laboratorio, para lo cual se debe contar con un registro de los cálculos, observaciones y resultados obtenidos. Legislación

7. 3. Muestreo.

De cada lote o sublote que se pretenda comercializar, se deben tomar muestras representativas del producto terminado.

El muestreo debe contar con las siguientes características:

- Se debe efectuar por personal calificado.
- Los procedimientos empleados se deben encaminar a detectar cualquier riesgo de contaminación realizándose con utensilios limpios, inertes y, en su caso, estériles.
- El material de los recipientes para colocar las muestras debe ser adecuado al tipo de muestra y análisis que se practique.
- Los recipientes en donde se coloquen las muestras se deben identificar con los siguientes datos como mínimo: nombre del

producto o ingrediente, número del lote, número que identifica la muestra, cantidad, nombre de la persona que muestreó y fecha de muestreo.

7.4. Muestras de retención.

Cada lote de ingrediente activo y producto terminado debe contar con muestras de retención que se deben almacenar en un sitio específicamente designado y bajo condiciones ambientales preestablecidas, para su adecuada conservación.

La cantidad de muestras debe ser suficiente para efectuar dos análisis completos.

Las muestras de retención de los productos biológicos se deben mantener durante el periodo de vigencia y hasta por tres meses posteriores a ésta.

Para los productos químicos y farmacéuticos, así como las materias primas utilizadas en su elaboración, las muestras de retención se deben conservar por un lapso de cinco años como mínimo o por un año, si la fecha de caducidad del producto es menor a este lapso.

Para los productos alimenticios terminados, las muestras de retención se deben conservar por un mínimo de seis meses contados a partir de la fecha de elaboración. Las materias primas se deben conservar por el mismo periodo, a partir de su recepción.

7.5. Producto liberado.

Un lote o sublote de producto debe quedar liberado y listo para su uso y/o comercialización, al momento en que se encuentre terminado y después de que haya aprobado satisfactoriamente todas las pruebas establecidas en el protocolo de control de calidad.

Sección 8: Envases, embalajes y etiquetado

8.1. Envases y embalajes.

Los envases deben ser inertes, de fácil limpieza y cuando se requiera esterilizados, de tamaño suficiente, de manera que proporcionen protección adecuada al producto contra factores externos que pudieran causar su deterioro o contaminación.

8.2. Etiquetado de producto terminado.

8.2.1. Características generales.

Los textos y leyendas del etiquetado de los envases de los productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios de elaboración nacional e importada que se pretendan comercializar, deben estar impresos en idioma español.

Las leyendas, representaciones gráficas o diseños necesarios del etiquetado deben aparecer claramente visibles y legibles, evitando el uso de dibujos o leyendas que confundan o induzcan al mal uso del producto. La tinta, papel o pegamento empleado deben ser de calidad tal que eviten alteraciones producidas por las manipulaciones usuales de almacenamiento y transporte.

El lenguaje debe ser claro, sencillo y exento de ideas que induzcan a la posible exageración de la calidad real del producto, evitándose el uso de términos extensivos tales como: "etc., ciertos, casi todos, la mayoría" o peyorativos como "lo único, lo mejor".

Las magnitudes deben representarse en el Sistema Internacional de Unidades de acuerdo a la NOM-008- SCOFI-1993, Sistema General de Unidades de Medida.

Cuando el tamaño de la etiqueta sea reducido o se requiera información adicional y no exista espacio suficiente para la información requerida, se deben utilizar instructivos.

Para los productos alimenticios, el total de la información señalada en los puntos 8.2.2., 8.2.3. y 8.2.4. Podrá colocarse en las caras principales del empaque y adecuarse en el orden que más convenga a la presentación del producto.

8.2.2. La siguiente información deberá colocarse en el recuadro principal o en las caras laterales de la etiqueta.

- Contenido neto del producto, que se debe expresar en unidades del Sistema Métrico Decimal o unidades internacionales reconocidas.
- Nombre comercial del producto.
- Número de regulación del producto ante la Secretaría, excepto aquellos que la normatividad vigente o la propia Secretaría establezca como exentos de regulación.
- La leyenda "uso veterinario". En los productos alimenticios podrá sustituirse por la leyenda "Alimento para" señalando la especie a la que se destine.
- Logotipo.
 - Si el producto es nacional debe imprimirse la leyenda "Hecho en México por", indicando el nombre de la empresa y dirección; si el producto es importado debe indicarse la leyenda "Elaborado por" e "Importado y distribuido por", indicando el nombre y dirección de ambas empresas.
 - Para el caso de productos nacionales elaborados por maquila debe indicarse alguna de las siguientes leyendas "Hecho en México por" indicando el nombre y la dirección de la empresa maquiladora "para", indicando el nombre y dirección de la empresa titular del registro del producto, o bien, "Hecho en México para", indicando el nombre y dirección de la empresa titular del producto.
 - En caso de los productos importados elaborados por maquila deberán tener la leyenda "Hecho en"...indicando el nombre del país de origen del producto... "para", indicando el nombre y dirección de la empresa titular del registro del producto o "Elaborado para"...indicando el nombre y dirección de la empresa titular del producto.

8.2.3. La siguiente información podrá colocarse en el recuadro principal o en las caras laterales de la etiqueta.

Si el producto es nacional, debe imprimirse la leyenda "Hecho en México por": indicando el nombre de la empresa y dirección; si el producto es importado, debe indicarse la leyenda: "Elaborado por" e "Importado y distribuido por" indicando el nombre y dirección de la empresa.

Para el caso de los productos nacionales elaborados por maquila, debe indicarse alguna de las siguientes leyendas: "Hecho en México por" indicando el nombre y la dirección de la empresa maquiladora "para" indicando el nombre y dirección de la empresa titular del producto, o bien, "Hecho en México para" indicando el nombre y dirección de la empresa titular del producto.

8.2.4. La siguiente información deberá incluirse en el empaque del producto y/o cajas y etiquetas en el recuadro principal o en las caras laterales de la etiqueta.

a) Fórmula:

Para los productos alimenticios se debe incluir el análisis garantizado indicando las cantidades mínimas y máximas de los principios nutritivos. En el caso de ser medicado debe indicarse la concentración del ingrediente activo.

b) La leyenda "Consulte al Médico Veterinario".

c) Número de lote.

d) Fecha de caducidad que debe indicar el mes con las tres primeras letras de su nombre y el año en dígitos o señalarse con el número del mes y el año con los dos últimos dígitos en este orden.

e) Indicaciones: Se debe expresar el uso, especie y aplicación en forma clara y con terminología de uso común. Si se trata de reactivos de diagnóstico se deben acompañar de un instructivo que exprese claramente su uso e interpretación de resultados.

f) Dosis, que se debe indicar en unidades del Sistema Métrico Decimal o en unidades internacionales establecidas.

g) La vía de administración que especifique si es oral, subcutánea, intramuscular u otra vía. Se debe indicar si se requiere de algún equipo especial para su aplicación.

h) Advertencias: Se deben especificar todas aquellas situaciones que representen un peligro tanto en el manejo del producto como en su uso, mencionando el antídoto correspondiente. Para el caso de antimicrobianos o cualquier otro producto cuyo principio activo pueda crear resistencia antimicrobiana o dejar residuos tóxicos, debe indicar el tiempo de retiro del producto antes del sacrificio de los animales, o bien, el tiempo en que no deben consumirse los productos o subproductos de los animales tratados.

Sección 9: Del personal técnico responsable

- 9.1 Los establecimientos dedicados a la elaboración de productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos deben contar con un Médico Veterinario responsable aprobado por la Secretaría para coadyuvar en las funciones de asistencia técnica y capacitación zoonosanitaria, así como con un profesionalista calificado en el área de producción y otro en el área del control de calidad.
- Adicionalmente deberán obtener un dictamen anual por parte de un Médico Verificador autorizado o un Médico Veterinario aprobado como unidad de verificación en establecimientos destinados a la elaboración de productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos, que avale el cumplimiento de esta Norma y las demás aplicables al caso.
- 9.2 Los establecimientos dedicados a la comercialización de productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios, deben contar con un Médico Veterinario responsable aprobado por la Secretaría para coadyuvar en las funciones de asistencia técnica y capacitación zoonosanitaria, de conformidad con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-022-ZOO-1995, Características y especificaciones zoonosanitarias para las instalaciones, equipo y operación de establecimientos que comercializan productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos.

Permisos Municipales

Los requisitos para poner en marcha una planta de ensilado son los siguientes:

1. Solicitud original y cuatro copias
2. Identificación oficial del propietario;
3. Identificación oficial de quien tramite (en su caso);
4. Copia del trámite correspondiente ante Hacienda;
5. Copia del recibo del agua para su registro;
6. Acta constitutiva en el caso de ser persona moral;
7. Dictamen de Uso de Suelo (para mayores de 120 m²);
8. Copia de aviso de funcionamiento ante Salubridad;
9. Copia de la carta de anuencia de vecinos y encargado del orden;
10. Visto Bueno de Protección Civil Municipal;
11. Dictamen de Protección al Medio Ambiente y Ecología;
12. Estudio de laboratorio de Descarga de Aguas Residuales;
13. Verificación aprobada de la Dirección de Inspección y Vigilancia.

Susceptibles de algunos otros requisitos dependiendo las leyes, reglamentos y normas que para ellos existan.

Los requisitos podrán variar en casos específicos cuando el establecimiento por su condición genere algún impacto, ya sea social, ambiental o de cualquier tipo. (Gobierno de Morelia)

Necesitaremos realizar distintas solicitudes al gobierno municipal para poder iniciar con el proyecto, dentro de las cuales están: Solicitud de Uso de Suelo y Número Oficial.

Análisis financiero

Para llevar a cabo la materialización del proyecto se requiere asignar una cantidad de recursos que pueden dividirse en tres grupos:

- La inversión inicial
- Los gastos de operación y mantenimiento

Inversión inicial

Se refiere a todos aquellos bienes y equipos que se requieren para poder iniciar la etapa productiva del proyecto, en la cual para este en particular se contempla: la infraestructura necesaria, el equipamiento y asesoría y el capital de trabajo. (Figura VII-7 y Tabla VII-28)

Tabla VII-27 Inversión inicial

INVERSIÓN FIJA	COSTO
Terreno de 500 m2	\$50,000
Construcciones 350m2	\$300,000
Maquinaria y equipos para control de calidad	\$357,800
Asesoría y capacitación	\$100,000
Total	\$707,800

Tabla VII-28 Maquinaria y equipos de control de calidad

Cantidad	Descripción	Costo (\$)
1	Trituradora	\$145,000
1	Mezcladora	\$45,000
1	Transformador de energía eléctrica de 330	\$75,000
1	Camión de tres toneladas	\$90,000
1	Medidor de pH y temperatura	\$1300
1	Báscula	\$1500
Subtotal		\$357,800

Gastos de operación y mantenimiento

Comprende una serie de activos intangibles y su recuperación es en el largo plazo, difiriéndose a año con año en los gastos de operación, estando sujetas a amortización por ley, y no con realizables. Para el proyecto, esta se concentra en su totalidad en la etapa preoperativa y los gastos a considerarse con: investigaciones y estudios previos, elaboración del proyecto de ingeniería, organización de la empresa, imprevistos y contingencias, puesta en marcha de la planta y capacitación. Ver Tabla VII-29.

Tabla VII-29 Gastos de operación y mantenimiento

OPERACIÓN	Costo anual	Costo trimestral
Sueldos administrativos	\$140,400	\$35,100
Sueldos mano de obra	\$159,120	\$39,780
Otros requerimientos (Equipo de seguridad, etc.)	\$35,000	\$8750
Subtotal	\$334,520	\$83,630
MANTENIMIENTO	Costo anual	Costo trimestral
Refacciones y mantenimiento	\$40,000	\$10,000
Subtotal	\$40,000	\$10,000
Total	\$374,520	\$93,630

Capital de trabajo

Contablemente se llama “capital de trabajo” a la diferencia del activo circulante y el pasivo circulante, para fines de evaluación del proyecto de inversión se llamara capital de trabajo, al capital necesario para la operación de la empresa. Este apartado está compuesto por los gastos de insumos y materiales (Tabla VII-30 y Tabla VII-31)

Tabla VII-30 Insumos

Costo de la Carpa	Costo Trimestral (\$3 Pesos)	Costo Trimestral (\$5 Pesos)	Costo Trimestral (\$10 Pesos)
Carpa (250 kg/d)	\$22,500	\$37,500	\$75,000
Carpa (500 kg/d)	\$45,000	\$75,000	\$150,000
Carpa (750 kg/d)	\$67,500	\$112,500	\$225,000
Carpa (1000 kg/d)	\$90,000	\$150,000	\$300,000

Costo de acido y combustible	Costo trimestral (250 kg/d)	Costo trimestral (500 kg/d)	Costo trimestral (750 kg/d)	Costo trimestral (1000 kg/d)
Acido sulfúrico (100 ml por kilo pescado) \$7 kg	\$17,325	\$34,650	\$51,975	\$69,300
Diesel	\$700	\$700	\$700	\$1000
Energía eléctrica	\$1125	\$2250	\$3375	\$4500
Agua	\$300	\$300	\$300	\$600
Subtotal primer trimestre	\$64,000	\$128,000	\$225,000	\$260,000

Tabla VII-31 Materiales

MATERIALES	Costo trimestral (250 kg/d) 25,000 kg/trim	Costo trimestral (500 kg/d) 50,000 kg/trim	Costo trimestral (750 kg/d) 75,000 kg/trim	Costo trimestral (1000 kg/d) 95,000 kg/trim
Envase 100 L (\$100)	\$25,000	\$50,000	\$75,000	\$95,000
Subtotal primer trimestre	\$25,000	\$50,000	\$75,000	\$95,000

Escenarios

Tomando en cuenta que el resultado del análisis financiero depende en gran medida de los precios, cantidad de materia prima disponible, precio de las materias primas, inversión, etc. Los escenarios propuestos se basarán en dos variables:

- Cantidad de carpa
- Precio de la carpa
- Precio final de la tonelada del ensilado de pescado. En base a lo anterior se establecen un total de 36 escenarios, donde podrá observarse la factibilidad del proyecto dependiendo las especificaciones. De esta manera a continuación se muestran los resultados.

Resultados de corrida financiera

Los resultados muestran que la cantidad de materia prima es una parte importante de la factibilidad del proyecto, ya que en ninguno de los nueve casos definidos para el primer escenario (250 kg/día), el proyecto no es rentable.

Sin embargo, aumentando la cantidad disponible de carpa diaria de 250 kg/día a 500 kg/día, el proyecto muestra un Valor Actual Neto negativo mínimo, pero con una TIR positiva del 12%, para el caso en donde el precio del ensilaje es de \$10 y el de la carpa es el mínimo (\$3).

Para el escenario que promueve la extracción de 750 kg/día de carpa, el cuarto caso (D) muestra valores negativos para la TIR y VAN, probablemente con un mayor tiempo de extracción el proyecto sería redituable. Con un precio de \$10 pesos el ensilaje, el proyecto mismo podría pagar el precio de la carpa a \$3 y a \$5, con una TIR de 62% y 14%, lo que significa que estos escenarios parecen los ideales para este proyecto.

Además si aumentara la extracción a 1000 kg/día el proyecto soporta un menor precio de venta de ensilaje (\$7) y paga el valor de la carpa en \$3, obteniendo una TIR del 13% en los 28 meses de proyecto. Mientras que si se obtuviera un precio de \$10, podría pagar el precio de la carpa a \$3 y \$5, con una TIR de 106% y 45%. Altamente redituable.

De acuerdo a lo anterior, se recomienda que para que el proyecto sea redituable por sí mismo, es importante considerar extraer cantidades mayores de 750 kg

diarios de carpa, de esta manera, no sería necesario solicitar apoyos gubernamentales. Sin embargo en caso contrario, si solo se considerarían 250 kg/día en 28 meses, debería buscarse apoyos para el pago de la carpa desde \$630,000 hasta \$6,300,000 considerando el precio de \$3 y \$10. Además de apoyos para la compra del equipo de ensilaje. A continuación se muestra el resultado (ver Tabla VII-32).

Tabla VII-32 Resultados de corrida financiera para el proyecto de Ensilaje de pescado a partir de la carpa del Lago de Pátzcuaro.

ESCENARIO 1								
	A	B	C	D	E	F	G	H
Carpa (kg/día)	250	250	250	250	250	250	250	250
je (Pesos/kg)	5	5	5	7	7	7	10	10
(Precio/kg)	3	5	10	3	5	10	3	5
ies (pesos)	\$ 1,117,652	\$ 1,293,152	\$ 1,731,902	\$ 939,452	\$ 1,114,952	\$ 1,553,702	\$ 867,824	\$ 881,324
	\$ 1,155,000	\$ 1,155,000	\$ 1,155,000	\$ 1,617,000	\$ 1,617,000	\$ 1,617,000	\$ 2,310,000	\$ 2,310,000
	-\$ 1,245,067	-\$ 1,548,759	-\$ 2,307,989	-\$ 923,380	-\$ 1,227,072	-\$ 1,986,303	-\$ 603,911	-\$ 772,603
	ND	ND	ND	ND	ND	ND		ND

ESCENARIO 2								
	A	B	C	D	E	F	G	H
Carpa (kg/día)	500	500	500	500	500	500	500	500
je (Pesos/kg)	5	5	5	7	7	7	10	10
(Precio/kg)	3	5	10	3	5	10	3	5
ies (pesos)	\$ 1,031,927	\$ 1,382,927	\$ 2,260,427	\$ 895,499	\$ 1,026,527	\$ 1,904,027	\$ 895,499	\$ 922,499
	\$ 2,310,000	\$ 2,310,000	\$ 2,310,000	\$ 3,234,000	\$ 3,234,000	\$ 3,234,000	\$ 4,620,000	\$ 4,620,000
	-\$ 1,063,420	-\$ 1,670,804	-\$ 3,189,264	-\$ 603,357	-\$ 1,027,431	-\$ 2,545,892	-\$ 83,798	-\$ 421,192
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	12.09%	-11.61%

ESCENARIO 3								
	A	B	C	D	E	F	G	H
Carpa (kg/día)	750	750	750	750	750	750	750	750
je (Pesos/kg)	5	5	5	7	7	7	10	10
(Precio/kg)	3	5	10	3	5	10	3	5
ies (pesos)	\$ 946,202	\$ 1,472,702	\$ 2,788,952	\$ 923,174	\$ 963,674	\$ 2,254,352	\$ 923,174	\$ 963,674
	\$ 3,465,000	\$ 3,465,000	\$ 3,465,000	\$ 4,851,000	\$ 4,851,000	\$ 4,851,000	\$ 6,930,000	\$ 6,930,000
	-\$ 881,773	-\$ 1,792,849	-\$ 4,070,540	-\$ 343,024	-\$ 849,100	-\$ 3,105,481	\$ 436,315	\$ 69,761
	ND	ND	ND	-7.27%	ND	ND	61.74%	13.82%

ESCENARIO 4								
	A	B	C	D	E	F	G	H
Carpa (kg/día)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
je (Pesos/kg)	5	5	5	7	7	7	10	10
(Precio/kg)	3	5	10	3	5	10	3	5
ies (pesos)	\$ 950,849	\$ 1,562,477	\$ 3,317,477	\$ 950,849	\$ 1,004,849	\$ 2,604,677	\$ 950,849	\$ 1,004,849
	\$ 4,620,000	\$ 4,620,000	\$ 4,620,000	\$ 6,468,000	\$ 6,468,000	\$ 6,468,000	\$ 9,240,000	\$ 9,240,000
	-\$ 775,436	-\$ 1,914,894	-\$ 4,951,815	-\$ 82,690	-\$ 757,459	-\$ 3,665,070	\$ 956,428	\$ 281,659
	ND	ND	ND	12.61%	ND	ND	100%	44.82%

VII.2.3 Estrategia integral para el control de la carpa (*Ciprinus*) en el lago de Pátzcuaro.

INTRODUCCIÓN

Con el fin de establecer una estrategia de extracción de la carpa común del lago de Pátzcuaro, se estableció como alternativa principal la elaboración de ensilaje de pescado. Los resultados del estudio económico permitieron desarrollar varios

escenarios bajo los cuales sería posible sostener económicamente esta alternativa, ya que permite bajo ciertas condiciones, producir el ensilaje y sostener un precio atractivo a los pescadores, además de que se haría extensiva la captura a los ejemplares de todos los tamaños y durante todo el año.

En el estudio económico se concluye que el ensilaje de pescado constituye una alternativa de suplemento alimenticio de alto en valor proteínico y digestivo para animales, se trata de un proceso de realización relativamente sencillo y de bajo costo, en comparación con el balanceo de dietas ricas en nutrientes y proteínas. En este sentido por sus características nutricionales se trata de un sustituto perfecto de la harina de pescado con un precio que representa menos del 20% de ésta. También se muestra que es importante considerar extraer cantidades mayores de 750 kg carpa al día, con lo cual no se requiere de subsidio o apoyo de gobierno debido a que se trata de una actividad rentable y sostenible para la vida útil de la inversión. Sin embargo en caso contrario, si sólo se considerarían 250 kg/día en 28 meses, debería buscarse apoyos para el pago de la carpa desde uno y hasta seis millones de pesos, para la extracción de población de carpa, considerando precios entre \$3 y \$10 por kilogramo respectivamente, además de apoyos para la compra del equipo de ensilaje.

Con base en estos resultados se consideró conveniente iniciar una ronda de sesiones y consultas con las uniones de pescadores con las cuales se trabajó el muestreo de carpa para el estudio de población. De acuerdo a esto, se pretende realizar un recorrido en las siguientes uniones de pescadores presentando los resultados del estudio y estableciendo un primer compromiso de colaboración, el cual se debe reflejar en una carta de apoyo al proyecto de extracción, en la cual la unión de pescadores expresen de la manera más sencilla su acuerdo a que la carpa sea extraída o eliminada del lago, ya que la identifican como un problema para la existencia de las otras especies. Asimismo, se solicita que en esa carta firmen todos los pescadores que están de acuerdo y pongan el número de su credencial del IFE. En algunos casos se ha considerado la necesidad de que sea a través del jefe de tenencia que se realice este trámite y ponga su sello para confirmar el apoyo de los pescadores. Esta carta cumple también otro propósito, ya que surgió a solicitud de la encargada de ecología del Municipio de Pátzcuaro, Adriana Ortega, ya que es muy factible que se reciban apoyos económicos para proyectos alternativos que pudieran ir en paralelo con el proyecto de extracción, como es la producción de achoque y de xapu.

De acuerdo a las primera ronda de visitas, y considerando la recomendación surgida del estudio de mercado del ensilado de realizar un estudio piloto que permita diseñar dietas apropiadas para ganado que pudieran elaborarse con base en el ensilado de carpa, se consideró conveniente que se redujera el volumen de compra a 100 kg diarios, en vez de los 720 definidos, así como que se trabajara con un grupo restringido de uniones, con el fin de elaborar la logística necesaria para la pesca, guardado en corrales, recolección, pago y procesamiento de la carpa.

En la Tabla VII-33 se resume la situación que a fines de agosto se tiene con relación al proceso de implementación de la alternativa de extracción.

Tabla VII-33 Relación al proceso de implementación de la alternativa e extracción

Unión de Pescadores por localidad	Representantes o informantes	Posición
Tzintzuntzan	Pedro Cornelio, quien es el representante de los pescadores ante la Comisión de Cuenca.	Ha eludido la realización de una reunión con los pescadores. Afirmando que primero consultará con los funcionarios de Compesca.
Ihuatzio	El contacto con la unión es Anastasio Valdovinos, quien representa una fracción de los pescadores, ya que el representante formal es Francisco Urbina, con quien se ha tenido una relación más distante.	La reunión se llevó a cabo con un pequeño grupo, los cuales afirmaron que platicarían con el resto de pescadores para apoyar el proyecto de extracción.
Puácuaro	Se ha mantenido la comunicación con Vicente Mendoza, y asistió el representante Maximino. Estuvieron en la reunión la mayoría de los pescadores activos.	La reunión mostró las dudas y la posición de mayor apoyo al proyecto, ya que se mostró que no existe ninguna otra actividad con los pescadores, y este proyecto no implica para ellos ninguna coinversión, mas que su apoyo a que se realice. También discutieron que se apoyaría. Al finalizar la sesión ellos se reunieron para discutirlo como unión.
Janitzio	Asistieron mayoritariamente de la Unión de Pescadores ItsiUajpa y unos dos pescadores de la unión Taricuari. Se habló en dos ocasiones con el representante de la unión Mariposeros, pero no asistieron (estos están activos para la pesca de charal y en el espectáculo para turistas).	La posición mostrada por la mayoría es de ambigüedad, en tanto unos muestran mucha desconfianza hacia cualquier acción o propuesta que provenga de entidades gubernamentales, otros insistieron en que se debía dar mayor información a las demás uniones (existen cinco en la isla), las cuales también debían ser informadas para que tomaran una decisión. Por esta razón se organizó otra reunión próxima, en donde asistan las otras uniones.
Santa Fe	Santiago Antonio	Mostró mucha inseguridad de promoverla el mismo como representante, por lo que solicitó tiempo para platicarla con el jefe de tenencia y otros pescadores.
Ichupio		Está asociada con Tzintzuntzan
Tarerio		Está asociada con Tzintzuntzan
Ojo de Agua		Está asociada con Tzintzuntzan
Pacanda		Funciona la unión, y está pendiente la visita de restitución de los resultados del estudio de población de la carpa.
Yunuen		Está pendiente la visita de restitución de los resultados del estudio de población de la carpa.

Unión de Pescadores por localidad	Representantes o informantes	Posición
Colonia Revolución		Está pendiente la visita de restitución de los resultados del estudio de población de la carpa.
Purenchecuaró		Está pendiente la visita de restitución de los resultados del estudio de población de la carpa.
Tzirondaro Ucasanastacua		Es una unión ya desorganizada Tienen una posición reacia a cualquier actividad con entidades gubernamentales, y mostraron poco interés o capacidad de acción colectiva en una primera convocatoria

Se considera que con el apoyo de unas cinco uniones sería suficiente para establecer la prueba piloto, y que una vez implementada la compra de carpa, las demás uniones, o de manera individualizada, se daría la incorporación de los demás pescadores.

Se encuentra en elaboración el guión del video sobre aspectos culturales de los pescadores, como son las ceremonias y fiestas relacionadas con su actividad, así como las formas en que trabajan actualmente y como era hasta no hace más de dos décadas. El otro guión que se empezó a preparar es el del ensilado, el cual deberán hacerse los registros en los próximos dos meses, para que una vez que inicie el proyecto, se tenga un material informativo más preciso sobre esta alternativa.

VII.2.4 Conclusiones

Conclusiones

La valoración económica de costo-beneficio del plan de extracción de la carpa común (*Cyprinus carpio*), requiere de la información que proporcionará el estudio de población de carpa en el lago para establecer el volumen de pesca potencial así como una estimación de las tallas y artes de pesca sobre las cuales se puede generar el mayor efecto la captura adicional, y así poder calcular el período de vida de la infraestructura que se requiere cualquiera de los escenarios que se está estudiando.

Se cuenta con una información sobre el esfuerzo pesquero, en el Plan de manejo del lago, de 2006. Esta información, junto con la de otros estudios recientes da una idea del potencial de captura que tienen los pescadores activos actualmente, sobre el cual se debe calcular el número de nuevos pescadores en cualquier escenario en el que se estimule la captura de carpa con base en algún estímulo económico.

Por lo anterior, es importante establecer reglas claras y procedimientos consensuados con las uniones de pescadores porque las diferencias sociopolíticas que han sostenido durante décadas entre comunidades, la inexistencia de una instancia reguladora de la pesca a nivel de todo el lago, la incapacidad de la Sagarpa de implementarla, se requiere que sean los mismos pescadores a quienes acuerden una forma de regular tanto los conflictos como las formas de hacer extensivo un programa de extracción.

Se requiere de la organización de los pescadores en torno a un proceso de recolección, en el cual se asegure que la carpa recolectada sea del lago, y no traída de otros cuerpos de agua –por ejemplo de Infiernillo-.

Se deben de trabajar las opciones económicas con las uniones de pescadores, ya que existen varios antecedentes y la percepción construida en contra de algunas de ellas, como se verificó a través de entrevistas. Es el caso de la planta de harina de pescado, de la cual existe el antecedente a principios de 1982, los pescadores se movilizaron para clausurar una planta procesadora de harina de pescado, ubicada en las inmediaciones del lago y del rancho de Sanabria.

Con la información preliminar, se considera como más viable económicamente el escenario de un procesamiento al pescado para su venta en el mercado local y regional. La instalación de una fileteadora sería una de las opciones mejores expectativas, al existir otros ejemplos de procesamiento de carpa, como la de Cojumatlán, a la orilla del lago de Chapala, en donde se procesa filete para cadenas comerciales de Guadalajara.

La estimación económica preliminar para el establecimiento de un sistema de composteo de la carpa, resulta ser un escenario muy poco factible, ya que requeriría de un subsidio importante para sostener una infraestructura y manejo con muchos procedimientos técnicos para el tratamiento de los derivados del proceso

VIII. ESTRATEGIA PARA APOYAR LA RECUPERACIÓN DE LOS PECES NATIVOS DEL LAGO DE PÁTZCUARO A TRAVÉS DEL MANEJO DE ESPECIES EXÓTICAS: PROPUESTAS PARA EL MANEJO DE LA CARPA COMÚN *CYPRINUS CARPIO*.

VIII.1 Metodología.

VIII.1.1. Revisión documental

Para fundamentar de mejor forma y elaborar la Estrategia para la recuperación de especies nativas, fue necesario llevar a cabo la recopilación, revisión y análisis bibliográfico de una amplia gama de documentos de distinta índole tales como: a) Estrategias de manejo de especies exóticas de México y también de otros países; b) estrategias de manejo de carpa (nacionales y extranjeros); c) documentos de investigación básica y aplicada que se hayan llevado a cabo en la cuenca de Pátzcuaro; d) planes de manejo del Lago de Pátzcuaro; y, e) reportes técnicos de varias instituciones nacionales.

VIII.1.2. Entrevistas y consultas con personas clave

La solidez de la Estrategia para apoyar la Recuperación de las Especies Nativas a través del Manejo de Especies Exóticas en el Lago de Pátzcuaro está correlacionada de forma directa con la amplitud y diversidad de la participación activa de las personas y organizaciones conocedoras del problema, por ello un elemento central del trabajo fue la realización de consultas puntuales y entrevistas (semi-estructuradas) con representantes de los sectores social, académico, político e institucional. Para llevar a cabo las entrevistas, se realizó un recorrido rodeando por completo el Lago de Pátzcuaro. En total se realizaron 27 entrevistas útiles equivalentes a 28 hrs. 46 minutos de grabación con personas clave (Tabla 5). Además, se visitó el humedal de San Jerónimo Purenchécuaro, la casa ecológica de Erongarícuaro, la reserva de pescado blanco que maneja la Comisión Estatal de Pesca del gobierno del Estado, y finalmente se hizo una búsqueda desafortunadamente infructuosa en la localidad de Ucazanztacua con el fin de visitar las instalaciones de horno y planta para procesamiento de pescado para embutidos.⁵⁴

⁵⁴ A decir de los lugareños este sitio ya no existe en la localidad y efectivamente no pudimos observar ninguna edificación que pareciese una nave industrial como la que se pensaba encontrar.

Tabla VIII-1 Entrevistas realizadas con personas clave por sector

No de entrevistas	Nombre de los entrevistados	Institución/Actividad	Sector	Duración de la entrevista	Fecha de entrevista
1	Ortiz Carlos y Amador Alfredo	ININEE-UMSNH	Académico	2:30 Hrs	07/02/2012
2	Hernández Montaña Daniel	CRIP-Pátzcuaro	Gobierno Federal	2:08 Hrs	08/02/2012
3	Martínez Palacios Carlos Antonio	IIF	Académico	1:59 Hrs	08/02/2012
4	Cartagena Nereyda	SUMA	Gobierno Estatal	1:25 Hrs	09/02/2012
5	Córdoba Miguel Ángel	IMTA	Gobierno Federal	1:00 Hrs	09/02/2012
6	Ortega Varela Antonio	SAGARPA	Gobierno Federal	1:41 Hrs	09/02/2012
7	Rosas Monge Catalina	Ex SUMA	Gobierno Estatal	2:41 Hrs	08/03/2012
8	Vargas Guillermo	Ex SUMA	Gobierno Estatal	2:03 Hrs	08/03/2012
9	Castilleja González Aída	Centro INAH Michoacán	Académico	1:38 Hrs	09/03/2012
10	Cornelio Pedro	Pescador	Sector social	2:20 Hrs	09/03/2012
11	Linding Cisneros Roberto	CIEco-UNAM	Académico	45:36 Min	09/03/2012
12	Suazo Ortuño Ileri y Alvarado Díaz Javier	INIRENA-UMSNH	Académico	1:41 Hrs	09/03/2012
13	Victoria Gabriel	Reproductora de achoque	Sector social	41:17 Min	09/03/2012
14	Sra. de Calderón	Pescadera	Sector social	16:37 Min	16/05/2012
15	Abraham Cristóbal	Habitante de Uranden	Sector social	16:55 Min	16/05/2012
16	Antónia	Pescadera	Sector social	16:37 Min	16/05/2012
17	Antonio	Habitante de Santana Chapitiro	Sector social	6:58 Min	16/05/2012
18	Hija del Tata Jacinto	Pescadero	Sector social	38:51 Min	16/05/2012
19	Juan	Pescadero	Sector social	38:51 Min	16/05/2012

No de entrevistas	Nombre de los entrevistados	Institución/Actividad	Sector	Duración de la entrevista	Fecha de entrevista
20	No identificado	Pescadero	Sector social	38:51 Min	16/05/2012
21	No identificado	Pescadero	Sector social	38:51 Min	16/05/2012
22	No identificado	Pescadora ocasional de la isla de Uranden	Sector social	16:55 Min	16/05/2012
23	No identificado	Habitante de Uranden	Sector social	16:55 Min	16/05/2012
24	No identificado	Hotelero de Ucazanaztacua ; Patronato raíces y esencias culturales de Pátzcuaro	Sector social	31:09 Min	16/05/2012
25	No identificado	Guía de turistas	Sector social	31:09 Min	16/05/2012
26	Silva José Francisco	Mesero	Sector social	4:30 Min	16/05/2012
27	Solorio Armida	Comerciante de Napizaro	Sector social	45:58 Min	16/05/2012

VIII.1.3. Análisis de sustentabilidad

El análisis empleado para la evaluación de las alternativas de acción que se recomiendan en la Estrategia para Apoyar la Recuperación de las Especies Nativas en el Lago de Pátzcuaro es la derivación de un sistema de calificación comparativo del grado de sustentabilidad de proyectos selectos. Los criterios que se emplean en el sistema de calificación se agrupan en 9 ámbitos: Ecológico, Económico, Social, Cultural, Político, Técnico, Legal, Temporal y Espacial. Los ámbitos corresponden a lo que nosotros consideramos requisitos *sine qua non* de toda iniciativa que pretenda ser sustentable.⁵⁵ A medida que se va formulando y va adquiriendo forma una propuesta de Estrategia con todos sus componentes, es fundamental someterla a un análisis de sustentabilidad para en función de ello realizar los ajustes pertinentes. Las propuestas de acción que surgieron a partir de la revisión bibliográfica y de las entrevistas fueron calificadas por medio de la

⁵⁵ La sustentabilidad a nuestro juicio es un concepto dinámico, casi como el horizonte, en constante movimiento aparente a medida que se aproxima uno a él. Los ámbitos corresponden a eslabones de una cadena que hay que ir manejando de forma adaptativa, es decir fortaleciendo siempre al más débil según corresponda. La fortaleza, cercanía o grado de propensión de una iniciativa o proyecto para con la sustentabilidad dependerá del número de elementos deseables que dicha iniciativa despliegue, muestre, presente o contenga en todos los ámbitos que delinear la sustentabilidad. Es precisamente esa cercanía, grado de propensión o fortaleza lo que éste sistema busca calificar.

metodología de análisis de sustentabilidad de FAUNAM AC que es utilizada con éxito a nivel nacional e internacional y que considera los siguientes ámbitos: Ecológico, Económico, Social, Cultural, Político, Técnico, Legal, Temporal y Espacial.

En el ámbito ecológico por ejemplo se revisan la resiliencia, interacciones dentro del ecosistema, cuestiones demográficas para determinar la cosecha máxima sugerida, los impactos potenciales en la estabilidad del sistema, entre otros asuntos. En el económico la viabilidad financiera, el costo-beneficio, amortización o recuperación de costos, rentabilidad e instrumentos económicos como incentivos y desincentivos, entre otros asuntos. En lo relativo al ámbito social se revisan la pertinencia, participación, aceptación e impacto social, equidad y toma de decisiones por ejemplo. En el ámbito cultural se certifica la congruencia con valores, costumbres, conocimiento y prácticas culturales, entre otros aspectos. En lo político se repasa también la pertinencia, oportunidad, aceptación y apoyo de las medidas previstas. Lógicamente no pueden proponerse acciones que no consideren el ámbito legal, éstas deben en todo caso respetar y ser consecuentes con los marcos normativos aplicables. En el ámbito técnico las consideraciones son muy amplias, la idoneidad, eficacia, eficiencia, factibilidad, riesgos de implementación, cuestiones operativas y logísticas, monitoreo y evaluación, márgenes de seguridad, plazos, esfuerzo-rendimiento, artes y prácticas óptimas, zonificaciones, innovación tecnológica, etc. Los factores de tiempo y escala son consideraciones críticas también puesto que lo que puede ser exitoso a una escala y en un tiempo dado puede fracasar a otra escala o en otro momento. La especificidad en ambas materias, tiempo y espacio por tanto no es trivial y forma parte del análisis.

Aplicación del sistema de calificación comparativo del grado de sustentabilidad

El resultado de aplicar el sistema de calificación a una acción, actividad, iniciativa o proyecto puede resultar interesante para los ejecutores del proyecto porque les permitirá detectar debilidades y ventanas de oportunidad para la mejora continua en la ruta a la sostenibilidad. Sin embargo, cuando el resultado no se genera con ese propósito, visto de forma aislada puede no tener aparentemente ningún significado a menos que se le compare con el o los resultados que se obtengan de aplicar el sistema a otras acciones, actividades, iniciativas o proyectos, en ese momento su riqueza y potencial de calificación comparativa queda en evidencia.

Esta fortaleza que es función y característica del sistema, es de particular relevancia para la comunidad de donantes así como para quienes realizan labores de monitoreo y evaluación de documentos de planificación (como planes de

negocio, programas de manejo, estrategias, etc.) así como de actividades, acciones, iniciativas o proyectos (derivación de lecciones aprendidas, intervenciones de control o corrección, incluso reingeniería) o para quienes, además pretenden fines de prospectiva, planificación estratégica o promoción (por segmentos del mercado)

EXTRA La aplicación del sistema permite además de lo antes dicho, la detección de vacíos o huecos, así como de inconsistencias en la información que contiene el documento de planificación objeto de análisis con el sistema. Por otro lado permite también depurar el documento, sea éste un plan, programa o estrategia, al poner en relieve sus fortalezas y debilidades relativas. Estas aplicaciones concretas fueron de las características del sistema que más se explotaron para los propósitos de análisis comparativo de las alternativas de acción que se proponen como parte de la presente Estrategia para apoyar la recuperación de las especies nativas en el lago de Pátzcuaro.

Premisas del sistema de calificación comparativo del grado de sustentabilidad

Es un sistema de calificación comparativa. Como su nombre lo indica únicamente busca comparar iniciativas de proyectos, acciones o actividades previstas en documento de planificación como planes, programas y estrategias.

Aun cuando puede aplicarse al término de la vigencia de una estrategia, plan o programa, no pretende evaluar los avances de los proyectos, acciones o actividades enlistadas, ni en calidad ni en cantidad. Califica la naturaleza del proyecto/ intervención o acción descrita. No evalúa directamente las actividades, proyectos, acciones o intervenciones realizadas o por realizar. No evalúa directamente tampoco a las organizaciones o grupos ejecutores, responsables o participantes de dichas acciones, actividades, intervenciones o proyectos. Indirectamente, combinando con la estadística descriptiva y con otros análisis comparativos (matriz de avance en el caso de alguna estrategia vigente por ejemplo) si puede dar cuenta de la "calidad" del avance de las intervenciones-acciones. Pretende dar cuenta de la fortaleza de las actividades, proyectos, acciones o intervenciones en términos de su sustentabilidad. La calificación obtenida equivale a una lectura de brújula, ayuda a corregir el rumbo hacia la dirección deseada (el horizonte de la sustentabilidad). Se parte necesariamente en este caso particular de Pátzcuaro, de la información al alcance y que se desprende de las entrevistas, las visitas y la lectura de diversos documentos, información toda contenida en el documento mismo de la multicitada estrategia. Es claro que otra información complementaria (por ejemplo otros análisis o estudios técnicos justificativos, nuevas entrevistas a nuevos actores o la muestra de resultados concretos a-posteriori) pueden hacer que los valores cambien en una segunda aplicación del semáforo.

Características del sistema de calificación comparativo del grado de sustentabilidad

Califica Sustentabilidad.

Es una instantánea. Deliberadamente se usan pocos criterios/ámbitos

Es escalable en complejidad

Es modular

Explota el “Juicio Experto”

Emplea escala numérica

Cuatro valores

Cuatro colores

Criterios ponderados

Los resultados incluso pueden ofrecerse en representación porcentual con fines de comunicación

La profundidad en los análisis por ámbito y criterio está determinada por la disponibilidad de tiempo y presupuesto.

El propósito del sistema es ser completo incluso en su aplicación más somera.

Ámbitos y ponderación del sistema de calificación comparativo del grado de sustentabilidad

El perfil ideal de una actividad, acción, iniciativa o proyecto sustentable tipo es la forma mas simple de mostrar los ámbitos y criterios que se emplean en el sistema y esto es así puesto que dicho proyecto, acción o actividad sustentable hipotética habría de cubrir a cabalidad todos los elementos que a continuación se señalan en todos los nueve ámbitos. Obviamente se trata del ideal, que como fuera señalado antes es el equivalente del horizonte, en una palabra, inalcanzable.

Antes de la aplicación del sistema de calificación comparativa debe definirse la importancia relativa que para el caso en análisis tienen cada uno de los ámbitos. Esta ponderación se entiende que puede y regularmente es distinta dependiendo de los fines de la aplicación del sistema y del caso en cuestión. Para el caso concreto de la Estrategia para Apoyar la Recuperación de las Especies Nativas en el Lago de Pátzcuaro, el peso relativo que se asignó a cada uno de los ámbitos fue el siguiente:

Ámbito	Ponderación
Cultural	9
Ecológico	20
Económico	14
Social	11

Político	8
Técnico	20
Legal	8
Espacial	5
Temporal	5

Sumatoria 100%

La sumatoria de la ponderación equivale al 100% del valor total. Como puede observarse en este caso, los criterios de mayor peso son los técnicos y los ecológicos, así como los sociales y culturales que colectivamente representan el 60% de la calificación. En este caso pesan más los criterios sociales y culturales (20%) que los económicos (14%) o que los políticos (8%) por ejemplo. Se pensó que el propósito último de la Estrategia, como su propio título anuncia pretende “apoyar la recuperación de las especies nativas en el lago de Pátzcuaro” en consecuencia, los criterios ecológicos y técnicos resultan centrales (reúnen el 40% de la calificación total), el segundo paquete de criterios que consideramos mas importantes son los sociales y culturales para el contexto del Lago de Pátzcuaro (con ellos ya se suma el 60% de la calificación total). El ámbito que consideramos seguía a los anteriores en importancia relativa fue el económico, restándole importancia frente a los anteriores. Lo usual es lo contrario, que los asuntos económicos se les confiere un valor mayor que los asuntos socioculturales, no en este caso. Incorporados los criterios económicos se suma ya el 74% de la calificación. Enseguida consideramos con igual peso relativo los asuntos políticos y legales (llegando a sumar hasta el 90% de la calificación) y en último término se reconoció la importancia de las dimensiones espacial y temporal, cuyo colectivo 10% completa el 100% de la calificación máxima total.

Como señalamos anteriormente, los pesos relativos de los ámbitos y criterios se definen a priori y en función de los propósitos del análisis. En caso de una segunda aplicación de verificación o seguimiento debe respetarse la ponderación inicial de otro modo los resultados no son directamente comparables. Es importante señalar sin embargo que el sistema permite hacer variaciones a las ponderaciones con los resultados en mano y esa dificultad de la comparabilidad de dos aplicaciones puede ser salvable.

Para el caso concreto de la evaluación de las alternativas de acción de la Estrategia para Apoyar la Recuperación de las Especies Nativas en el Lago de Pátzcuaro, el lote de criterios aplicables en cada ámbito es el que se muestra a continuación. Son éstos los elementos que se valoran al momento de aplicar el sistema de calificación comparativa y contra los que se asigna un valor o calificación. El valor recomendado se asigna cuando se reconoce que aplica o coincide con el mayor número de elementos o condiciones que se describen en la evaluación de los criterios. Dicho de otra forma se asigna el valor del párrafo que

mejor describa la acción evaluada contra esos criterios. Los criterios deben ser evaluados con metodologías convencionales, mejores prácticas y procedimientos reconocidos y estándar, como se dijo antes la profundidad dependerá de los recursos financieros, humanos y el tiempo que quiera invertirse en el análisis.

Se emplea una escala de cuatro valores siendo 4 el máximo y 1 el mínimo. El empleo de esta escala permite clara e indubitablemente distinguir un polo del otro, dos valores mas próximos a un extremo (3 y 4, los valores mayores) y los valores mínimos (1 y 2) mas próximos al otro extremo. Los valores máximos resultantes de la sumatoria representan mayor sustentabilidad y los mínimos un escenario alejado de lo sustentable.

Criterios y evaluación del sistema de calificación comparativo del grado de sustentabilidad

A continuación se describen los criterios para cada ámbito (Cultural, Ecológico, etc.) y su asignación de valores:

A. ÁMBITO CULTURAL

Criterios:

- a) Compatible
- b) Aceptable
- c) Positivo (fortalece o contribuye a preservar)

Se asigna un valor de 4 como calificación cuando la acción o iniciativa es compatible con la cultura local, con las prácticas culturales locales vigentes e históricas presentes. Aceptable culturalmente, preferentemente además fortalece o contribuye a preservar la cultura local, es positiva.

Se asigna un valor de 3 como calificación cuando la acción o iniciativa es compatible con la cultura local, no les confronta, violenta o se contrapone. No es algo propio pero puede ser aceptado por no contravenir las creencias y prácticas culturales. No refuerza o fortalece la cultura local ni contribuye a preservar la cultura. Es inocuo culturalmente.

Se asigna un valor de 2 como calificación cuando la acción o iniciativa contrasta con la cultura local, es una práctica cultural exótica, no nativa, es incompatible con la cultura local pero no se contrapone con ésta. Es una influencia negativa culturalmente.

Se asigna un valor de 1 como calificación cuando la acción o iniciativa no es compatible con la cultura local, es una práctica cultural no nativa, exótica. Se contrapone a la cultura local, la confronta, la violenta, es agresiva para con las prácticas culturales locales, no es aceptable culturalmente por ello. Es una influencia negativa culturalmente, por ello no recomendable.

B. ÁMBITO ECOLÓGICO

Criterios:

- a) Armónico
- b) Inocuo
- c) Positivo
- i) Remedia
- ii) Restaura
- iii) Rehabilita
- iv) Conserva

Se asigna un valor de 4 como calificación cuando la acción o iniciativa es una intervención que es armónica con los ecosistemas o ambientes naturales y las especies y características que los componen. No sólo no tiene un impacto ambiental negativo sino por el contrario positivo en tanto que ayuda a restaurar, remediar, rehabilitar y conservar las condiciones naturales óptimas. El balance de esta intervención es favorable para la salud del planeta en el largo plazo.

Se asigna un valor de 3 como calificación cuando la acción o iniciativa es una intervención que es inocua ecológicamente hablando, no tiene un impacto negativo ostensible o significativo. Es armónica con los ecosistemas y ambientes naturales.

Se asigna un valor de 2 como calificación cuando la acción o iniciativa es una intervención que tiene un impacto ambiental negativo, no es armónica con los ecosistemas naturales pero por su magnitud e importancia estos impactos pueden ser mitigados o remediados con algunas medidas preventivas o precautorias y otras compensatorias de mitigación o restauración franca. Preferentemente se atienden éstas antes de aprobar la intervención. El balance de la intervención es negativa para la salud del planeta en el largo plazo.

Se asigna un valor de 1 como calificación cuando la acción o iniciativa es una intervención que tiene un impacto ambiental negativo significativo. No puede ser armónica con los ecosistemas naturales y por la magnitud e importancia del impacto negativo que genera no puede ser prevenido o remediados con medidas precautorias o compensatorias. Por el deterioro ecológico que trae aparejado no se recomienda desarrollar esta intervención, es contraindicada.

C. ÁMBITO ECONÓMICO

Criterios:

- a) Viable
- b) Rentable
- c) Factible
- d) Independiente
- e) Autosuficiente
- f) Vinculado-Alianzas Estratégicas

Se asigna un valor de 4 como calificación cuando la acción o iniciativa es Viable (con recursos propios o a la mano), Rentable (pronta recuperación de la inversión), Factible (puede iniciarse y echarse a volar con los recursos disponibles). Los cálculos y estudios preliminares indican que puede operar de forma independiente económicamente, puede ser autosuficiente económicamente, es decir genera recursos suficientes para continuar sin inyección de recursos frescos. Está vinculado es decir dispone de alianzas estratégicas complementarias para propósitos diversos por ejemplo para promoción o comercialización. Se puede hacer aun no teniendo presupuesto fiscal etiquetado para ello, sólo con los recursos del gasto corriente u operativo.

Se asigna un valor de 3 como calificación cuando para ejecutar la acción o iniciativa los recursos propios no son suficientes. Requiere recursos externos de inicio, mayor plazo para la recuperación de la inversión. Relativa independencia económica en el ciclo de un año calendario, no antes. Requiere alianzas para conseguir éxito económico. Se puede hacer sólo si se tiene presupuesto fiscal municipal o estatal etiquetado para ello

Se asigna un valor de 2 como calificación cuando la acción o iniciativa para ejecutarse requiere intermitentemente la inyección de recursos externos frescos. Es si acaso estacionalmente rentable, no así en un año calendario. No genera suficientes recursos para mantenerse sólo. Depende del exterior Depende de alianzas externas para sobrevivir. Se puede hacer sólo si se tiene apoyo complementario del presupuesto fiscal federal.

Se asigna un valor de 1 como calificación cuando la acción o iniciativa no es viable económicamente. Depende de aportaciones permanentes del exterior. Se puede hacer si además se tienen recursos complementarios de algún grupo de interés nacional o internacional. No es rentable. Sus ingresos no compensan adecuadamente sus egresos. Es una acción o iniciativa desvinculada, aislada.

D. ÁMBITO SOCIAL

Criterios:

- a) Aceptable
- b) Justo
- c) Equitativo
- d) Aprehendido
- e) Claramente Benéfico
- f) Demanda/ Apoyo

Se asigna un valor de 4 como calificación cuando la acción o iniciativa es una intervención que cuenta con apoyo social, la gente la demanda, la espera. La intervención es socialmente aceptada y aceptable, considerada justa y equitativa, se le reconoce colectivamente un claro beneficio. Se puede esperar la activa participación social en la iniciativa, no sólo de los beneficiarios sino de toda la comunidad, no hay dudas sobre la adopción de la intervención, con toda seguridad será aprehendida socialmente en lapso breve. Es una intervención gestionada desde las comunidades, desde la sociedad en respuesta a sus demandas.

Se asigna un valor de 3 como calificación cuando la acción o iniciativa, aun no siendo gestionada por la sociedad local es una intervención que cuenta con apoyo social. La mayor proporción de la comunidad considera que es aceptable, la demanda, la considera justa y le reconoce colectivamente un claro beneficio. Altas probabilidades de ser adoptada. Sus beneficios son equitativos. Se espera la activa participación de los beneficiarios directos.

Se asigna un valor de 2 como calificación cuando no hay un abierto apoyo social ni un abierto rechazo social a la intervención, acción o iniciativa. Una parte de la comunidad local, los beneficiarios directos la consideran aceptable y le reconocen sus méritos. Para otros en la comunidad los beneficios no son claros. Baja probabilidad de adopción cuando cese la presencia de agentes del exterior. Los beneficios de la intervención no se distribuyen ni equitativa ni homogéneamente en toda la comunidad, no por ello es injusta o inconveniente.

Se asigna un valor de 1 como calificación cuando se reconoce que la acción o iniciativa sólo una minoría le considera aceptable. No hay oposición abierta, pero tampoco un beneficio claro y en cambio si un perjuicio percibido o real. O bien, hay un rechazo social a la intervención. No es claro para la mayoría de la comunidad los beneficios de la intervención. No se considera a priori que pueda ser adoptada. Pueden presentarse conflictos sociales como resultado de la intervención. Por ese

E. ÁMBITO POLÍTICO

Criterios:

- a) Oportuno
- b) Deseable
- c) Conveniente
- d) Correcto
- e) Luce-viste

Se asigna un valor de 4 como calificación cuando la acción o iniciativa es una intervención que es políticamente muy oportuna y por ello conveniente y hasta deseable. Es políticamente correcto. Si hay demanda y apoyo nacional o internacional. Sin duda, en el corto plazo, es algo que “hace lucir o viste” al político interesado que lo impulse. Tiene gran visibilidad política.

Se asigna un valor de 3 como calificación cuando la acción o iniciativa es una intervención que es políticamente correcta, puede ser oportuna y por ello recomendable. Si hay demanda y apoyo local para su realización. Probablemente es algo que “hace lucir o viste” curricularmente al político interesado que lo impulse aunque no sea tan visible en el corto plazo.

Se asigna un valor de 2 como calificación cuando la acción o iniciativa es una intervención que no parece ser políticamente contraindicada, no contraviene aparentemente el status quo político. No hay demanda local, pero no hay oposición. Pareciera políticamente inocua.

Se asigna un valor de 1 como calificación cuando aun no habiendo oposición a la intervención, acción o iniciativa se considera inoportuna o inconveniente políticamente. No se recomienda por poder generar reacciones políticas negativas, es políticamente contraindicada. Aparentemente contraviene el status quo político imperante. Puede haber una oposición política abierta a su realización y hasta un bloqueo.

F. ÁMBITO TÉCNICO

Criterios:

- a) Factible-viable
- b) Pertinente
- c) Demandado
- d) Justificado-indicado
- e) Capacidad local/próxima
- f) Sinergias

Se asigna un valor de 4 como calificación cuando la intervención, acción o iniciativa es técnicamente factible-viable. Es la intervención que mejor se justifica,

la más conveniente, la opción más recomendable. Corresponde a la solución técnica mas aceptable, de mayor consenso, la mas demandada incluso. Se cuenta con estudios que justifican la realización de acciones. La pertinencia científica y técnica es muy alta, la reclama o demanda la academia local o nacional, incluso internacional. Es congruente y muy vinculado con las líneas estratégicas del Programa de Recuperación Ambiental del Lago de Pátzcuaro (PRACLP). Existe conexión con los instrumentos generales de gestión y política nacional y estatal. Es congruente con el avance y momento de la investigación científica y desarrollo tecnológico. Existen localmente grupos u organizaciones que están trabajando sobre este aspecto. Hay la capacidad técnica para implementarla prácticamente sin asesoría.

Se asigna un valor de 3 como calificación cuando para la ejecución de la intervención, acción o iniciativa se cuenta con estudios en proceso o información parcial que justifica la realización de acciones. Reconocida pertinencia científica y técnica pues lo pide o demanda la academia local. En la zona existen grupos u organizaciones trabajando en aspectos similares. Es congruente y vinculado con algunas de las líneas estratégicas del PRACLP. Existe conexión con algunos instrumentos como la Estrategia Estatal de Conservación de la Diversidad Biológica, la Estrategia Nacional en la materia, el Programa Sectorial Federal de Medio Ambiente, el programa estatal de medio ambiente. Técnicamente la intervención es factible. Corresponde a una de las soluciones técnicas más recomendables. Hay la capacidad técnica para implementarla con asesoría.

Se asigna un valor de 2 como calificación cuando es posible realizar los estudios que permitan identificar la viabilidad de las acciones. La justificación técnica de la intervención no es clara, ni hay demanda, ya que no necesita aval técnico o científico. La opción selecta puede optimizarse, sustituirse quizá por otra solución técnicamente mas indicada. Existen localmente únicamente individuos que trabajan en temas similares. Es congruente y vinculado sólo con acciones al interior de las líneas estratégicas del PRACLP que le considera. Existe conexión con alguno de los instrumentos señalados. La capacidad técnica para implementarla es muy limitada localmente.

Se asigna un valor de 1 como calificación cuando hay fundadas dudas sobre si la intervención es técnicamente factible-viable. No es la intervención que mejor se justifica, ni la mas conveniente se considera que hay otras opciones mas recomendables No es congruente ni hay vinculación con las líneas estratégicas del PRACLP ni conexión con otros documentos estratégicos pertinente o peor aún no sólo no es consecuente con las estrategias sino que aparentemente las contraviene en alguna proporción. No se justifica técnicamente, o hasta se

contraindica. En la zona no existen grupos o personas trabajando ni en acciones similares.

G. ÁMBITO LEGAL

Criterios:

- a) Permitido
- b) Cubierto
- c) Incentivo/Desincentivo

Se asigna un valor de 4 como calificación cuando la acción o iniciativa es una intervención que está legalmente permitida, esta cubierta por la ley, es legal. No hay impedimento legal y si por el contrario hay facilidades o incluso un mandato expreso para facilitar la puesta en marcha de la intervención selecta.

Se asigna un valor de 3 como calificación cuando la acción o iniciativa es una intervención que está legalmente permitida, esta cubierta por la ley, es legal. No hay impedimento legal para que se desarrolle ni lugar a falsas interpretaciones legales.

Se asigna un valor de 2 como calificación cuando para la realización de la acción o iniciativa se reconoce que hay un impedimento legal que es subsanable con la intervención de entidades locales. Pueden presentarse problemas por la interpretación legal sobre si la iniciativa o acción está permitida, toda o parte de ella, dentro de la ley. Hay un riesgo legal.

Se asigna un valor de 1 como calificación cuando se reconoce que para la ejecución de la acción o iniciativa hay un impedimento legal salvable con intervención federal o es irresoluble. La acción o iniciativa propuesta en alguna proporción es ilegal y por ende contraindicada.

H. ÁMBITO ESPACIAL

Criterios:

- a) Escala
- b) Vinculación
- c) Concatenación
- d) Sinergia
- e) Alcance

Se asigna un valor de 4 como calificación cuando por su escala, en términos de cobertura geográfica, por su vinculación, concatenación y sinergia con otros

procesos en marcha, se presupone que el alcance de la intervención tenga un impacto visible a nivel estatal o nacional. (Incluso con reverberaciones o implicaciones internacionales). Se asigna un valor de 3 como calificación cuando, por su escala, en términos de cobertura geográfica, por su vinculación, concatenación y sinergia con otros procesos en marcha, se presupone que el alcance de la intervención tenga un impacto visible a nivel regional dentro del estado (intermunicipio). Se asigna un valor de 2 como calificación cuando se presupone que el alcance de la intervención tenga un impacto visible a nivel municipal. Se asigna un valor de 1 como calificación cuando se presupone que el alcance de la intervención tenga un impacto visible a nivel de comunidad local.

I. ÁMBITO TEMPORAL

Criterios:

- a) Urgencia relativa
- b) Plazo de amortización
- c) Plazo al impacto en conservación

Se asigna un valor de 4 como calificación cuando la acción o iniciativa se reconoce que conviene que suceda de inmediato. Todo a punto para que ocurra ya, cuanto antes mejor, lo más oportuno es que inicie cuanto antes. En los próximos meses. Mientras más pronto se inicie mas pronto se verán sus resultados en términos de conservación y de sustentabilidad. Debe iniciarse ya considerando que hay plazos que transcurren antes de empezar a ver resultados (por ejemplo de crecimiento o desarrollo de especies u otros no manipulables por la mano del hombre, naturales). Se asigna un valor de 3 como calificación cuando se reconoce que algunos asuntos relacionados con la acción o iniciativa están por atender antes de iniciar. Si es oportuno hacer lo necesario para que ocurra pronto y no se pierda el interés. Iniciar antes de un año. Debe planearse su inicio considerando que hay plazos que transcurren antes de empezar a ver resultados (por ejemplo de crecimiento o desarrollo de especies u otros no manipulables por la mano del hombre, naturales). Se asigna un valor de 2 como calificación cuando la puesta en marcha o realización de la acción o iniciativa puede esperar, el tiempo oportuno para iniciar se verá después, debe crecer el interés por iniciarla, sin embargo se estima no debe pasar de dos años. La intervención no debe considerar necesariamente plazos naturales que transcurren antes de empezar a ver resultados. Se asigna un valor de 1 como calificación cuando la puesta en marcha o realización de la acción o iniciativa conviene que se difiera. No están las cosas dispuestas para que empiece en el cortísimo plazo, la espera puede ser mayor de dos años. La intervención no depende de plazos naturales que transcurren antes de empezar a ver resultados o al menos no esta determinada por ellos

Aplicación del sistema de calificación comparativo del grado de sustentabilidad

Hecha la selección de los criterios por ámbito, su ponderación, su descripción para la evaluación y asignación de valores, se procede a la aplicación del sistema y se obtienen resultados por criterio, los cuales se agrupan por ámbito. El evaluador debe definir cuales son los valores mínimos aceptables por cada ámbito en función de su ponderación. La representación de los resultados en colores se define a partir de la sumatoria de los valores máximos hipotéticos y mínimos aceptables. El rango de valores máximo posible y mínimo aceptable se divide entre tres partes (percentiles A, B y C) y se asignan el color verde oscuro al percentil de máxima puntuación (A), al siguiente percentil se le asigna el color verde claro (B), al tercero cuyo límite inferior es el mínimo aceptable se le asigna el color amarillo (C) y se asigna el color rojo para todos los valores inferiores al mínimo aceptable. Dependiendo de la severidad del análisis pueden sustituirse los colores y emplear tan sólo un tono de verde, amarillo, anaranjado y rojo, cuando se quiere ser más estricto, pero siempre respetando que la escala sea de 4 valores para, como se dijo antes distinguir con claridad los dos valores más próximos a cada extremo del gradiente. (Tabla VIII-2).

Tabla VIII-2 Zonas de refugio de especies nativas en las cuales no se puede llevar a cabo ningún tipo de aprovechamiento pesquero de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-036-Pesc-2005 (DOF, 2009).

Zona de refugio	Denominación	Delimitación	Coordenadas
I	Yunuén	Franja litoral de la isla Yunuén, desde la orilla del lago hasta los 50 m hacia adentro medidos en forma perpendicular a la ribera.	19°35'53.76" N y 101°38'49.73" W
II	Ichupio-Tzintzuntzan-Tzucurio	Desde un punto frente a la ribera de Ichupio, rumbo al norte hasta el límite con Tzucurio, tomando una franja de 100 m desde la orilla hasta el centro del Lago	19°38.418' N y 101°36.088' W; 19°38.115' N y 101°34.108' W
III	San Jerónimo-Sta Fe	Desde Punta Loma con rumbo a San Jerónimo hasta llegar frente a la Iglesia de San Jerónimo, tomando una franja de 100 m desde la orilla hacia el centro del Lago.	19°40.460' N y 101°36.659' W; 19°40.104' N y 101°34.243' W

Zona de refugio	Denominación	Delimitación	Coordenadas
IV	San Andrés-Zacuapio-Oponuio	Desde punta Zacuapio, rumbo al sur hasta llegar a límite entre San Andrés y Oponguio, frente al kiosco de Oponguio, tomando una franja de 100 m desde la orilla hacia el centro del lago.	19°39.653'N y 101°36.733'W; 19°38.074'N y 101°39.188' W
V	Puacuaro	Desde el límite norte hasta el límite sur de Puacuaro, tomando una franja de 100 m desde la orilla de hacia el centro del lago.	19°35.849' N y 101°40.424'W ; 19°36.486' N y 101°40.018' W
VI	Rancho Santiago-Ihuazio	Desde el límite sur hasta el límite norte de Rancho Santiago, tomando una franja de 100 m desde la orilla hacia el centro del lago.	19°34.368' N y 101°38.502' W; 19°33.878' N y 101°37.719' W

La Carta Nacional Pesquera, por su parte, establece medidas de control y regulación como por ejemplo vedas para proteger los periodos de reproducción de todas y cada una de las especies nativas así como mantener vigilado el uso del chinchorro o las redes de arrastre ya que estas dos artes de pesca están prohibidas pues permiten la extracción de peces pequeños o recién nacidos mermando así las poblaciones de peces (Huerto et al. 2009).

Las instituciones con funciones directas y organizaciones que tienen incidencia política o que tienen participación sobre algún tipo de manejo de los recursos pesqueros en el Lago de Pátzcuaro son: la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); la Comisión Nacional de Pesca (CONAPESCA); e Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), la Comisión de Pesca del Estado de Michoacán (COMPESCA), la Comisión Estatal del Agua y Gestión de Cuencas (CEAC), la coordinación de Planeación para el Desarrollo del Estado (CEPLADE), la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA), la Secretaría de Política Social del Estado (SEPSOL), el Instituto de Investigaciones sobre Recursos Naturales (INIRENA), el Consejo Estatal de Ecología (COEECO) así como los Ayuntamientos Municipales, la Dirección Municipal de Desarrollo Rural, los Regidores de Desarrollo Rural, los Consejos Municipales de Desarrollo Rural y el Consejo de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro y Zirahuén, (García, 2009).

VIII.2 Resultados.

VIII.2.1. Sucesos históricos relacionados con el manejo pesquero en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán

En esta sección se presentan los sucesos sociales, políticos, legales, de índole regulatoria y económicos ligados al manejo pesquero del Lago de Pátzcuaro y que poseen una importancia especial para la pesca, manejo de especies exóticas y conservación y protección de especies nativas (**Tabla VIII-3**).

Dentro de las acciones a favor de las especies nativas reconocemos acciones que van desde la erradicación y regulación de artes de pesca (chinchorro), vedas temporales, siembra y reproducción de especies nativas (achoque, pez blanco y acúmara), remoción de vegetación, limpieza y conservación de manantiales, investigación y transferencia de tecnología para el cultivo de especies nativas dentro y fuera del lago, hasta la conservación en una zona protegida para el pescado blanco (**Tabla VIII-3**).

En cuanto a las introducciones de especies en la cuenca de Pátzcuaro, podemos reconocer 7 iniciativas entre 1929 y 2006 (**Tabla VIII-3**). Con ellas se busca el establecimiento de 6 especies de peces en el lago y la explotación intensiva de un anfibio en la cuenca del lago de Pátzcuaro. Los principales responsables de estas acciones fueron, la Secretaría de Marina, el Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática, el departamento de Pesca y el IMTA (**Tabla VIII-3**).

Entre las acciones en contra de las especies exóticas reconocemos que van desde acciones de dotación de artes de pesca especiales para la captura de la carpa, construcción de infraestructura, capacitación y sobreprecio por kilo en el mercado de carpa. Estas acciones se registran a partir del 2002. Las instituciones responsables fueron la COMPECA, el CRIP-Pátzcuaro, el IMTA, SUMA y SAGARPA (**Tabla VIII-3**).

Dentro de las iniciativas a favor de los pescadores reconocemos principalmente nueve, la mayoría orientadas a la dotación de artes de pesca, promoción y financiamiento de proyectos acuícolas y construcción de infraestructura. Las principales instituciones responsables fueron: COMPECA, CDI, SEPESCA, SEMARNAP, SUPLADER, SEMARNAT, PROFEPA, CRIP, IMTA (**Tabla VIII-3**).

Pactado con las organizaciones de pescadores, en el año de 1999 se intentó poner en efecto una veda a la pesca en el Lago de Pátzcuaro para permitir la recuperación de las poblaciones de especies nativas. Un programa de empleo temporal (PET) y la remoción de artes de pesca inapropiadas fueron parte de las acciones previstas. Sin embargo entre los pescadores privó la desconfianza y el

descontento puesto que los retrasos en la puesta en marcha del PET hicieron que los pescadores volvieran a lanzar sus redes. En el Diario Oficial de la Federación apareció en el 2000 la notificación de la veda y las autoridades federales y estatales procedieron a aplicarla decomisando redes en un operativo el 2 de marzo. Ello provocó un conflicto que fue escalando de proporciones. Dos pescadores fueron encarcelados, después liberados en canje por sus representantes, el presidente en turno de bienes comunales de Janitzio y un pescador de Pátzcuaro. Ante la aparente intransigencia de las autoridades pero en franca protesta y solidaridad con los compañeros, la mayoría de las organizaciones de pescadores suspendieron el pago de los permisos de pesca, la matriculación de las embarcaciones y la entrega de información sobre sus capturas o pesca. El conflicto prosiguió hasta involucrar tomas de oficinas en Michoacán y en el DF, movilizaciones diversas afectando incluso actos oficiales del Presidente de la República (como el lanzamiento de la Campaña del Bosque y el Agua originalmente previsto en la ribera del lago que tuvo que desplazarse de último momento a una ladera con todos los problemas logísticos y de costo que acarreo). Las ríspidas negociaciones subieron de nivel y tuvo que ser un indulto desde la Presidencia de la República en el 2002 lo que permitió la liberación de los presos. No se resolvió sin embargo el conflicto, las órdenes de aprehensión de los dos pescadores no han sido canceladas y el rompimiento de relaciones entre los pescadores y las autoridades de los tres niveles de gobierno persiste. Las embarcaciones con las que se conduce actualmente la pesca lo hacen sin permiso, sin registro, tampoco se sabe cuánto es lo que capturan ni de que especie se trata puesto que no informan a las autoridades (Huerto et al. 2009).

Las organizaciones de pescadores se polarizaron por la toma de posturas en aquel entonces y aun cuando reconocen muchos puntos en común no han vuelto a estructurarse y reorganizarse como llegaron a estarlo. Desde el 2002 priva la desinformación, el descontrol, la ausencia de autoridad, el desorden. El conflicto político y social fue de tal magnitud que las autoridades no han retomado el control. Hecho por demás inconcebible y fuera de toda lógica y legalidad, va más de una década en estas condiciones.

Tabla VIII-3 Sucesos sociales, políticos, legales, de índole regulatoria y económicos relacionados con el manejo pesquero en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán.

Año	Actor	Evento
1800's	Monjas michoacanas del monasterio de María Inmaculada de la Salud	Cultivo de Achoque en cautiverio y difusión de los usos, valores e importancia de la especie
1990s	COMPESCA, INI (CDI), SEPESCA, SEMARNAP, SAGARPA, Ayuntamientos, SUPLADER	Dotación de artes de pesca y embarcaciones
1929	Secretaría de Marina	Primer introducción de especies exóticas en el lago cuando se introduce la lobina negra (<i>Micropterus salmoides</i>), conocida localmente como trucha.

Año	Actor	Evento
1936	Departamento de Caza y Fauna	Primer diagnóstico en la región. Éste señala el impacto de un desorden pesquero que estaba afectando a algunas especies endémicas, particularmente el pescado blanco.
1962	Secretaría de Marina (Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática)	Siembra involuntaria de carpa de Israel o espejo (<i>Cyprinus carpio specularis</i>).
1968	Secretaría de Marina (Dirección de Dragado)	Plan global de dragado.
	Departamento de pesca	Se introduce a la Tilapia (<i>Tilapia melanopleura</i>), a la carpa escamuda (<i>Cyprinus carpio</i>) y a la carpa <i>Ctenopharyngodon idellus</i>
1973	Fideicomiso para el desarrollo de la fauna acuática	Introdujo al lago 80,000 alevines de Carpa (<i>Ctenopharyngodon idellus</i>).
1974		Introducción de la Mojarra (<i>Oreochromis aureus</i>) Introducción de la Tilapia (<i>Tilapia zillii</i>).
1975		Introducción de cirprínidos de origen asiático y cíclidos de origen africano
1983	Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología	Plan de ordenamiento ecológico para la cuenca lacustre.
1984		A partir de este año, el número de canoas y redes que operaban en el lago aumentó como resultado de diversos programas de promoción de la pesca realizados por dependencias gubernamentales y asociaciones civiles.
1985	Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP)	Creación del CRIP en Pátzcuaro.
1989	Pescadores y gobierno	Convenio para la erradicación del chinchorro.
1990s		Intervenciones donde se dota con artes de pesca y embarcaciones a los pescadores
1991	Secretaría de Pesca (SEPESCA), Secretaría de Desarrollo Urbano (SEDUE)	Inician la instauración de vedas temporales en el lago de Pátzcuaro.
1992	Ley de Pesca de 1992	Se establecen regulaciones para el uso de las artes de pesca con el fin de frenar el deterioro del lago y de las pesquerías, principalmente con la idea de permitir la reproducción de especies endémicas del lago.
	SEPESCA, SEDUE Comité de Planeación y Desarrollo del Estado de Michoacán	Prohibición legal del uso de redes de arrastre.
1993		Comité de Solidaridad Pátzcuaro-Zirahuén para la Recuperación Ambiental.
1994	Gobierno Federal	Se creó la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP).
	Gobierno Federal	Se publica la NOM-059-ECOL-1994 donde aparece el Achoque (<i>Ambystoma dumerilli</i>) como sujeta a protección especial.
1995	INIRENA	Comienza investigación teórica y aplicada para promover la acuicultura en la zona.
1996	SEMARNAP, CREFAL, SEDUE, CRIP, UMSNH, CESE, ONG's	Proyecto Pátzcuaro 2000 derivado del Plan Pátzcuaro 2000: Restauración ambiental.
1998	Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo	Se crea la COMPESCA.

Año	Actor	Evento
	SEMARNAP y COMPECSA	Siembra de crías de peces.
	Facultad de Biología UMSNH, INIRENA, Facultad de Veterinaria UMSNH e Instituto Nacional de la Pesca.	Investigación: Desde finales de los 1990s se han tenido laboratorios para la producción de pez blanco
1998	SEMARNAP, COMPECSA y FIRCO	Implementación de la veda temporal y programa de empleo temporal.
1999	SEMARNAP, COMPECSA y FIRCO	Implementación de la veda temporal y programa de empleo temporal.
2000	SEMARNAT, PROFEPA	Promoción y financiamiento de proyectos acuícolas dentro y fuera del vaso lacustre, de especies nativas y no nativas
	SEMARNAT, PROFEPA	Veda temporal.
	Gobierno Federal	Se crea la SEMARNAT.
	Gobierno Federal y Pescadores locales	Conflicto parteaguas en la historia reciente del Lago de Pátzcuaro.
2001	COMPECSA, CRIP e INIRENA	Siembra de crías de pescado blanco y acúmara (Programa de Repoblamiento de Especies Nativas).
2002	UMSNH, SAGARPA, CONAPESCA, Gobierno del Estado de Michoacán	Plan de Manejo para el Lago de Pátzcuaro.
	COEECO	Ordenamiento pesquero.
	COMPECSA	Se dotaron de artes de pesca especiales para capturar a la carpa, así como apoyo financiero para la construcción de infraestructura y capacitación de productores para el procesamiento de carpa en la comunidad de Tzintzuntzan.
	CONABIO, SUMA y SEDAGRO	Se conforma el Comité para el Seguimiento de la Estrategia Estatal de Biodiversidad de Michoacán
	Gobernador del Estado Antrop. Lázaro Cárdenas Batel; Gobierno Federal (SEMARNAT, la CONAGUA, la CONAFOR y el IMTA); Gobiernos Municipales de los cuatro municipios ribereños (Erongarícuaro, Pátzcuaro, Quiroga y Tzintzuntzan); dependencias del gobierno de Michoacán coordinadas a través de la SUMA; entidades académicas como la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y la Universidad Autónoma de Zacatecas; iniciativa privada (Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P.) y diversas organizaciones no gubernamentales.	Se firma el convenio que da origen al Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro (PRACLP). Se crea un comité técnico especial para el saneamiento de la Cuenca de Pátzcuaro y de común acuerdo se designa tanto a la SUMA como coordinador y al IMTA como secretariado técnico de dicho comité.
2003	SUPLADER	Suplader 03 Pátzcuaro-Zirahuén: Recuperación ambiental y desarrollo.

Año	Actor	Evento
	Gobierno del Estado de Michoacán, federación y municipios.	Estudios y proyectos, programa de ordenamiento pesquero y acuícola.
	COMPESCA	Programas de Repoblamiento de Especies Nativas en el Lago de Pátzcuaro.
	IMTA y FGRA	Programa de Recuperación ambiental de la cuenca del lago de Patzcuaro. Localización, caracterización y restauración de 23 manantiales en el lago de Pátzcuaro. Además, protección, limpieza y acondicionamiento de estos en los años subsecuentes
	Programa Nacional de Acuicultura Rural (PRONAR)	Apoyó al proyecto Cultivo Piloto Comercial del Pez Blanco en Ichupio, del municipio de Tzintzuntzan; la coordinación del proyecto la realizó el Inirena de la Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo.
	Gobierno del Estado de Michoacán, federación y municipios.	Programa de conservación de especies nativas en el lago de Pátzcuaro.
	Gobierno del Estado de Michoacán, federación y municipios.	Investigación y transferencia de tecnología, cultivo piloto comercial en jaulas y desarrollo de un criadero de larvas y juveniles de pez blanco de Pátzcuaro.
	Gobierno del Estado de Michoacán, federación y municipios.	Programa de rehabilitación y mantenimiento del lago de Pátzcuaro.
	CRIP-Pátzcuaro e IMTA	Se actualizó el esfuerzo pesquero en el lago de Pátzcuaro.
	s.d.	Se construyen 4 estanques rústicos y se cultiva pez blanco en Ichupio. Y se construye otro pequeño estanque en San Jerónimo Purenchécuaro.
2003-2008	CRIP de Pátzcuaro y IMTA	Se apoyó a las 26 organizaciones pesqueras con 735 redes agalleras de luz de malla de 5, 6 y 7 pulgadas para la captura de carpa, principal depredador natural de las especies nativas
2003-2008	COMPESCA e IMTA	Programa de protección y conservación de especies nativas en el lago de Pátzcuaro, en la reserva de Urandén
2003-2008	CRIP-Pátzcuaro e IMTA	Equipamiento pesquero y acuícola. Redes agalleras y embarcaciones tipo canoa de fibra de vidrio
2004	IMTA y UMSNH	Diseño de Programa interinstitucional Plan Estratégico de Acciones para la Recuperación del Lago de Pátzcuaro. Recurso Agua (PEARLP).

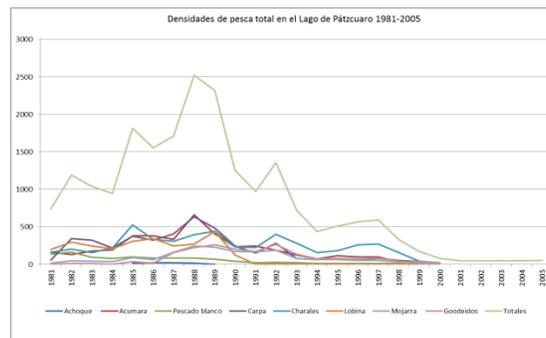
Año	Actor	Evento
	CNA y CEAC	Se instala la gerencia operativa de la Comisión de Cuenca del Lago de Pátzcuaro que asume funciones de apoyo técnico, de planeación y administrativo. La Comisión es un órgano auxiliar del consejo de Consejo de Cuenca Lerma-Chapala y se constituye en un foro para la gestión integral del recurso hídrico y de coordinación y concertación de objetivos, metas, políticas, programas, proyectos y acciones específicas en materia hidráulica, en su ámbito territorial de conformidad con las normas y principios que la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento establecen, en todo aquello que no sea de la exclusiva competencia de la Comisión Nacional del Agua.
	Gobierno del Estado de Michoacán, federación y municipios.	Cultivo de especies endémicas.
	CRIP COMPESCA	Desarrollo de un proyecto grande de transferencia de tecnología para policultivo de especies nativas (charal, acúmara y pez blanco). A las comunidades se les dota de infraestructura pero en tres meses falló porque el consumo de la luz era elevado y el gobierno no lo pagaba. La gente empezó a ver que no crecía el pez blanco y que no era negocio. La gente no adoptó la tecnología
2004-2005	Gobierno del Estado de Michoacán, federación y municipios.	Conservación de especies nativas en el lago de Pátzcuaro (pez blanco y acúmara)
2005	RAMSAR	Se acredita a una porción del Lago de Pátzcuaro como Humedal RAMSAR-Pátzcuaro de importancia internacional
	COMPESCA, SEDESOL SAGARPA Gobierno del Estado de Michoacán, federación y municipios.	Incentivo a la pesca de la carpa (artes de pesca).
	COMPESCA	Equipamiento pesquero y acuícola.
	COMPESCA	Venta de carpa a compradores externos cuando hubo un programa por parte de la COMPESCA donde les proporcionó redes y apoyo a los pescadores los contactó con un comprador de Hidalgo debido a que se quería dirigir el consumo hacia allá, sin embargo, este esfuerzo no se sostuvo pues el comprador no requería grandes cantidades del producto por lo cual no fue redituable
2006	IMTA	Instalación de infraestructura para la crianza de Rana toro en Huiramba.
	CRIP de Pátzcuaro y SAGARPA	Lograron contactar a los pescadores con compradores de carpa, motivando la obtención de un precio de venta de \$8 pesos por kilogramo.
	SUPLADER REGIÓN VII PÁTZCUARO-ZIRAHUÉN	Construcción y operación de tinas rústicas para la reproducción de pez blanco en Ichupio. Equipamiento pesquero a las organizaciones del lago de Pátzcuaro para la captura de carpa.

Año	Actor	Evento
2002-2007	IMTA	Dragado y Remoción de vegetación acuáticas
2007	CONABIO, SUMA y SEDAGRO	Se publica la Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Diversidad Biológica de Michoacán. Los habitantes del lago de Pátzcuaro son apoyados en capacitación, infraestructura (muelles) y equipo (centro de procesamiento). El apoyo en la pesca está más asentado al valor agregado a conservar su producto y manejarlo con inocuidad, a procesarlo en ambientes controlados y a comercializarlo lo más procesado posible para que no lo vendan al mayoreo.
2008	s.d.	Construcción de horno para el procesamiento de carpa en Ucasanastacua. El proyecto no tuvo éxito pues no se consideraron los elevados costos de los insumos para mantenerlo funcionando (principalmente el gas); actualmente se usa como casa de reuniones.
	SUMA	Producción de 860 mil crías de Pez Blanco.
	SUMA	Manejo integral para el control de malezas acuáticas, especies invasoras y remoción de sedimentos en apoyo a la recuperación de especies emblemáticas y mejora de la calidad del agua del lago.
	FGRA y Gobierno federal a través del IMTA	Se publica en el Diario Oficial de la Federación la NOM-036-Pesc-2007.
2009	Gobierno Federal	Incentivos a la pesca de la carpa (redes, canoas y fileteadora).
	COMPESCA Y SAGARPA	Reproduce achoque (<i>Ambystoma dumerilli</i>) de manera artesanal.
	Familia en Janitzio	Punto de acuerdo por el que se crea una comisión especial para el saneamiento de la cuenca del Lago de Pátzcuaro a cargo del Diputado Víctor Manuel Báez Ceja, del Grupo Parlamentario del PRD.
2010	Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.	Realizó la tercera liberación de Pez Blanco.
	COMPESCA	Propone el comité sistema-producto de pez blanco.
2011	SAGARPA	Se adquirieron 48 canoas para reforzar la actividad pesquera de 26 pescadores de igual número de organizaciones pesqueras del Lago.
	COMPESCA y Secretaria de política social	Se propone el Comité Sistema-Producto pez blanco encaminado a lograr la participación de todas las instituciones involucradas con el pez blanco.
	SAGARPA	Apoyo de 100 mil pesos para la compra de carpas en el lago de Pátzcuaro y compra de maquinaria para la producción de embutidos de carpa.
2012	COMPESCA	Apoyo de 100 mil pesos para la compra de carpa y procesamiento para producir chorizo de carpa en Ichupio. Se comienza financiando el pago de la materia prima (\$5 pesos el kilo de carpa) y la procesadora. Serán las organizaciones dueñas de la procesadora las que van a comprar la carpa a los pescadores.
	COMPESCA	

Año	Actor	Evento
	COMPESCA Escuela Nacional Pesquera de Nayarit	Para el manejo de la procesadora de carpa para producir chorizo, se capacitó a un grupo (mujeres y hombres) en la Escuela Nacional Pesquera de Nayarit para que se enseñaran hacer embutidos como el chorizo.
	COMPESCA	En el mismo proyecto de la procesadora se proporcionaron redes con la abertura de maya para la captura de carpa pero es difícil saber las condiciones del arte de pesca que se utilizaron.

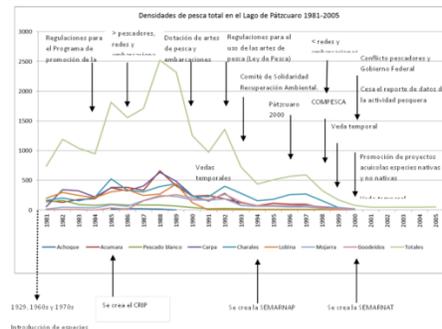
(DOF, 1989; Berlanga et al., 1997; Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo, 1998; DOF, 2000; Rosas 1976 en Orbe-Mendoza, 2002; Rodríguez, 2003; Chacón et al., 2004; IMTA, 2004; CEAC y CNA, 2005; Alaye, 2006; CONABIO, SUMA y SEDAGRO, 2007; DOF, 2009; Espinosa, 2009; García, 2009; Huerto et al. 2009, 2010; Vargas, 2010; Alvarado, 2011; COMPESCA, 2012; Antonio Ortega Varela com. pers., 2012; Catalina Rosas Monge com. pers., 2012; Carlos Martínez Palacios com. pers., 2012; Daniel Hernández Montañón com. pers., 2012; Pedro Cornelio com. pers., 2012).

VIII.2.2. Comportamiento histórico de la pesquería del Lago de Pátzcuaro.



Grafica VIII-1 Densidades de pesca total en el lago de Pátzcuaro 1981-2005 (Orbe-Martínez et al., 2002; Rodríguez, 2003; Rojas, 2006 y DOF, 2009).

En la **Grafica VIII-1** se puede observar cómo las cosechas crecieron dramáticamente en la década de 1980s época en que el esfuerzo de pesca aumentó, pero luego cayó de manera constante en la década de 1990. En la actualidad, a pesar del esfuerzo continuo, las capturas de la mayoría de las especies se encuentran en o cerca de mínimos históricos. La disminución en la captura parecen ser en gran parte por la sobre pesca a la que fueron sujetas las poblaciones de peces, además de que la pérdida de hábitat y la baja calidad del agua por la sedimentación y eutrofización también han reducido las poblaciones de peces. Las capturas de pez blanco y la lobina son ahora tan bajas que casi se ha colapsado esta pesquería (Orbe-Mendoza et al. 2002). Dichos decrementos históricos en la pesca aunados a la falta de rendición de cuentas pesqueras se pueden observar a partir del año 2000 (Grafica VIII-2).



Grafica VIII-2 Densidades de pesca total en el lago de Pátzcuaro 1981-2005 relacionadas con acontecimientos históricos clave relacionados con el manejo pesquero en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán (Orbe-Martínez et al., 2002; Rodríguez, 2003; Rojas, 2006; DOF, 2009).

En cuanto a los planes y ordenamientos registrados en el lago para el periodo donde existen datos de pesca, es difícil saber si éstos inciden o no en las tendencias de la pesca total. Por ejemplo, en el año 1983 se elabora el ordenamiento ecológico para la cuenca lacustre lo que coincide con el mayor incremento en la pesca total durante la década entre 1984 y 1988, sin embargo, el ascenso en los números reportados de pesca al parecer son mas bien el resultado de las actividades de fomento pesquero que ocurrieron en el año de 1984. Otros casos en donde es difícil correlacionar actividades encaminadas a la restauración y al ordenamiento de la cuenca con las tendencias de pesca son los que ocurrieron en 1993 y 1996 donde se realizaron los convenios de formación del comité de solidaridad Pátzcuaro-Zirahuén para la Recuperación Ambiental y el proyecto Pátzcuaro 2000.

Los incentivos pesqueros provocaron que existiera una pesca desmedida llegando a su punto máximo en 1988 donde se registra la máxima pesca. Después de 1988 se sostuvieron los esfuerzos para incrementar el número de redes y embarcaciones operando, sin embargo, la cantidad de pesca fue disminuyendo gradualmente. Después de 1988 ya no se registró un nuevo esfuerzo por incrementar el número de redes en el lago y de hecho, en 1989, se realizó un convenio de erradicación del chinchorro. A partir de esta fecha, la pesca disminuye considerablemente.

En 1991 se vuelven a instaurar las vedas temporales en el lago de Pátzcuaro quizá como respuesta a los reportes tan bajos de pesca total. En los años subsecuentes (1991-92) se registra una mejoría en cuanto a las toneladas de pesca totales, sin embargo, la recuperación no es duradera y posteriormente decrecen dichos valores (1993-1994). Es importante mencionar que durante dicho incremento en la pesca no se dio porque aumentaran las artes de pesca o las embarcaciones por lo que la posterior disminución de la pesca puede atribuirse ya

sea a las bajas densidades poblacionales o bien a la implementación de regulaciones para el uso de las artes de pesca (1992). Después de 1994, la pesca continúa estable pero sin alcanzar los niveles de pesca que se reportaron para la década de 1980s. De hecho, para finales de la década de los 1990s (1998) se registran los números más bajos de redes y embarcaciones en operación (Tabla 6, Figura 3).

Debido al conflicto con los pescadores en el 2000 que comienza a raíz de la implementación de vedas temporales (1999-2000) lo que dio como resultado el cese de información en cuanto a la pesca en Pátzcuaro, es muy difícil saber qué impacto tuvieron las actividades de siembra de peces (blanco y acúmara principalmente) (1998) y la promoción y financiamiento de proyectos acuícolas con especies nativas y no nativas (2000).

VIII.2.3. Los peces nativos presentes en el Lago de Pátzcuaro.

En la cuenca del lago de Pátzcuaro se solían encontrar 10 especies distintas de peces nativos, 1 crustáceo endémico y 1 anfibio endémico. Los valores esperados en ausencia de degradación antropogénica para diferentes especies sería de 10 especies nativas con 4 especies de *Chirostoma* y 5 especies de Godeidos (Lyons et al. 2000). Sin embargo, actualmente la asociación de peces está conformada por ocho especies nativas y tres introducidas. (Rosas, 1976 en Berlanga et al. 1997) (Anexo 5). La comunidad actual de peces se encuentra lejos de su condición original ya que su estructura fue radicalmente modificada por la introducción de especies exóticas.

De acuerdo con un estudio llevado a cabo por Berlanga et al. (1997), el grupo de los charales (*Chirostoma grandocule*, *C. attenuatum*, *C. patzcuaro*) fue el más abundante seguido de la acúmara. Ambos presentaron variaciones importantes entre la época de lluvias y de estiaje. El tiro presentó mayor número de individuos en las lluvias. Las especies como el pescado blanco y la chehua presentaron poca variación a lo largo de los muestreos.

En un estudio más reciente (Zambrano et al., 2010) se registró una mayor densidad de individuos de charales en el lago siendo ésta mayor en temporada de lluvias que en secas. En cuanto a la distribución espacial y los hábitos alimenticios, los charales (*Chirostoma* spp.) presentaron una amplia distribución en todas las zonas y en ambas temporadas con respecto a las demás especies. Dicho género mostró una clara diferenciación en sus hábitos alimenticios de acuerdo a las zonas biogeográficas tomadas en cuenta en el estudio: En la región centro-norte su alimentación está constituida en mayor proporción por insectos y peces y en menor proporción por zooplancton y en la región sur su alimentación se basa principalmente en zooplancton. Por su parte, la alimentación de los poecilidos y el tiro se basa principalmente en algas y restos vegetales y no se

apreciaron diferencias en su alimentación de acuerdo a las zonas biogeográficas (Zambrano et al., 2010).

En cuanto a los nichos tróficos, los resultados de Zambrano et al. (2010) muestran que existe una clara diferenciación entre los nichos tróficos de las especies nativas, siendo únicamente los charales y el pez blanco los que se sobrelapan. El pez blanco y el charal se encuentran en la cima de la estructura trófica debido a que se alimentan de otros peces siendo estos los únicos carnívoros secundarios, lo que les confiere mayor vulnerabilidad ya que los cambios en dicha estructura trófica tiene repercusiones importantes en cuanto a la estabilidad de este nivel. El tiro presenta una amplitud de nicho varias veces mayor a cualquier otra especie nativa, lo que sugiere que esta especie presenta los hábitos más generalistas. La chegua tiene el nicho trófico más estrecho, lo que implica que los cambios en la estructura trófica sumados a la competencia por alimento podrían tener consecuencias graves en su población.

La identificación de las especies de *Chirostoma* por el método tradicional representa una seria dificultad porque las claves para el género no discriminan del todo a las especies, es decir hay características cuyos valores se traslapan para las tallas de adultos y no son aplicables para tallas pequeñas. Por otro lado, los juveniles de pescado blanco y los charales tienen una gran similitud morfológica, de manera que es muy difícil separarlos empíricamente, razón por la cual es seguro que se pescan como charales. Esto es un obstáculo para la realización de estudios biológico- pesqueros que permitan conocer específicamente el estado actual de las poblaciones de pescado blanco y su dinámica, de manera que se proyecten medidas para su mejor administración y conservación. La identificación de estas especies por métodos más sofisticados como el de genética molecular, parecen ser más seguros, porque permiten realizar una discriminación entre las especies, sin embargo son caros y por tanto su aplicación restringida (Rojas, 2005). En un estudio más reciente, el charal fue también el más abundante con un 70% del total de los organismos capturados seguido de los tiros y en menor proporción las cheguas (Huerto et al. 2009).

VIII.2.4. Los peces exóticos presentes en el Lago de Pátzcuaro.

En la cuenca del Lago de Pátzcuaro se encuentran presentes cinco peces exóticos (Anexo 6). En un estudio llevado a cabo por Berlanga et al. (1997) las especies de peces menos abundantes en el Lago de Pátzcuaro resultaron ser la carpa, la lobina negra y la tilapia. Sin embargo, 10 años después, un estudio del 2009 reveló que en términos de biomasa la carpa (*Cyprinus carpio*) fue por mucho

la especie dominante, representando el 78.6% de la pesca total (Huerto et al., 2009). Para el 2010, Zambrano et al. (2010) reportan que la abundancia de *Cyprinus carpio* se encuentra entre 700 mil y un poco más de un millón de carpas lo que equivale a un poco más de 200 toneladas. En cuanto a la distribución espacial y temporal de las carpas, ésta no es homogénea y existe una mayor abundancia de juveniles en las proximidades de las comunidades de San Jerónimo, Santa Fe, San Andrés Tarerio, Ojo de Agua, Tzintzuntzan y Ucasanastacua. Además, las densidades varían dependiendo de la temporada (lluvias o secas) presentando la mayor densidad en la época de lluvias. Dicho estudio revela también un aumento en la turbidez del agua en las zonas en donde se encuentra la carpa. En cuanto a la situación poblacional de otras especies exóticas, Zambrano et al. (2010) mencionan que la abundancia de las especies lobina (*Micropterus salmoides*) y tilapia (*Tilapia melanopleura*) no es suficientemente significativa como para hacer un análisis poblacional.

En cuanto a la distribución de los nichos tróficos en el Lago de Pátzcuaro, Zambrano et al. (2010) Mencionan que cada una de las especies nativas se encuentra en competencia por los recursos alimenticios con al menos una de las especies exóticas y que específicamente los amplios nichos tróficos tanto de la carpa como de la tilapia las hacen especies más resistentes a los cambios que puedan producirse en el ambiente, lo que las convierte en especies que amenazan la integridad de las poblaciones nativas. En dicho estudio, los autores mencionan que tanto la carpa como la tilapia ocupan niveles tróficos parecidos a los de las especies nativas y que existe un solapamiento entre los nichos tróficos de todas las especies nativas con al menos una de las especies exóticas. De manera específica, la carpa y la tilapia presentan nichos tróficos amplios y ocupan la parte baja y media de la estructura trófica de peces. Y que el nicho trófico de la tilapia se encuentra casi completamente dentro del nicho de la carpa.

VIII.2.5. El sector pesquero.

Actualmente la pesca en el Lago de Pátzcuaro es realizada por 27 organizaciones ribereñas e isleñas donde cada grupo tiene su representante. En total hay 840 individuos afiliados a este sector organizados en 67 cooperativas (Pedro Cornelio com. pers.). Es importante hacer notar que existe además un número indeterminado de pescadores libres sin registro que no pertenecen a ninguna organización (Ortiz, 2004; Alaye, 2006; Huerto et al. 2009). La variación anual constante de pescadores registrados desde 1981 se puede observar en la Tabla VIII-4.

Tabla VIII-4 Variación anual de pescadores registrados operando en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán

Número de pescadores					
Año	Pescadores	Año	Pescadores	Año	Pescadores
1940s	418	1990	930	2002	870
1981	1106	1991	747	2006	513
1982	1261	1992	747	2006	513 a 850
1983	1049	1993	747	2009	~800
1984	1049	1994	760	2012	840
1985	1567	1995	805		
1986	1597	1996	802		
1987	1149	1997	811		
1988	1294	1998	817		
1989	1334	1999	826		

(Orbe-Martínez, 2002; Ortiz, 2004; Alaye, 2006; DOF, 2009; Chauvet et al., 2009; García, 2009; Huerto et al. 2009; Pedro Cornelio com. pers., 2012).

Artes de pesca

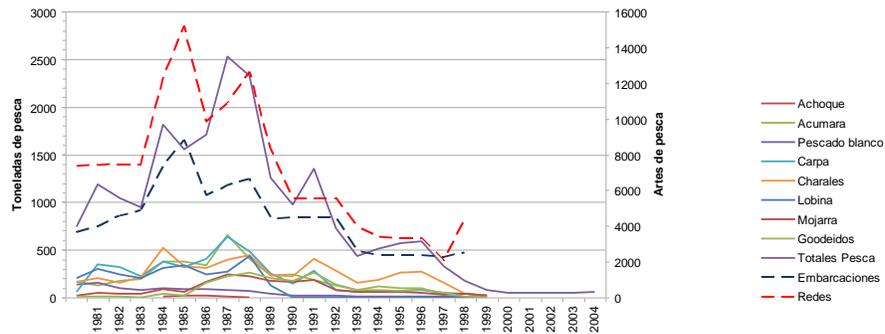
En el lago se desarrolla la pesca artesanal, cuyas principales características son: escala de operación limitada, empleo de técnicas de pesca rudimentarias, elevada demanda de mano de obra y escasa utilización de capital. En la actualidad se emplean tres tipos de redes: agallera, chinchorrera y mariposa. La red agallera (Cheremikua) permitida en la zona utiliza una luz de malla (apertura) de 3½ pulgadas con la finalidad de capturar especies que han alcanzado un estado propicio de madurez y permitir la salida a especies más chicas, para que se asegure su ciclo reproductivo. El chinchorro es una red de arrastre que captura indistintamente las especies, independiente de su fase de desarrollo. Por no permitir la selectividad en cuanto a captura de especies, es considerada un arte de pesca nociva para la ictiofauna y la flora acuícola, tendiente a agotar el recurso y en consecuencia, impedir la reproducción de las diferentes especies de peces que habitan en el lago. Mientras que la pesca con red agallera se practica de manera individual, la utilización del chinchorro para la captura de peces demanda de 4 a 5 trabajadores. Las embarcaciones utilizadas en ambas artes de pesca son de tipo rústico como pangas o canoas (Huerto et al. 2009). Anteriormente la captura de peces era con chinchorros, tiempo después cambiaron el arte de pesca por redes agalleras, tanto el chinchorro como las redes agalleras se utilizaban específicamente para capturar pez blanco y acúmara. El cambio de arte de pesca de chinchorro a red agallera se dio porque la Oficina de pesca prohibió el uso del chinchorro. Finalmente, la red de mariposa (Warhómutakuecha) se encuentra en franca disminución ya que en 1989 se reportaban sólo 38 (Centro Geo, 2012) y para el 2010 sólo el 6% del total de los pescadores las utilizaban (Vargas, 2010). Las redes de mariposa son simbólicas de la zona y los pescadores que aún quedan en el lago son constantemente fotografiados con ellas, ya que les resulta

más productivo salir a ser fotografiados que utilizarlas para pescar (Vargas, 2010). Se estima que entre el 30 y el 35% de los pescadores utiliza el chinchorro y entre el 65-70% restante utilizan la red agallera. Si se tiene en cuenta que la pesca con chinchorro requiere de 4 a 5 peones, mientras que la red agallera es una actividad básicamente individual, la primera tiene una mayor importancia social ya que genera unos 1170 empleos directos, mientras que la segunda casi la mitad (540), considerando un universo de 800 pescadores. Sin embargo, el análisis de las ventajas comparativas de cada una de las artes de pesca debe contemplar también otro tipo de indicadores tales como el ecológico, económico, cultural (Huerto et al. 2009). A continuación se presenta la variación anual de embarcaciones y artes de pesca registrados desde 1981 (Tabla VIII-5, Grafica VIII-3). En 1981 los pescadores contaban con 7380 redes y 685 embarcaciones. Estas artes de pesca incrementaron drásticamente hasta alcanzar su punto más alto en 1986 cuando se contabilizaron 1650 embarcaciones con 15194 redes. Siendo 1998 el año en el que se registró la menor cantidad de instrumentos con 422 embarcaciones y 2073 redes (Tabla 8, Figura 3). La organización que existía entre los pescadores en el 2000 fue dañada seriamente a partir de un conflicto con el gobierno federal, específicamente con la SEMARNAT. Luego de este conflicto se negaron a reportar la producción y desde entonces no hay registro oficial de cantidades de pesca ni del número de pescadores en funciones ni datos sobre la utilización de embarcaciones y las distintas artes de pesca. Curiosamente, se considera este episodio como el único momento fuerte de unificación de los pescadores (Dra. Aída Castilleja com. pers.). El estudio más reciente menciona que los pescadores activos contaban en el 2009 con 812 canoas, 68 chinchorros y 9,344 redes agalleras (Tabla VIII-5).

Tabla VIII-5 Variación anual de embarcaciones y artes de pesca registradas.

Número de embarcaciones y artes de pesca.						
Década de los 80's		Década de los 90's		2000's		
Año	Embarcaciones	Redes	Año	Embarcaciones	Redes	Año
	Sin datos		1990	830	8295	
1981	685	7380	1991	837	5580	
1982	742	7420	1992	837	5580	
1983	857	7440	1993	837	5580	
1984	915	7466	1994	492	3957	Sin datos
1985	1384	12315	1995	444	3419	
1986	1650	15194	1996	447	3311	
1987	1066	9816	1997	444	3282	
1988	1181	10875	1998	422	2073	
1989	1246	12598	1999	476	4374	2009
						812 9412

(Ortiz, 2004; Chauvet et al., 2009; García, 2009; DOF, 2009).



Gráfica VIII-3 Variación anual de embarcaciones y artes de pesca registradas con densidades de pesca total en el Lago de Pátzcuaro 1981-2005 (Orbe-Martínez et al., 2002; Rodríguez, 2003; Ortiz, 2004; Rojas, 2006; Chauvet et al., 2009; DOF, 2009; García, 2009)

Instituciones responsables

A continuación se presenta un listado de las instituciones y organizaciones que se detectó mantienen funciones directas sobre el manejo pesquero en el Lago de Pátzcuaro.

En total, se identificaron 29 organizaciones e instituciones (Tabla VIII-6); sus atribuciones, misión y objetivos se presentan en el anexo 7. De estas, 10 son instituciones del gobierno federal, 9 pertenecen al gobierno del estado de Michoacán, 5 son instituciones educativas locales y nacionales, 3 son organizaciones no gubernamentales y 2 son internacionales. En el Cuadro No. 4 se enlistan las organizaciones e instituciones consideradas en este trabajo.

Tabla VIII-6 Relación de organizaciones e instituciones que mantienen funciones sobre el manejo pesquero del Lago de Pátzcuaro.

Gobierno Federal	Gobierno de Michoacán	Educativas	Sociedad civil	Internacionales
CECADESU	CEAC	CIECO-UNAM	FGRA	CREFAL
CDI	CIDEM	CBTyS	CODEMI	Ramsar
CONACyT	COECyT	CRIM-UNAM	Gremio de monjas	
CONAFOR	COFOM	IIAF-UMSNH		
CONAGUA	COMPESCA	INIRENA		
IMTA	SEDECO			
INAPESCA	SEDRU			
PROFEPA	Smujer			
SAGARPA	SUMA			
SEMARNAT				

VIII.2.6. Percepciones de los entrevistados.

Como se ha señalado anteriormente, una parte del trabajo realizado consistió en la realización de entrevistas con personas clave provenientes de distintos sectores. En esta sección se presentan percepciones y algunos testimoniales en torno a: la pérdida de peces nativos, al manejo de las especies exóticas, a la organización del manejo pesquero, al aprovechamiento y comercialización de los peces tanto nativos como exóticos, a la calidad del agua, al efecto del dragado, al desempeño de las autoridades gubernamentales, y finalmente, a los pasos a seguir en un futuro. Las percepciones y testimoniales resumen el conocimiento de la gente, las distintas actitudes en relación con los problemas persistentes del Lago y sus especies, así como su opinión en torno a las vías de solución y pronóstico.

Percepciones sobre la pérdida de peces nativos

En cuanto a las causas probables de la desaparición o disminución de las especies nativas en el lago de Pátzcuaro, la mayoría de los entrevistados se refieren a la introducción de la carpa como la causa principal ya sea directamente, comiéndose a las demás especies o indirectamente alimentándose de su hueva. Sólo un entrevistado consideró que las causas principales de esta situación son la deforestación de la cuenca y la contaminación del lago.

“La única razón por la que desapareció el pescado blanco y el achoque fue por la carpa y la carpa se comió al pescado blanco y al achoque” (Hombre, Pescador, sector social).

“La carpa se come la hueva de la lobina y del blanco” (Mujer, Pescadora, sector social).

“No pues ya se acabó el pescado blanco porque echaron el pez este amarillo, la carpa, que no está sabrosa. Ahora ya pescan pura mojarra y de esa amarilla (la carpa). Había pescado blanco y trucha” (Hombre, habitante de Santa Ana Chapitiro, sector social).

“La carpa espantaba a las truchas (pescado blanco), que esas si son de aquí, ¿si conoce a las truchas?, pues es el mejor pescado pues que hay...” “...la carpa asustaba la trucha, pero después metieron esa carpa y se comió a la trucha, pero había blanco que eso era pues lo mejor” (Mujer, Comerciante, sector social).

“La deforestación ha ocasionado que no haya otros peces nativos ya que contaminan al lago” (Hombre, Mesero, sector social).

Independientemente de la causa que haya originado la disminución de los peces nativos, hay una preocupación general y creciente sobre el problema de

disminución de las poblaciones de las especies nativas. Destaca la preocupación que tienen los pescadores de poder pagarle o retribuir a los peces nativos la ayuda que han recibido de éstos animales a lo largo del tiempo ya que gracias a ellos han podido contar con recursos para sobrevivir:

“Si nosotros hemos vivido de esto ¿porqué ya no podemos? ¿Ahora que tenemos que hacer para ayudarlos?, ellos nos han ayudado” “¿No ve la laguna que tan triste está que ya se quedó solita?” (Pescador, sector social).

La causa de que se registre una pérdida o disminución de las poblaciones de especies nativas es multifactorial y las causas se retroalimentan entre sí. Dichas causas son: características intrínsecas del lago (su edad y ciclo natural); efectos de las actividades humanas (sobrepesca, contaminación, introducción de especies exóticas) (ver sección Percepciones sobre la calidad del agua); la creencia de que el comportamiento de los habitantes afecta la dinámica del lago (envidias, consumo de alcohol, matrimonios entre habitantes de diferentes islas); y la presencia de la carpa.

“...pero a lo mejor si el lago no está proveyendo de las condiciones de micro hábitat adecuado que se perdió pues bueno a lo mejor no es la presión de la carpa la que está haciendo que la especie (pez blanco) no se esté recuperando” (Mujer y Hombre, sector académico).

“El pez blanco es una especie valiosa para la acuacultura y debe de tener algunas características, entre ellos la reproducción para poder obtener crías. Pero en el lago no está logrando estar ya con la presencia de antes, pero no porque esté la carpa, sino porque el lago tiene otros problemas, que dentro de los problemas puede estar la carpa pero no es la carpa el problema, el problema del lago hay que centrarnos que es lo que entra al lago, entonces esta cuestión de la deforestación, creo que son problemas mas graves” (Hombre, académico, sector gubernamental).

“Sí hay pescado, pero hay envidia y entonces la laguna guarda los peces...ésta concepción tiene que ver con este carácter animado, el Lago no es un ente pasivo” “No hay agua porque hay envidia y la envidia asusta, hace que el agua se esconda” (Mujer, sector académico).

“Hay una cuestión religioso-cultural que dicen que los dioses se molestan y que entonces les retiran las acúmaras, las esconden...hasta en tanto se porten mejor, pero están convencidísimos de eso” (Mujer, académico, sector gubernamental).

Percepciones sobre el manejo de las especies exóticas

En cuanto a las razones de haber introducido la carpa al lago, los entrevistados mencionan que la causa principal fue la limpieza del lirio en el lago y lamentan que no se hubieran hecho los estudios adecuados para evitar las situaciones perjudiciales que después originó la carpa.

“La carpa fue introducida para terminar con el lirio y la yerba, era para limpiar una parte del lago, también trajeron el manatí y la carpa, fue Mateo Rosas, fue en el 80” No identificada

“Hubieran estudiado bien antes de meterlo aquí, porque si sabían que había otro tipo de pescado, no pueden meter otro nomás así” (Hombre, Pescador, sector social).

Las principales coincidencias en cuanto a las especies exóticas se enfocan en la presencia y los efectos negativos que tiene la carpa dentro del Lago de Pátzcuaro. La carpa es la especie responsable de la degradación del Lago así como de la afectación de las especies nativas. Se acepta que la carpa interfiere en diferentes niveles y con distinta intensidad en las condiciones del Lago y que se trata de un organismo que se asocia de con la disminución de pescado blanco.

Entre las principales afectaciones que las especies exóticas (con énfasis en la carpa) ocasionan que los entrevistados perciben se encuentra en primer lugar el enturbiamiento del agua por movimiento del fondo resultado de la forma de alimentarse de la carpa, lo cual perjudica al pescado blanco y que al no ser selectivas en el alimento que consumen se encuentran depredando los huevos de todas las especies que se encuentran dentro del lago.

“La carpa ha provocado muchísimos problemas tanto en la calidad del agua como en la disminución de otras especies, el principal problema de la carpa es que se come la hueva de todo, de acúmara, de charal... el charal también ha sido afectado debido a que la carpa no tiene preferencia en el alimento, se come todo. Entonces si no hay alimento en el lago como está sucediendo, se van sobre las otras especies” (Hombre, académico, sector gubernamental).

Algunos comentarios de los entrevistados giraron en torno al incremento en la aparición de ciertas especies, como lo son la mojarra y la trucha (o lobina negra).

“La mojarra comenzó a salir otra vez por que ya no salía” (Mujer, Pescadora, sector social).

“Ayer saqué dos truchas, más o menos grandes, acá por la orilla” (Hombre, Pescador, sector social).

“Y ahorita les están comprando mucho (a las carpas), y como que eso está dejando que la trucha se reproduzca más y ya está empezando a salir” (Mujer, Comerciante, sector social).

Sobresale en las percepciones sobre los peces exóticos el alto aprecio por la lobina por la calidad de su carne, por tener pocas escamas y tener un sabor agradable. Inclusive se mencionó que hasta la fecha se trae de Nayarit para su consumo en festejos locales por lo que no se descarta que se realicen intentos por volver a colocar a esta especie dentro del lago y que estos intentos hayan sido fallidos al no encontrar la especie la calidad de agua indispensable. Inclusive se han realizado peticiones directas a instituciones estatales y federales para que la vuelvan a introducir. Esta situación se deberá tomar en cuenta cuando se alcancen las metas de calidad de agua. Sin embargo es importante destacar que aunque los pescadores tengan este tipo de preferencia se percibe que ellos tienen muy claro su identidad y le dan un valor muy especial a las especies nativas.

Percepciones sobre manejo pesquero

Los entrevistados coinciden en que el manejo pesquero del Lago ha sido influenciado a lo largo de tiempo por intervenciones gubernamentales, sociales y académicas lo que ha dado como resultado un “Lago en disputa”, con afectación directa sobre el tejido social.

“Las políticas públicas sobre el ambiente han tenido un impacto social, todo este tipo de elementos ha roto códigos de relación y de comportamiento como pescadores (Mujer, sector académico)

“...llegan con esquemas de organización impuestas en donde hay jerarquías que no corresponden a sus propias jerarquías en donde hay imposiciones que no corresponden” (Mujer, sector académico)

Las intervenciones externas han dado como resultado que los pescadores ya estén acostumbrados a recibir apoyos de todo tipo y para los cuales ya están preparados para recibir ya sea como pescadores, artesanos, indígenas, ganaderos, etc. Entre los pescadores efectivamente permanece la costumbre de pedir apoyo económico a las autoridades actuales para diversas cuestiones, la principal razón que se expone es que no se tienen los recursos económicos para que puedan pagar ciertos servicios o permisos. Esta situación ha ocasionado que los pescadores pierdan interés en su actividad principal dado que reciben soluciones temporales para sus necesidades económicas.

“El problema viene de políticas públicas, se ve en el sentido de que, llega el programa de Proárbol, veámoslos ahora como comunidad, les dan \$500 pesos por hectárea que manejen y conserven con arbolada, pero por otro lado tienen el

programa de SAGARPA que les dan \$2500, \$10 000, \$15 000 pesos por hectárea en fertilizantes, en plántula, en tecnificación de sistemas de riego, en lo que sea entonces son chintetes van a dejar de ver una ley, una veda, o lo que se te ocurra para estar cuidando el bosque, entonces te doy \$500 pesos para que mantengas los arbolitos y a que te lleguen con \$2500, \$5000 pesos a que siembres aguacates” (Hombre, académico, sector gubernamental).

Los entrevistados coinciden en que los niveles y las formas de participación no han sido las adecuadas ya que responden a organizaciones que no son las propias de los pescadores.

“Y hay todas esas formas que se estas imponiendo por diferentes lados, ONGs, Instituciones, todos esos han generado clientelas a fuercita, unos más que otros pero pos cada quien tiene grupos. Y esas clientelas pues a fuerza generan conflictos adentro. Y lo que hay entre ellos son competencias desleales y eso hace que bueno, ya va a venir otro proyecto pues vénganos tu reino. Pero no están generando ninguna cohesión interna. Pues ora sí qué proyecto traen ustedes ¿no? ¿Y mi despensa donde está? ¿Y donde está el cheque pa firmar el empleo temporal?” (Mujer, sector académico).

Los entrevistados coinciden en que el punto de quiebre entre la relación de los pescadores con las autoridades e incluso entre los mismos pescadores es en el año 2000 en donde ya se ha comentado con anterioridad que hubo enfrentamientos entre el gobierno federal y el gremio pesquero resultando encarcelados varios pescadores. Como resultado de esta separación con las autoridades, ya no hay registros ni conteos oficiales sobre la pesca, la información no fluye apropiadamente del gobierno hacia los pescadores por ejemplo para poder integrarse en programas económicos y ha aumentado la desconfianza de los pescadores para registrarse ante Hacienda y crédito público. Los entrevistados que pertenecen al sector gubernamental coinciden en que ha faltado tacto y trabajo con los pescadores para lograr el convencimiento y la reintegración de estos a los programas federales para que ellos vuelvan a proporcionar datos sobre la pesca.

“Se tienen presiones de líderes y de caciques de los mismos pobladores y eso ocurre en todas las actividades productivas, lo mismo ocurre con el asunto de los pescadores es algo que está extremadamente politizado” (Hombre, académico, sector gubernamental).

“Nosotros también quisiéramos que nos ayudaran ustedes para poder buscar la manera de regularizarnos, desde que hubo la veda se clausuraron los permisos”. “Nosotros le hemos dicho a las instancias de gobierno, no es que nosotros no queramos darnos de alta lo que pasa es que le tenemos miedo a Hacienda, entonces ahí decíamos ¿por qué no nos ponen unos contadores que nos lleven

las cuentas? Porque nosotros desconocemos todo esto” (Hombre, Pescador, sector social).

Desde el punto de vista de los pescadores se piensa que ellos tienen desconfianza hacia las instituciones porque hace falta el seguimiento de los compromisos pactados con anterioridad y que se debe incrementar la rendición de cuentas de las instituciones hacia las comunidades.

“En las Yacatas yo fui invitado en agosto prometió 600 millones y no los he visto si ya llegaron o van a llegar, entonces ese es el problema para mí por eso digo que promesas van y vienen”...del proyecto de la carpa, ellos tenían que informarnos a nosotros los pescadores cómo iban los avances, cómo estaban haciendo el proyecto con la universidad de aquí de Morelia” (Hombre, Pescador, sector social). La transformación de pescador a acuicultor fue considerada como una problemática por un investigador entrevistado, sin embargo, contrasta con las opiniones de otros, los cuales mencionan que se debe tomar en cuenta a los pobladores para el buen desenvolvimiento de los proyectos. Mencionan que hay tecnificarlo y hacerlo sustentable con apoyo técnico adecuado. *“Transformar a los pescadores en productores o en oficiales de protección de medio ambiente para no mermar al pez blanco en caso de repoblar. Cambiar la idiosincrasia hacerlos cultivar todos los días, darles de comer y que en un año o año y medio tengan el producto ha sido imposible” (Hombre, sector académico).*

“La idiosincrasia de la gente es una limitante, CRIP y COMPECA hicieron un proyecto grande donde se transfirió tecnología de cultivo de pez, en policultivo de especies nativas se metió charal, acúmara y pez blanco, a las comunidades se les dotó de infraestructura con lo mínimo pero en tres meses falló, porque vieron que el consumo de la luz era elevado y el gobierno no lo pagaba, empezaron a ver que no crecía el pez blanco y que no era negocio para la gente, porque la visión de las personas es solamente de extracción. La gente no adoptó la tecnología” (Hombre, académico, sector gubernamental)

Un entrevistado consideró que la situación física y geográfica del mismo lago es otra limitante.

“La segunda limitante es la misma cuenca, en dos años de transferencia de tecnología se han dado cuenta que la segunda limitante es la altura y el frío” (Hombre, académico, sector gubernamental)

Varios entrevistados identifican como problema grave el no tener canales de comercialización porque puede haber problemas para poder colocar la producción en donde se decidiera el hacer uso comercial de la carpa.

“Darle un sobreprecio puede ser un problema, pues es que buscar canales de comercialización no, lo han intentado en infiernillo con el pez diablo, realmente a menos que se subsidie de alguna manera en el corto plazo yo no creo cómo, no

se podría buscar industrializarlo como intentaron con el pez diablo, hacer harina de pescado, pero implica tener la infraestructura para hacerlo, entonces luego implica buscar los canales de comercialización y es ahí donde la cosa se pone un poco más complicada” (Hombre, sector académico). Las propuestas que surgieron en las entrevistas relacionadas con el manejo pesquero del Lago de Pátzcuaro se presentan en la Tabla VIII-7.

Tabla VIII-7 Propuestas de los entrevistados relacionadas con el manejo pesquero del Lago de Pátzcuaro

Restauración ecológica	Actividades productivas	Especies nativas	Especies Exóticas	Artes de pesca	Ordenamiento territorial
Rehabilitar los manantiales que están fuera del lago	Acuicultura realizando ensayos controlados en las comunidades con miras a la sistematización, difusión y aceptación de estas técnicas	Seguir con el comité del rescate de la especie del pez blanco donde todos los institutos y organismos formen parte del comité y todos tengan un protocolo o reglamento del manejo de los organismos para poder intercambiar los organismos, sabiendo que todos llevan un buen manejo de la especie	Atacar directamente a la carpa, como sea y donde sea	Realizar estudios básicos para determinar el número de pescadores que utilizan los chinchorros como herramienta de pesca	Establecer una nueva delimitación en el lago con el convenio de los pescadores
Promover la restauración de microhábitats	A la comunidad le conviene mucho más que las especies vuelvan a surgir para aprovecharse porque sí son personas que se ponen de acuerdo	Colocar la presencia de especies nativas como indicadores de la limpieza del lago	Ponerle un precio a la carpa	Diseñar un arte de pesca adecuado para las carpas para poder eliminar y sustituir el chinchorro	
Plantar árboles para evitar que se azolve el Lago		Instalación de una veda para favorecer el incremento poblacional de especies nativas	Eliminar la carpa sin hacer estudios previos.	Diseñar un método que permita verificar que se estén utilizando las artes de pesca adecuadas	
Arreglar lo que es el drenaje porque éste es el causante de que se acaben las especies porque todo el drenaje está conectado al Lago (hay una planta de tratamiento pero se trabaja al 15 o 20% mas o		mejorar el entendimiento sobre cual o cuales son las etapas del ciclo vida del pez blanco en el que las carpas causan problemas	Traer gente que sepa aprovechar la carpa		

Restauración ecológica	Actividades productivas	Especies nativas	Especies Exóticas	Artes de pesca	Ordenamiento territorial
menos no en su totalidad).		Desarrollar reservas del pescado blanco donde se protege tanto al pescado blanco como a la acúmara	Tener en cuenta que se podría manejar el lago para mantener poblaciones estables y abundantes de carpa Favorecer el mercado local de la carpa, impulsándolo junto con el turismo, hoteles y restaurantes ubicados en la zona de influencia del lago		

Percepciones en torno al aprovechamiento y comercialización de las especies nativas

En cuanto a la comercialización del pescado blanco, se comenta que hay bajas densidades poblacionales de la especie dentro del lago y los altos costos que esta situación representa.

“El blanco lo traen de Zirahuén y cuesta dependiendo el tamaño, hay de 400 y 600 el kilo, el más barato cuesta 350 y el más caro 600” (Mujer, Pescadora, sector social).

“Acá ya no sacan blanco, por que no hay. Ya todo se lo acabaron. Es muy lento para crecer. En pesca tienen pero de un tamaño pequeño” (Mujer, Pescadora, sector social).

La mayoría de los entrevistados mencionaron que la acúmara ya prácticamente ha desaparecido del lago y que para atraparla tienen que aumentar los esfuerzos de captura. Además, una entrevistada subrayó que más allá del consumo de carne lo que se da es el consumo de su huevo (o yarata).

“La acúmara si es de acá pero ya casi no hay, hace 5 años que ya no hay acúmara.” (Hombre, Pescador, sector social).

“Antes sí salía mucho la acúmara pero de un tiempo para acá ya se escaseó y ahorita ya es raro que uno agarre unas 10 yo creo, porque antes salía por unas 50 o 70 ya ahorita ya no, ya como unas 5 o 7, los que saben mucho si agarran un poquito más” (Hombre, Pescador, sector social).

La acúmara también ya no sale, lo sabroso de la acúmara es pues el caviar pues, nosotros le llamamos, la yarata que es pues la hueva, y está grande y muy sabrosa. Y es lo que está bueno de la acúmara.” (Mujer, comerciante, sector social).

Percepciones en torno al aprovechamiento y comercialización de peces exóticos

Entre las especies que se encuentran dentro del lago y que son consumidas se encuentran la carpa, las mojarra y la trucha.

“No hay mucho pescado en el lago, solamente carpa” (Mujer, Pescadora, sector social)

“Vienen a vender carpa, mojarra, lo que ahorita sale es mojarra, muy bonita mojarra, güerepo y trucha cuando sale” (Mujer, comerciante, sector social).

“La trucha, como era tradición de Pátzcuaro, pues la consume muchísima gente, pero ya aquí casi no hay trucha, lo mismo que con el pescado blanco ya no hay, si había en el lago, incluso todavía sacan pero sucede lo mismo que con la mojarrita, se descompone al poco tiempo de sacarla” (Mujer, Pescadora, sector social).

En cuanto a las condiciones del lago y su impacto en los peces dos entrevistados mencionaron que son altas las probabilidades de que los peces estén contaminados por lo que prefieren no venderlos al público.

“El pescado nos lo traen de fuera, pero producto de aquí yo la mera verdad no vendo” (Mujer, Pescadora, sector social).

“Están sacando mucha mojarrita de aquí del área, pero es una mojarrita que por la misma contaminación al día siguiente ya no sirve” (Mujer, Pescadora, sector social).

“Pues yo he sabido de algunas situaciones que se han dado de algunos brotes de cólera hace algún tiempo ahí en el lago por el consumo de alimentos que tienen ahí, por eso uno definitivamente no se arriesga a comercializarlo, eso es ya mera tradición que nos quedo, en realidad ya no hay nada” (Mujer, Pescadora, sector social).

Las encuestas indican que la venta de la carpa es diferenciada a lo largo del lago ya que si bien su venta es muy poca a nivel de las pescaderías encontramos testimonios de que sí se consume a nivel local con un precio variable y que a la fecha existen compradores foráneos que asisten regularmente a la compra de carpa de cualquier talla.

“No trabajo la carpa por que no es muy comercial, la que se comercializa es la especie pero de mayor tamaño” (Mujer, Pescadora, sector social).

“La carpa se vende en 15 pesos kilo y la ocupan para ceviche, al horno” (Hombre, Pescador, sector social).

*“De la carpa, antes salían de 8 a 10 kilos, ahora están saliendo puras chiquitas”.
“Los vendedores viene con uste, la venden ellos a 15 y la compran a 10 a los pescadores” (Mujer, Pescadora, sector social).*

“Si pues creo que el kilo de la carpa se las pagan creo que a 10 pesos o a 8 y la trucha está a 75, si el blanco hubiera yo creo que estaría a unos 180 pesos” (Mujer, Comerciante, sector social).

“Conozco dos personas que se dedican a vender esto (la carpa), lo llevan a México pero no se quien se los compre ni para que” (Mujer, Pescadora, sector social).

“Las carpas que sacan las usan para comer o se venden. Acá todos los señores que sacan carpa, viene un comprador que las compra al mayoreo, por kilo, todo lo que saquen aunque sean chicas, yo no se donde la lleven, me parece que al estado de México creo y así es como la comercian rápido, creo que vienen los domingos o los martes” (Hombre, Habitante de Urandén, sector social).

“A los pescadores les dieron material para que sacaran toda la carpa pero ya casi no hay, la más larga es como de 2 kilos. Ahora son más chiquitas y salen menos, no salen muchos, pero hay gente que si las anda sacando” (Hombre, Pescador, sector social).

En cuanto a las características físicas y del sabor de la carpa varios entrevistados refieren que tanto la consistencia como el sabor son poco agradables. Sin embargo mencionan que prefieren las tallas grandes de la carpa pues sus características mejoran.

“La carpa de Israel, tiene muchas espinas y el sabor es cómo muy fuerte, a mi en lo personal no me gusta, sabe cómo a pescado concentrado, podemos decir.” (Mujer, Pescadora, sector social).

“..no se como la cocinarán pero, se empezaron a llevar de todo por que aquí no la quieren ni regalada, es que no está sabrosa, esta cómo aguanosa, como que no es una carne muy durita. Nosotros el que encargamos es el de cómo 8 kilos por que ya esta sabroso pero ellos por la necesidad pues agarran el que sea” (Mujer, Comerciante, sector social).

“Lo que más hay es carpa y la saben preparar de diferentes formas, la hacen dorada y en caldo, de formas diferentes, lo que pasa es que la carpa sabe mucho

a espina y por eso a muchos no les gusta” (Hombre, Habitante de Urandén, sector social).

Percepciones sobre la calidad del agua

La mayoría de los entrevistados coinciden en que la situación de la calidad de agua del lago es baja. La percepción general es que el Lago de Pátzcuaro está sumamente degradado y que cada vez es peor. Además, mencionan que mucha gente no entiende cual es la razón para esta situación ya que han existido muchísimos proyectos que han significado gran inversión económica por lo que no hay concordancia entre el dinero que se ha invertido y los resultados obtenidos.

“Las tasas de sedimentación de lago son altísimas, la erosión es terrible todavía, en algunas zonas hay unos aportes de nutrientes también terribles, pero bueno esa es la otra cosa que habría que tomarse en cuenta, el lago pues tiene un tamaño razonable y no es tan homogéneo, digo en términos de calidad del agua y esas variantes” (Hombre, sector académico).

“Pátzcuaro ha sido usado miles de años, 40 000 en el mejor de los casos, la meta como ha estado escrita, como se ha dicho, es frenar el deterioro, parar el deterioro ambiental y empezar un lento proceso de recuperación. La tendencia es estabilizar la calidad del agua” (Hombre, sector académico).

¿Para qué se va a manejar esa cuenca? Digo ya prístina no es, desde hace siglos que no lo es, está muy manejada, está bastante alterada, hay que tomar una decisión en términos de manejo ¿Cuáles son los objetivos? Pueden ser múltiples pero incluso puede haber objetivos que pueden ser excluyentes (Hombre, sector académico).

En cuanto a las razones de la situación actual del lago, los entrevistados coinciden en que son múltiples factores los que pueden estar incidiendo, sin embargo, en cuanto a las causas de este cambio mencionan que puede ser una mezcla entre el desarrollo natural de los lagos, la contaminación propia de las actividades humanas y el dragado realizado en el lago. En cuanto a la presencia de la carpa difieren en concederle o no parte de la responsabilidad de las alteraciones en la calidad del agua, sin embargo, suelen aceptar que dichas condiciones sí la benefician.

“El problema de la calidad de agua no es culpa de la carpa, sino más bien, de la actividad humana. La razón de que el agua esté dañada, no es por la misma carpa, sino los daños en la calidad del agua del lago están provocándole las ventajas a la carpa para ser la que pueda vivir ahí” (Hombre, sector académico).

En cuanto a la relación entre la calidad del agua y la conservación de las especies nativas, algunos entrevistados consideraron que es una condición obligatoria la

recuperación del lago antes de poder repoblar con pez blanco. Sin embargo, se aceptó que no se conocen cuales son a ciencia cierta los requerimientos del pez blanco para que puedan ser los objetivos a alcanzar.

“La intensión de repoblar el lago con el pez blanco sí está en pie, pero es necesario recuperar la calidad de agua, se encontró un nivel de 6 o 7 en la concentración de amonio en las orillas del lago, esto puede ser porque la reforestación no está aportando lo que debería, las plantas de tratamiento no están funcionando como debería de ser, los humedales son un micro de lo que deberían de ser etc” (Hombre, sector académico).

“Solamente se han hecho experimentos controlados, no han hecho bioensayos de Ph, amonio, nutrientes para decir cuáles son los rangos idóneos para el cultivo de pez blanco” (Hombre, académico, sector gubernamental).

“La calidad de agua ya no es óptima para su desarrollo, se puede volver a repoblar teniendo medidas más estrictas, como quitar los chinchorros, hacer que la gente cuide, hacer una veda de tres meses cada año” (Hombre, académico, sector gubernamental).

“La experiencia que se ha tenido en el lago de Pátzcuaro resulta que efectivamente que la recuperación de las especies nativas va de la mano con la recuperación de la calidad del agua, si no se recupera la calidad del agua es muy difícil que las especies nativas puedan llegar a mantenerse o sobrevivir” (Mujer, académico, sector gubernamental).

“...el problema es la contaminación del agua o sea para mi sería el punto clave para poder, como dice el compañero, meter las especies nativas porque que nos ganamos si metemos las especies nativas y el lago sigue contaminado de nada nos serviría y ese sería el punto de partida no” (Hombre, Pescador, sector social).

Un entrevistado sugiere que la mala percepción sobre la calidad de agua del lago tiene que ver con que no ha existido una campaña de comunicación social que muestre indicadores de la recuperación del lago y menciona que existe de manera extendida la creencia de que el lago está peor aunque se cuenten con buenos cambios según los indicadores que se tienen.

“ y yo creo que también hay que apuntalar porque es un logro de este proyecto que se ha logrado, pero así que con graficas muy concretas, con graficas cómo ha evolucionado los diferentes indicadores y ver también que el sistema Michoacano de radio y televisión participe y a la coordinación de comunicación social para que difunda los logros de este proyecto, porque se sabe poco y existe el vox populi de que el lago cada vez está peor pero estos indicadores muestran que si está mejorando quizá no al nivel que uno quisiera” (Hombre, académico, sector gubernamental).

Percepciones sobre el efecto del dragado

Los entrevistados expresan que el dragado tiene repercusiones en varios niveles dentro de la organización social pesquera, siendo las más importantes: que se modifique el territorio y empiece a haber divisiones transversales y vecindades; que se modifiquen las características fisicoquímicas del lago y que se incremente la superficie cultivable para algunos sitios (e.g. Urandén).

“... las tiras que son lo que ha sido el depósito de la draga, lo dividen por tiras y que ese es otro concepto. Las tiras son metros lineales que dicen: yo colindo con esto, no te estoy dando una superficie, te estoy dando 12 metros, ese 12 metros es el frente de una tira por lo que te permite el lago si el lago se va retrayendo, pues la tira, ósea, puedes tener nomás 3 surquitos, pero 3 surquitos de 2 km ya pintan” (Mujer, sector académico).

“...sí queremos la draga porque queremos seguir siendo isla. Para que pudieran seguir siendo isla les dieron más tierra porque la draga les hizo esas acumulaciones entonces ahora ya no tienen un lago, tienen dos, tienen el del canal, su tierra y luego tienen el lago grande” (Mujer, sector académico).

“Con lo de la draga sacaron todo el lodo y taparon los manantiales” (Mujer, Pescadora, sector social).

Algunos entrevistados consideraron a la draga como necesaria para eliminar especies enraizadas, las cuales facilitan la acumulación de sólidos y provocan la pérdida del espejo de agua. Además de que también ayuda a las especies nativas ya que ayuda a sacar sólidos y disminuye el azolve, lo cual mejora por ejemplo, los espacios de incubación del pez blanco.

“Sin embargo hay todavía muchas aéreas que se deben atacar porque ya hay vegetación enraizada y esa es la que va ganando terreno y junto con la disminución del agua va caminando la mancha” (Mujer, Académico, sector gubernamental).

Percepciones en torno al desempeño de las autoridades gubernamentales

En cuanto a las actividades gubernamentales que se están realizando para la recuperación del Lago de Pátzcuaro lo que los entrevistados reconocen son principalmente las plantas tratadoras pero consideran que son insuficientes o ineficaces.

“Pues yo no se si el gobierno este metiendo mucho dinero o este trabajando pero aparentemente no, hasta donde vemos” (Mujer, Pescadora, sector social).

“Hace poco que metieron las plantas, hace poco que las metió el gobierno, porque antes bajaba todo, las aguas negras y eso fue lo que perjudicó mucho y ahora con las plantas lo quisieron remediar pero no ha sido suficiente” (Hombre, Pescador, sector social).

Percepciones sobre los pasos a seguir en un futuro

Dos entrevistados resaltan la importancia de considerar en los planes futuros la diversificación laboral que han tenido los pescadores a lo largo del tiempo, quizá por las ofertas de los distintos programas gubernamentales que ha habido.

“Pues yo institución impongo lo que hago, es federal y hazle cómo quieras, si no te gusta recoge tus redes y dedícate al ganado, o a la floricultura o lo que sea”. O el nivel de participación que se busca de los pescadores es “Pues te pago para que chambees mientras está el proyecto” (Mujer, sector académico).

“Entonces, a mí me parece hace erróneo tratar de atender una problemática desde el punto de vista de una actividad económica nada mas cuando no es la única, o sea hay que pensar en todas las actividades y yo creo que estoy hablando del 100% de las comunidades ribereñas y de las que son pescadores y los que están en el padrón de pescadores que tienen muchas otras actividades. No podemos hablar de pescadores, sin hablar al mismo tiempo de albañiles, de agricultores, de artesanos, porque la dinámica que existe en las comunidades ribereñas es que se dedican a todas esas actividades, no es que una familia sea estrictamente pesquera, no es que cuando estamos hablando de pueblos pesqueros en el mar que el papá es pescador y es exclusivamente pescador y no se dedica a otra cosa mas que a pescar, aquí no, aquí la familia completa, su economía es multifactorial, o sea, no viven exclusivamente de la pesca sino a la mejor el papá pesca y la mamá le ayuda a pescar y los hijos le ayudan a pescar en equis época del año y a equis horas pero al mismo tiempo tienen su parcelita y son agricultores y al mismo tiempo cortan la chuspata del lago y hacen petates, cestas y hacen artesanías” (Hombre, académico, sector gubernamental)

Los entrevistados coinciden en que se deben analizar las formas de generar confianza a distintos niveles sociales y administrativos ya que los fines de recuperación de la cuenca se alcanzarán más rápido si se cumple con dicha condición. El punto es cómo generar que haya ese restablecimiento de formas respetando liderazgos presentes sin exagerar cifras o incrementar las expectativas que no puedan cumplirse.

“...finalmente el lago no se recupera a partir de los conocimientos locales de los pescadores...está tan trastocado que las intervenciones van por otro lado que si son sinergias que tiene que haber entre académicos técnicos, pescadores, etc.” “Y yo hablo mucho de la cuestión de los conocimientos por que me parece que han sido voces que se han silenciado o no han sido oídas y que son voces que tienen que estar presentes” (Mujer, sector académico).

Los entrevistados que tuvieron injerencia en proyectos que se han aplicado dentro del lago coincidieron en establecer una campaña de comunicación social muy intensa para mejorar las relaciones entre los pescadores y los sectores gubernamentales. Para motivar a los pescadores a que vuelvan a cumplir con sus obligaciones porque es la única manera de poderles hacer llegar distintos apoyos gubernamentales.

“Estamos mal en no participar en la problemática del Lago” (Mujer, sector gubernamental).

“La política ambiental va de un lado y la política de fomento económica va del otro, entonces, ahí ¿como los pones en sintonía? Entonces dejemos de estimular las especies exóticas y demos estímulos a las nativas” (Hombre, sector gubernamental).

“La Comisión de la cuenca del lago se debe de fortalecer porque es uno de los pocos mecanismos de participación ciudadana en la toma de decisiones, tienes que abrirlo también para que los ciudadanos participen más y se sientan involucrados y no vean esto como una imposición, entonces yo creo que la comisión de la cuenca del lago también debe de recibir un fortalecimiento institucional para que no se vea como un organismo más burocrático de gobierno impuesto desde arriba sino como una posibilidad de que participe la sociedad en gestión del agua y darle más peso político y sería involucrando a las autoridades locales, al sector pesquero, el sector turístico, a las autoridades locales y los lancharos que viven del turismo, los del chichorro y los del no chinchorro, o sea, involucrando a los actores políticos en las discusiones pero que no se pinten de colores tampoco” (Hombre, sector gubernamental).

“...en realidad no me gusta nada que hemos trabajado con los presidentes municipales que ellos caminan por su rumbo, los otros caminan porl otros rumbos y cada quien su rumbo”... entonces la idea no es esa aquí, el lago no es solamente de los pescadores es de todos los que vivimos alrededor de la rivera” (Hombre, Pescador, sector social). Los entrevistados coinciden en que falta comunicación e intercambio de información entre los distintos sectores, entre gobierno y pescadores pero también con los investigadores. *“Otra de la*

problemática es que no todos los investigadores de los institutos comparten las investigaciones” (Hombre, sector académico).

Tanto entrevistados del sector gubernamental como del académico consideraron necesario el liberar la información de los investigadores para su aplicación en las actividades productivas.

“Nuestra intención es sacar estas especies de los investigadores porque siempre están investigando, solamente vemos que siguen investigando, entonces nuestra intención es sacar la información y la actividad productiva de los investigadores” (Hombre, académico, sector gubernamental). Por otro lado, se propuso incrementar la participación de grupos vulnerables como las mujeres y los niños en las acciones que se planeen para el Lago de Pátzcuaro. Es decir, trabajar, para que entren y sean participativos tomando estos esfuerzos como suyos.

VIII.2.7. Calificación del grado de sustentabilidad de las distintas opciones de intervención.

Opciones de intervención sugeridas

A continuación se presenta el abanico de opciones de intervención sugeridas que se evaluaron utilizando el sistema de calificación comparativa del grado de sustentabilidad (Tabla VIII-8).

Tabla VIII-8 Opciones de intervención sugeridas

A. CON INVERSIÓN PARA AGREGAR VALOR

1 CURTIDO DE PIEL

Piel curtida
Llaveros
Carteras-billeteras
Bolsas, portafolios y similares
Aplicaciones en prendas
cinturones y correas

2 CARNE

Filete enlatado crudo o cocido
Filete al vacío, crudo o cocido
filete congelado
Filete en fresco
Ceviche u otro preparado en fresco
Embutidos: hamburguesas, chorizos, salchichas,
jamón
Pizzas, nuggets u otro preparado cocinado

- 3 ENSILADO**
- 4 PESCA DEPORTIVA**
- 5 HARINA DE PESCADO**

B. PRÁCTICAMENTE SIN VALOR AGREGADO

- 6 COMPOSTA**
- 7 VENTA A INTRODUCOR EXTERNO**

C. OTRAS ACTIVIDADES

8 CONCURSO Y FERIA GASTRONÓMICA

- Chef vs Chef
- Chef vs Amas de casa
- Amas de casa vs Amas de casa
- Libre

9 CONCURSO DE PROYECTOS PRODUCTIVOS

- Jóvenes emprendedores
- Mujeres emprendedoras
- Tercera edad
- Grupos mixtos
- Categoría libre

10 RESERVAS DE BLANCO y NATIVAS

- Municipio de Patzcuaro
- Municipio de Erongarícuaro
- Municipio de Quiroga
- Municipio de Tzintzuntzan
- Centro Janitzio
- Otras islas

11 MANEJO DE HABITAT-CUENCA

D. CASOS PUNTUALES SELECTOS

12 Producción de nuggets para el DIF

Evaluación de las opciones de intervención sugeridas

A continuación se presenta el abanico de opciones de intervención evaluadas utilizando el sistema de calificación comparativa del grado de sustentabilidad. Se presentan en orden descendente de puntuación las actividades evaluadas: A y B son las acciones o actividades más recomendables y las actividades C y D las menos recomendables (Tabla VIII-9). Dentro de las opciones de intervención A y B, las opciones A (CREACIÓN DE RESERVAS DE BLANCO Y OTRAS ESPECIES NATIVAS, MANEJO DE HÁBITAT-CUENCA y VENTA A INTRODUTOR EXTERNO) son las alternativas más recomendadas por el sistema de evaluación conforme a la ponderación definida (Tabla VIII-9).

Se recomienda conocer la calificación de todas las opciones de intervención sugeridas (anexo 8), con el fin de reconocer los puntos débiles de cada una de ellas porque como señalamos anteriormente los ámbitos son como eslabones de una cadena cuyo grosor va cambiando con el tiempo y en un momento dado un eslabón es el más delgado pero al poco tiempo puede ser otro, sea porque reforzamos al más frágil o simplemente porque las condiciones imperantes cambiaron. En este sentido, para la puesta en marcha de cualquier iniciativa deben emplearse dos principios fundamentales en todo momento: el de manejo adaptativo y el principio precautorio.

Tabla VIII-9 Resultados del Sistema de calificación comparativa del grado de sustentabilidad para las distintas opciones de intervención

Lugar		Puntaje	Actividad
1	A	371	RESERVAS DE BLANCO y NATIVAS
2	A	362	MANEJO DE HABITAT/CUENCA
3	A	353	VENTA A INTRODUTOR EXTERNO
4	B	332	CARNE
	B	(322)	Producción de nuggets para el DIF
5	B	328	COMPOSTA
6	B	322	CONCURSO DE PROYECTOS PRODUCTIVOS
7	C	277	HARINA DE PESCADO
8	C	265	CONCURSO Y FERIA GASTRONÓMICA
9	C	263	ENSILADO
10	D	249	CURTIDO DE PIEL
11	D	224	PESCA DEPORTIVA

VIII.3 Discusión.

En esta sección se discuten los temas más relevantes en torno a la problemática imperante en la situación organizativa del Lago de Pátzcuaro de acuerdo a lo analizado en la bibliografía, las entrevistas y los resultados del sistema de calificación comparativa del grado de sustentabilidad. Los temas que se discuten son: Políticas, Información, Especies nativas y exóticas, Amenazas, Nostalgia, Normas Oficiales Mexicanas y Designación Internacional. A través de la discusión de estos temas se subrayan carencias de información y de difusión de programas específicos de recuperación del Lago; se destacan nuevas actitudes que pudieran ocasionar una sinergia positiva a favor de las especies nativas; y, se consideran con precaución algunas percepciones sobre el impacto que han tenido las especies exóticas. También se analizan los beneficios que pudieran traer designaciones de protección (nacionales e internacionales) y se enfoca la atención a posibles amenazas que pudieran poner en riesgo futuras acciones institucionales dentro del lago.

VIII.3.1 Políticas.

En el lago de Pátzcuaro la introducción de especies exóticas como la carpa, tilapia y lobina negra, han repercutido de manera negativa en la dinámica ecológica del lago, alterando la cadena trófica, desplazando a las especies nativas de su nicho, depredando con voracidad a los peces pequeños y aumentando la turbidez del lago mediante la remoción del fondo, entre otras causas. Este daño no solamente se ha presentado de manera ambiental, también ha repercutido económicamente en las poblaciones humanas que viven del lago. Al tener menos poblaciones de peces nativos de los cuales por décadas eran el sustento de las comunidades ribereñas, los pescadores se han visto en la necesidad de buscar fuentes de ingreso alternas.

La condición política que se ha dado en la cuenca del lago de Pátzcuaro a partir del 2000, es en gran medida resultado del conflicto que se suscitó entre pescadores y autoridades de gobierno y que fue el parte aguas entre el Pátzcuaro de antes (con un ensamble político-social todavía rescatable) y el Pátzcuaro actual (en el que sobresale un grave desentendimiento por parte de la sociedad y de los sectores gubernamentales, institucionales y científicos). Las condiciones de apatía o falta de participación por parte de todos los involucrados en el lago de Pátzcuaro deterioran las relaciones no solo gobierno-sociedad sino también dentro de la misma comunidad y dentro de las mismas dependencias de gobierno. Es de suma importancia señalar que el sector gobierno no ha tenido una participación real, es decir, no ha ejercido como debería y se ha visto rebasado por una sociedad que está harta de no ser tomada en cuenta en las iniciativas de gobierno.

Es evidente que la larga serie de intervenciones ha dejado como saldo un desgaste social muy importante y una desconfianza arraigada entre muchos miembros del sector pesquero no sólo hacia los estudios, sino hacia todo tipo de programas e intervenciones de gobierno e incluso de instituciones académicas (Huerto et al. 2009). Lo que ha dado como resultado una gran carencia de información clara y veraz debido a que desde hace 12 años los pescadores no reportan ni informan a las autoridades competentes la cantidad de pesca que es sustraída del lago.

Las iniciativas, proyectos o reglamentos que se llevan a cabo por parte del gobierno son más que nada imposiciones, no se realizan consultas ciudadanas; esta parte es muy importante de recapitular porque al no tomar en cuenta la opinión de la sociedad, al no saber qué es lo que realmente les preocupa o de qué manera la sociedad puede apoyar, lo único que se puede propiciar es un descontento aun mayor al que ya perdura entre los habitantes del Lago. Lo que realmente hace falta es mejorar la situación gobierno-sociedad y esto solamente se llevará a cabo si las acciones que se realicen son de carácter sinérgico ya que al existir una retroalimentación sociedad-gobierno-ciencia se puede aspirar a re ensamblar todos los factores que por ahora se encuentran dispersos.

Por último, hay organizaciones que solamente existen para obtener recursos de gobierno sin ser realmente organizaciones productivas. Esta percepción está bien ejemplificada en la visión de "papá gobierno da dinero – organización pesquera estira la mano". Ante tal situación, de paternalismo exacerbado, asociaciones civiles o grupos externos se han visto en la necesidad de intervenir para evitar que las relaciones se sigan deteriorando.

VIII.3.2 Información.

Debido al incidente ocurrido entre instituciones federales y pescadores ocurrido hace 12 años, existe una carencia de información sobre la magnitud de la pesca desde el año 2000 a la fecha. Esta falta de información ha sido tolerada, fomentada e inclusive sobrellevada por sectores gubernamentales que no han encontrado, quizá ni siquiera buscado, la forma de solucionar el conflicto y dicha carencia más allá de ofrecer apoyo y programas puntuales, verticales y sin solicitud de los pescadores los cuales se limitan al otorgamiento de artes de pesca.⁵⁶ Esta carencia de rendición de cuentas de la pesca ha propiciado que no se tenga información científica y comprobable para saber si los esfuerzos institucionales que sí tienen lugar como los que lleva a cabo el IMTA estén

⁵⁶ Tal es el caso del CRIP-Pátzcuaro que muestra pasividad y falta de esperanza para trabajar con los pescadores de la zona y en mejorar las condiciones del lago al cual prácticamente lo dan por perdido. Otro caso es la PROFEPA para quienes no se ha registrado alguna acción conducente a proteger el achoque, especie protegida por la Norma Oficial Mexicana 059 SEMARNAT-2010.

teniendo éxito en la recuperación de las densidades poblacionales de las especies nativas.⁵⁷ En este sentido, es importante hacer notar que durante las entrevistas se conoció a un líder pescador dispuesto a comenzar con la rendición de cuentas de los pescadores, específicamente con Hacienda siempre y cuando se presente el “apoyo” de acompañamiento e información, lo cual pudiera ser una oportunidad para comenzar a obtener datos de la pesca que se realiza en el Lago.

Por otro lado, también sucede que las instituciones académicas, encargadas de generar información respecto a las especies nativas (particularmente el pescado blanco), no están propiciando la transferencia de los paquetes tecnológicos a las instituciones que pudieran hacer un fomento más general de estas tecnologías.

VIII.3.3 Coordinación entre sectores.

Es importante señalar que las dependencias de gobierno no han re tomado el control de la situación desde el 2000, lo que sucede es que se culpan unas a otras en espera de que alguna logre solucionar los conflictos. Esta situación de no tomar el control de la situación la han hecho propia las organizaciones de pescadores quienes a raíz del conflicto del 2000 han optado por no informar ni de las especies de peces ni de las cantidades que extraen, lo que ha generado un hueco enorme de información que a su vez repercute directamente sobre el estatus de conservación de las especies nativas.

Se observa una desarticulación tanto institucional como de organizaciones de pescadores. Las mismas dependencias de gobierno en ocasiones no se enteran o no se informan de lo que otras instituciones planean o están haciendo o inclusive llegan a proponer acciones que van en contra de los esfuerzos que se han logrado en la recuperación de la cuenca del lago de Pátzcuaro. También se llega a dar el caso de incongruencias de cifras económicas en los proyectos que se otorgan. Pero el sector gubernamental no es el único problema, también existen grupos de pescadores que compiten entre ellos, y claro está el ejemplo de los que utilizan artes de pesca prohibidos y los que quieren recuperar o empeñar artes de pesca que no dañan a las especies nativas.

Se observa que existen diferentes tipos de iniciativas por parte de las diferentes dependencias de gobierno, algunas bien intencionadas pero mal encaminadas; algunas en pro de las poblaciones de especies nativas y otras que indirectamente las dañan.

⁵⁷ Hay que hacer notar que a través de las entrevistas se conoció la aparente apertura de un líder pescador a comenzar con la rendición de cuentas de los pescadores, específicamente con Hacienda siempre y cuando se presente el “apoyo” de acompañamiento e información, lo cual pudiera ser una oportunidad para comenzar a obtener datos de la pesca que se realiza en el Lago.

VIII.3.4 Especies exóticas y nativas.

Durante la realización de este trabajo pudimos constatar que existe una actitud positiva de parte de los pescadores hacia el cuidado de sus especies nativas y que muestran preocupación por recuperarlas, ya que si bien no hay datos oficiales respecto a las condiciones poblacionales de estas los pescadores las consideran casi desaparecidas. Los pescadores reconocen que las especies nativas existen y se desarrollan en un sitio específico y que la introducción de especies exóticas afectan la dinámica del ecosistema. Si bien la prioridad de los pescadores es la subsistencia también tienen muy clara su identidad y le dan un valor especial a las especies nativas. Cabe resaltar que dicha preocupación no sólo se enfoca al pescado blanco, sino que es para todas las especies nativas. Por esta razón, ya han tenido lugar acercamientos de líderes pescadores a la autoridad para poder realizar esfuerzos puntuales como lo es la realización del ordenamiento pesquero y otros esfuerzos para el combate de la carpa y la limpieza del lago, lo que podría indicar que están comenzando a darse las condiciones para establecer una nueva interacción entre la sociedad civil (en particular los pescadores), las autoridades y el Lago.

A decir de varios especialistas de la academia, del sector gubernamental y de algunos pescadores del lago, pudimos observar que existe actualmente una nostalgia y preocupación por la situación de baja cosecha de las especies nativas del lago. En particular, existe una clara nostalgia por parte de las comunidades ribereñas en recuperar a sus especies emblemáticas. Esta preocupación va más allá de la económica ya que se concentra en creencias personales de que algo están haciendo mal en su comportamiento ya sea permitiendo los casamientos entre islas o que exista la envidia lo que está haciendo que las especies se oculten. Lo que les hace preguntarse que pueden hacer ellos para que estas vuelvan a existir como en antaño.

La percepción que se tiene por parte de la mayoría de las personas es que, si se saca a la carpa las poblaciones de peces nativos se recuperaran, no obstante también encontramos a los que piensan que la carpa no es la única culpable de las condiciones ambientales del lago. La calidad del agua que ha sido afectada por diversos factores es otro de los factores que afectan a las poblaciones nativas, pero que le ayuda a las exóticas a mantener o elevar sus poblaciones. Existen opiniones encontradas por parte de sectores gubernamentales con respecto a las especies exóticas, algunas personas dicen que se debe de dejar de “satanizar “ a las especies exóticas, otras personas piensan que es la que hace el mayor daño a las nativas desplazándolas completamente de su nicho. Sea cual fuese la realidad, lo importante es que al controlar las poblaciones de exóticas, las especies nativas tendrán mayor oportunidad de recuperarse e inclusive de volver a recuperar su nicho ecológico.

En cuanto a los programas de repoblamiento se ha mencionado la necesidad de no sólo hacerlo con pocas especies (cómo el blanco y el acúmara) sino de hacerlo con otras especies nativas que antes existían.

Los juveniles de pescado blanco y los charales tienen una gran similitud morfológica de manera que es muy difícil separarlos, razón por la cual es seguro que se pescan como charales. Esto es un obstáculo para la realización de los estudios biológico pesqueros que permitan conocer específicamente el estado actual de las poblaciones de pescado blanco y su dinámica, de manera que se proyecten medidas para su mejor administración y conservación.

VIII.3.5 Controversia sobre las artes de pesca.

Se sabe que algunas de las artes de pesca son agresivas para las especies de peces nativos del lago, por tal motivo se ha intentado regular el uso de estas, principalmente el uso del chichorro que es el más agresivo entre las artes de pesca. A pesar de que el uso del chichorro está prohibido y se han tenido pláticas informativas con los pescadores acerca del cambio de chichorro a otras artes de pesca, algunos pescadores siguen haciendo uso del chinchorro. Algunos institutos de investigación tienen contemplada la creación de artes de pesca que sean más amigables para el ambiente y en especial para las especies nativas. Se busca principalmente un ancho y largo de red que permita pescar a individuos adultos, permitiéndole a los que son más pequeños poder llegar a reproducirse y así poder incrementar las poblaciones de peces. Se han realizado prácticas en el uso de jaulas pero no han sido muy satisfactorias.

VIII.3.6 Calidad del agua.

Existe una notable percepción dentro de los entrevistados en los distintos ámbitos (académico, gubernamental y social) que coinciden en que las condiciones del lago están cada vez peor y lejos de mejorar. Por tomar sólo un ejemplo de condiciones citadas, mencionan que la calidad del agua ha ido disminuyendo a lo largo de los últimos años y que la contaminación se hace presente cada vez con más frecuencia y particularmente como refieren, en los sitios más visitados. Esta percepción negativa difiere de los resultados presentados por el IMTA en varios informes en donde se mencionan resultados positivos al mejorar las condiciones de la calidad de agua del lago a lo largo de su intervención en la cuenca en donde han atendido el deterioro de la calidad del agua, deforestación, la erosión y la contaminación del suelo, la disminución de la cantidad de agua del lago y del volumen de agua subterránea.

Es probable que estas percepciones estén guiadas por la observación cotidiana en zonas específicas del lago, principalmente aquellas que tengan una mayor actividad comercial o turística y que por tanto estén propensas a recibir mayor contaminación (por ejemplo, aceites, detergente y basura). Además, dicha situación puede ser agravada por situaciones climáticas como vientos y lluvias que pueden llevar residuos al lago desde la zona terrestre o movimientos del agua propios del lago que pueden trasladar dichos residuos a zonas específicas dentro del lago. Son insuficientes los esfuerzos que a la fecha se realizan para socializar los logros, los avances y beneficios del programa de recuperación ambiental de la cuenca de Pátzcuaro, razón por la cual puede estarse involuntariamente permitiendo que tales concepciones erradas y negativas se difundan y perpetúen en la gente que habita dentro y fuera del lago.

VIII.3.7 Regulación.

La regulación pesquera que actualmente se vive en la cuenca, claramente es muy pobre. Está por implementarse un ordenamiento pesquero, sin embargo, si éste no fue elaborado apropiadamente y no fue consensuado cabría la posibilidad de que se tensen aún más las relaciones que existen entre el gobierno y la sociedad pues existen tanto grupos de pescadores que solamente buscan su propio beneficio como grupos de gobierno que solamente se quieren alzar el cuello sin hacer un análisis de lo que realmente se necesita.

Un tema que ha generado mucha polémica y que vale la pena rescatarlo aquí es la inclusión o no de alguna especie nativa a la Norma Oficial Mexicana que designan a las especies que en el territorio nacional ameritan alguna protección especial. El número con el que con primera vez se emitió la NOM fue la 059 en el año de 1994. La Norma Oficial Mexicana que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección fue modificada y sustituida por la NOM-059-SEMARNAT-2001 y más recientemente por la equivalente NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. (DOF 2010). Persiste la controversia sobre las bondades de que todas las especies cuyas poblaciones o sus hábitats atraviesan momentos críticos, independientemente de si son objeto de aprovechamiento, deban incluirse en la NOM-059. Hay quienes aseguran que esto es contraindicado puesto que sólo impulsa el comercio ilegal dado que la condición de rareza o escasez les confiere a las especies un sobreprecio. La prohibición del aprovechamiento es una condición *sine qua non* de las especies en problemas de tal suerte que cuando las poblaciones de una especie en uso declinan y campea el fantasma de su eventual inclusión en la NOM surgen las presiones de los grupos de interés en ambos extremos del gradiente, es decir los que están a favor de su

inclusión en la NOM y en el otro los que se oponen rotundamente a ello para poder seguir aprovechándole. Si a ello agregamos la constante migración de las atribuciones y las cambiantes ópticas y políticas con que se ha atendido el sector pesquero entre dependencias, no es sorprendente que algunas especies nativas presentes en el lago de Pátzcuaro sí estén en la NOM-059 y otras no.

El tiro y el achoque están considerados en la NOM-059, lo mismo que muchas otras especies de charales incluso del género *Chirostoma* al que pertenece el emblemático pescado blanco de Pátzcuaro. Hay investigadores que consideran que por su condición de endemismo y limitado rango de distribución, por su alta vulnerabilidad por el estado de sus poblaciones, por el estado de su hábitat y sobre todo por el impacto de la actividad humana sobre sus poblaciones y su hábitat, el pescado blanco de Pátzcuaro es una omisión en la NOM 059 y aseguran que la omisión puede tener que ver con el conflicto social que se desencadenó a partir del año 2000. La realidad es que nadie ha aportado los datos oficiales ni solicitado con formalidad su eventual inclusión en la NOM-059. Las percepciones públicas sobre las bondades o no de la inclusión del pescado blanco son también contrastantes. Los pescadores consideran que sería una tontería mientras que miembros de la academia opinan exactamente lo contrario. Lo que es un hecho es que una NOM como la 059 no debe hacer excepciones por presiones de ninguna índole, debe incluir a todas las especies que comparten un cierto status a nivel nacional.

VIII.3.8 Reconocimiento internacional.

Como resultado de gestiones que se realizaron en el marco del PRACLP con el ánimo de disponer de más avales para la consecución de apoyos y recursos para favorecer precisamente la recuperación ambiental de la cuenca y gracias al trabajo de la CONANP se consiguió la designación del Lago de Pátzcuaro como Sitio RAMSAR. La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, llamada la Convención de Ramsar (dado que se adoptó en la ciudad iraní de Ramsar en 1971) es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. Las 160 partes contratantes en la Convención han identificado 2.000 humedales excepcionales y los han inscrito en la Lista de Humedales de Importancia Internacional o sitios Ramsar. Actualmente, esos Sitios Ramsar, que abarcan casi 200.000.000 hectáreas, constituyen la mayor red de zonas protegidas del mundo (ver www.ramsar.org). Sin embargo, a la fecha, la condición de ser parte de esa red no ha sido aprovechada por ninguna de las instituciones u organizaciones trabajando en la cuenca del Lago de Pátzcuaro.

VIII.4 Conclusiones.

El problema de conservación de las especies nativas del Lago de Pátzcuaro es multifactorial y añejo por lo que la solución debiera ser también multifactorial y tomará varios años lograr la participación de todos los sectores de la sociedad, no podrá ser responsabilidad exclusiva de un sector, hay actividades que deben ocurrir simultáneamente realizadas desde distintos frentes por distintos sectores.

La falta de información por más de una década, desde el 2000, es la causa de la situación crítica en la que se encuentra el manejo pesquero del Lago de Pátzcuaro.

La carpa se percibe socialmente como uno de los factores que ha propiciado el deterioro en las condiciones de las poblaciones de las especie nativas y del lago mismo.

Es vergonzosa la desidia de las autoridades federales en torno a la conservación y manejo de las especies nativas. La desatención de estos problemas ha rebasado el límite de lo tolerable. Las autoridades han incurrido en responsabilidades por negligencia. Sin embargo, las nuevas autoridades estatales coinciden en la relevancia y urgencia de atender el reto de lograr la recuperación de las especies nativas dada su importancia biológica, ecológica y sociocultural.

Se identificaron actividades que pueden realizarse en el corto plazo (sección 6.7.2) y que pueden incidir en la mejoría de las condiciones para el florecimiento o recuperación de las especies nativas, en tanto que ya fueron evaluadas contra el sistema de calificación comparativa del grado de sustentabilidad.

El esfuerzo estatal de reproducir a las especies nativas es valorado, apreciado y reconocido por todos los sectores aun siendo limitado en sus impactos.

La erradicación de la carpa no es una opción viable ni recomendable.

Nadie sabe a ciencia cierta cuál es la población actual de pescado blanco ni sus tendencias ni los volúmenes que realmente se extraen, no hay cifras confiables. Lo mismo ocurre con otras especies tanto nativas como exóticas. Con la excepción quizá del caso de la carpa gracias a los estudios recientes de Zambrano et al. (2010), pero que discrepan de las cifras oficiales.

Hay extracción de pescado blanco, los juveniles se pescan como charales y tienen ya un mercado estable. Sin embargo, no se conoce el impacto real de esta extracción sobre el reclutamiento final de la especie. De igual forma hay extracción de carpa y existen varios canales de comercialización del producto aun cuando localmente no se consuma.

Sin excepción, todos los sectores entrevistados coinciden en la necesidad de realizar acciones en favor de las especies nativas, del lago, de la recuperación de la actividad pesquera, de la calidad del agua, de la reivindicación del oficio de pescador.

Al recuperar especies nativas y las condiciones de la cuenca mediante el manejo adecuado de las especies exóticas se estaría haciendo partícipes tanto a los diferentes sectores gubernamentales como a las comunidades ribereñas para que las relaciones rotas se recuperen y mejoren.

A diferencia de un pescador tradicional, los pescadores hoy en el Lago de Pátzcuaro no se dedican a esta actividad de tiempo completo, sino que complementan sus ingresos con otras actividades dependiendo de la época del año y la temporalidad de los programas gubernamentales que llegan a la región. En este sentido, el pescador actual puede dedicarse a la construcción, la agricultura y las artesanías entre otras actividades, es decir, su economía es multifactorial. Estas características deberán ser tomadas cuando se pretenda establecer algún programa con este sector para así mejorar el entendimiento de sus motivaciones económicas.

El programa de Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro que con financiamiento de la FGRA conduce el IMTA no es muy conocido, se conocen algunas acciones pero se desconoce su alcance, complejidad, impacto real, logros, actores, etc. De hecho el público en general percibe que el Lago está abandonado y que su deterioro avanza aun cuando los indicadores del IMTA dicen lo contrario. El programa debe continuar y fortalecerse.

VIII.5 Recomendaciones.

Como resultado del análisis intensivo de la bibliografía, las recomendaciones de los expertos, lo obtenido del trabajo de campo y el análisis de otras estrategias en esta sección se presentan una serie de recomendaciones finales.

Implementar y formalizar en breve las actividades que recomienda el sistema de calificación comparativa del grado de sustentabilidad. En este sentido, es indispensable integrar las actividades a una estrategia avalada por todos los sectores y acompañada de esfuerzos específicos de comunicación social para conseguir la máxima participación social y apoyo público. En toda estrategia que se implemente deben considerarse los siguientes elementos: utilizar el principio precautorio; incluir dentro de las acciones calendarios, locaciones, participantes y responsables, recursos necesarios en ordenes de magnitud (recursos humanos, materiales y financieros), comunicación y difusión, monitoreo y evaluación, índices e indicadores de seguimiento y resultados, riesgos o considerandos particulares,

actores complementarios, plazos (corto, mediano y largo), fecha sugerida de realización, nivel de prioridad, observaciones y comentarios.

Independientemente de la opción elegida para el manejo de los peces exóticos, cuando se extraiga la carpa del Lago de Pátzcuaro, se recomienda evaluar adecuadamente si el sacar la carpa está contribuyendo realmente al mejoramiento de la situación de las especies nativas del lago de Pátzcuaro.

Es necesario buscar una nueva forma de acercamiento institucional que vaya más allá de llevar programas aislados y que no han sido solicitados por los habitantes del lago.

Es indispensable que exista una Autoridad del Lago de Pátzcuaro reconocida por todos los sectores, mas allá del Comité de Cuenca que sea la autoridad del cuerpo de agua y con el concurso de todos los actores encargada de desarrollar el ordenamiento ecológico territorial y pesquero.

Se debe hacer partícipe a la sociedad en cualquier toma de decisiones del gobierno a cualquier nivel (local, regional, municipal y estatal).

Crear o consolidar canales de comunicación entre las dependencias de gobierno y organismos que están involucrados directamente en el manejo del lago acerca de cualquier proyecto o iniciativa que se vaya a realizar para ponerlo a consenso y no realizar esfuerzos aislados.

Que exista intercambio de información entre instituciones científicas para llenar los huecos de información faltante en los conocimientos de especies nativas.

Vigilar que los proyectos e iniciativas que el gobierno proponga vayan de acuerdo con el propósito último de recuperar las condiciones ambientales del lago y de sus especies nativas. Que todos los proyectos vayan a la par y que no se trata de esfuerzos aislados.

Continuar, promocionar, fortalecer y multiplicar el esfuerzo estatal de reproducir especies nativas en varios puntos del Lago, al menos debiera haber un proyecto por cada municipio y preferentemente incluso uno a cargo de cada cooperativa de pescadores.

Utilizar los terrenos de COMPESCA y del CRIP para utilizar las técnicas y procedimientos para ayudar en el cultivo de pez blanco y trabajar en repoblamiento.

Calcular los niveles poblacionales de todas las especies presentes para definir niveles ideales y metas a conseguir en el fomento o decremento de cada una de ellas según se trate de la acúmara, el pescado blanco, la lobina o la carpa.

Reactivar la iniciativa de establecer el Comité de Rescate de la especie del pez blanco y en la que todos los institutos y organismos formen parte y todos tengan un protocolo compartido del manejo de los organismos.

Cuantificar cuidadosamente el impacto real de la extracción de juveniles de pescado blanco.

Limitar la extracción de charales porque están saliendo también los blancos por el problema de identificación de las especies del género *Chirostoma*.

Llevar a cabo planes de recuperación para las especies nativas, en donde se consideren los elementos particulares de la biología y ecología de cada especie con el objetivo de generar información y conocer posibles líneas de investigación que puedan ayudar a la conservación, protección y manejo de cada especie.

Conminar a las dependencias de gobierno que en un pasado introdujeron a las especies exóticas a que no reincidan en esa práctica de introducción de peces que no son las del Lago de Pátzcuaro. En particular, tratar de eliminar la idea de reintroducir a la lobina para la obtención de carne de óptima calidad y si es posible mejor motivar el regreso de los peces nativos.

Considerar el flujo de biomasa que actualmente está capturando la carpa y que al extraerla permanecerá en el lago en forma de nutrientes por lo que consideramos adecuado profundizar la investigación a ese respecto.

Aprovechar la disposición que parecen tener los pescadores para integrarlos a nuevos programas con el apoyo y soporte de las instituciones gubernamentales (a los tres niveles) y de la sociedad civil.

Cuando se pretenda establecer un programa con los pescadores es necesario tomar en cuenta que hoy día los pescadores del Lago de Pátzcuaro no se dedican a esta actividad de tiempo completo sino que su economía es multifactorial y así se podrá lograr un mejor entendimiento de sus motivaciones económicas.

Dar seguimiento a los proyectos de las organizaciones de pescadores para que tengan la mayor probabilidad de éxito.

Estudiar a fondo, dar seguimiento e inclusive establecer indicadores de éxito para el caso particular del apoyo de COMPECA a los pescadores para la producción del chorizo de pescado ya que se observan fallas a nivel de acompañamiento por parte de la institución promotora, falta de canales de comercialización y un cierto grado de desinterés.

Limitar el chinchorro pactando previamente con los pescadores.

Fomentar el cambio o la compra de redes agalleras por otras artes de pesca menos dañinas ya que al parecer existe la disposición de los pescadores a realizar

este cambio, siempre y cuando recuperen alguna parte de la alta inversión que representa la elaboración y compra de dichas artes de pesca.

Verificar que estas nuevas artes de pesca se adapten tanto a las necesidades de los pescadores como a las necesidades ambientales del lago y sobre todo de las especies que tienen muy bajas densidades poblacionales. El uso de las redes de tres y media es lo más recomendable para la extracción de las especies exóticas, también el uso de líneas con ganchos se ha practicado aunque no ha tenido el impulso necesario.

Abrir espacios en radio y televisión para promocionar el avance positivo de la condición ambiental del Lago.

Contrarrestar la información negativa de que son insuficientes los esfuerzos que a la fecha se realizan para socializar los logros, los avances y beneficios del programa de recuperación ambiental de la cuenca de Pátzcuaro. Fomentar la difusión de los aspectos positivos del programa y sus logros puntuales aliándose para tal fin con distintos grupos que se beneficiarán del cambio de percepción particularmente porque se traduce en mas turismo, nos referimos a los taxistas, los hoteleros, los pescadores y los transportistas.

Utilizar el Centro Regional de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable el cual cumple con los requisitos para transformarse en el centro de información de la cuenca y que fue renovado en el 2005 para tener una mayor difusión, capacitación y educación ambiental y que además sirva para la difusión (por su página web) de los logros obtenidos por el IMTA. Utilizar al sistema Michoacano de radio y televisión y a la coordinación de comunicación social para que difundan los logros de este proyecto, porque se sabe poco y existe el vox populi de que el lago cada vez está más deteriorado.

Renovar y ratificar el convenio que dio origen al PRACLP.

Crear reservas o darle mantenimiento a las que se encuentren en mal estado.

Se debe explotar la condición que tiene el Lago de Pátzcuaro de ser un sitio RAMSAR.

Reconocer el trabajo de las monjas con el achoque como actividad a favor de las especies nativas, no sólo por el ensayo de crianza en cautiverio, exitoso, y por haber resuelto la zootecnia sino por difundir indirectamente los usos valores e importancia de la especie.

Gestionar la investigación aplicada en iniciativas particulares como la que se lleva a cabo en Janitzio donde se reproduce el achoque de forma artesanal y prácticamente sin apoyo institucional de ningún ámbito.

Cuidar la promoción, introducción y manejo de rana toro como alternativa económica dentro de la cuenca del lago de Pátzcuaro ya que aunque se encuentre lejos del lago no se conocen a ciencia cierta cuáles pueden ser los medios o la proliferación futura de ésta especie conocida ya como exótica invasora.

VIII.6 Consideraciones finales.

En esta última sección mencionamos algunas de las amenazas latentes más preocupantes y que pueden sacudir de forma muy severa no sólo el propósito de mejorar la situación de las especies nativas sino incluso el Programa de Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro en su conjunto.

Nuevas introducciones de especies exóticas. Esta amenaza tiene varias caras, por un lado, en el caso del aprovechamiento de las poblaciones de carpa si se pone en marcha alguna actividad que reconozca el valor de cambio que hoy no se confiere a la carpa y la actividad resulta exitosa y cuenta con el apoyo social existe el riesgo de que, con el ánimo de que dicha actividad siga dando los frutos que reditúa y de los que la población resulta beneficiada, de que alguien, sea una dependencia, una organización o algún grupo decida introducir más carpas al lago. Se sabe que esta actividad está prohibida pero también sabemos que las “liberaciones accidentales” ocurren con demasiada frecuencia y de ellas se conoce casi siempre cuando ya es demasiado tarde para prevenirlas.

Otra cara de esta misma moneda es la insistencia de los defensores de introducir especies exóticas. La necesidad de introducir nuevas variedades que tienen características o desempeño “superiores” a las actuales. Ya en Zacapu, otro cuerpo de agua muy próximo a Pátzcuaro se dispone de más de tres decenas de nuevos “tipos” de carpas, “desarrolladas” o seleccionadas pensando precisamente en contrarrestar las pretendidas “deficiencias” que muestran algunas de las variedades en uso y previamente reintroducidas. Esta carrera es similar a la que se padece en tierra firme con la permanente introducción de semillas mejoradas. Una tercera faceta de esta misma amenaza es un peligro que se cierne ya sobre Pátzcuaro en tanto que la amenaza se ha concretado ya en el estado, nos referimos a la introducción de la rana toro, supuestamente como una alternativa de ingresos para las comunidades. Es otro gran tema el futuro de esa iniciativa en Michoacán y los riesgos que trae aparejados.

Tierra de nadie. El lago de Pátzcuaro bien puede nombrarse como zona de ingobernabilidad, ya no refiriéndonos como ha hecho el gobierno federal a los espacios, dentro del territorio nacional donde ha claudicado en imponer el estado de derecho por motivo de la presencia del crimen organizado, en este caso la causa de la ausencia de orden obedece, inexplicablemente, a la irresponsabilidad

de las autoridades a distintos niveles desde el 2000. Hoy el Lago es tierra de nadie pero a la vez el problema es de todos. El operativo de marzo del 2000 que llevó a dos pescadores a la cárcel por violar la veda impuesta a la pesca en Pátzcuaro dejó tras de sí una estela en constante expansión de problemas no resueltos. Efectivamente abordar dichos problemas, más aún cuando se han dejado añejar por más de una docena de años no es tarea fácil ni grata pero ello no justifica el que los responsables de atenderla no lo hagan. Es imperdonable que todas las autoridades le saquen la vuelta al Lago y esta circunstancia abona a favor de los riesgos y amenazas que representan las actitudes oportunistas que se han visto desde hace años. A este problema se suma el del oportunismo tanto de los pescadores como de los académicos, de las organizaciones de la sociedad civil y también oportunismo de los funcionarios de las dependencias y hasta de los políticos. Cada cual a su forma pero hay ejemplos muy claros de cómo le han sacado provecho a esta ingobernabilidad. Que este status quo se perpetúe o continúe es sin duda una de las amenazas más serias que enfrenta el lago. Por ello nos parece digna de una profunda reflexión la recomendación en torno a retomar el ordenamiento ecológico territorial y pesquero actualizado y con un horizonte temporal realista y visionario, así como la reconfiguración de algún tipo de "Autoridad del Lago".

Desencanto y conflictos. Como resultado de la amenaza antes señalada de la ingobernabilidad en la cuenca y en el lago mismo, se ha gestado y generalizado un clima de desencanto institucional, nadie confía en las organizaciones, las organizaciones no confían ni en ellas mismas, no se confían entre sí, hay un desconocimiento y descrédito mutuo. Se han presentado conflictos reales y hay algunos que podemos calificar de virtuales porque son resultado de que por tanto tiempo no se hablen o no se hablen con la verdad, persisten percepciones erradas del quehacer de distintos actores, de cómo se conducen unos y otros. Los pescadores hablan incluso de la "mafia de los biólogos", los académicos y algunas autoridades hablan mal de los pescadores, los isleños califican a los habitantes de tierra firme, todos hablan mal de las autoridades, los no pescadores de la cuenca usan adjetivos para hablar de los pescadores, los de un municipio critican a los de otro, los de una localidad a la vecina, etc. Nuestra percepción sin embargo es que estos conflictos y el desencanto imperante son reversibles. Conflictos reales o percibidos siempre los habrá, siempre emergen, es parte de la condición o naturaleza humana. El desencanto y descrédito es un riesgo latente si no se remonta con inteligencia, la oportunidad que brinda el que se inaugure un nuevo gobierno estatal y pronto uno federal hay que aprovecharla.

Desarticulación de acciones. Una amenaza que no es endémica del lago de Pátzcuaro sino lamentablemente cuasi pandémica en el territorio nacional es la desarticulación de acciones, de políticas, de propósitos. El tema de la pesca es uno que se ha llevado y traído de una dependencia a otra. En algún tiempo fue responsabilidad y atributo de la SEMARNAP y la visión de los recursos pesqueros trascendió su fin utilitario y comercial. Después el tema dejó de ser de su

responsabilidad, la dependencia del ejecutivo se convirtió en SEMARNAT y por el contrario otra dependencia adoptó el tema al denominarse SAGARPA. La pesca de la mano de la alimentación volvió a padecer, como hasta ahora, una visión sesgada que deprecia a los recursos acuáticos (dulceacuícolas, salobres o marinos) y les reduce a ser únicamente objetos de intercambio comercial en el mejor de los casos. Esa falta de claridad y asertividad a nivel del gobierno federal ha repercutido a todos los niveles la pesca y todo lo demás que tenga que ver con los recursos o elementos presentes en los sistemas acuícolas, no importando si nos referimos a humedales-manglares, pantanos, ríos, lagos, lagunas, hasta represas, esteros, costas u océanos y hasta las islas son temas que no han sido atendidos con la importancia que merecen a nivel nacional. No sorprende por ello que el desorden oficial esté presente en las confusiones de atribuciones que hoy todavía revelan las dependencias. El lamentable resultado es que ante la duda, optan por no actuar o hacerlo desarticuladamente y a veces incluso redundante o contradictoriamente.

Si bien existe un documento articulador, el multicitado PRACLP que conduce el IMTA y FGRA y que ha conseguido en gran medida ordenar las actividades de numerosos actores en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, este instrumento también ha generado controversia y no siempre ha contado con la simpatía de todas las organizaciones o sectores. Por ejemplo, se puede mencionar el caso del dragado y la remoción de lirio que para efectos de la recuperación de las condiciones del lago tiene, por la forma como se ha realizado, impactos muy controvertidos, sus pretendidas bondades son debatibles, particularmente por la forma como se han llevado a cabo. Para colmo esta actividad que ha recaído por muchos años en la COMPECA a partir del anuncio que hiciera público el Presidente de la República en agosto del 2011 de la disposición de recursos extraordinarios para este propósito, hoy cuenta con varios actores más, los contratistas que coordina la CONAGUA, multiplicándose con ello la entropía sobre este particular por decir lo menos. La CONAGUA es otro ejemplo ya que esta institución no se sumó a la iniciativa del PRACLP sino casi siete años después de puesta en marcha e incluso se han impulsado trabajos en dirección opuesta a la recuperación de la cuenca. Certificar que no hay contraposiciones entre actividades es un reto mayúsculo que se atiende con la suscripción y adhesión de todos los sectores al plan rector. Por ello subrayamos la importancia de que se renueve y ratifique el convenio que dio origen al PRACLP. La amenaza de que a nivel federal se resuelva impulsar un programa que no resulte muy conveniente para la cuenca es aún real independientemente de la existencia del PRACLP.

NOTA IMPORTANTE: EN EL DISCO COMPACTO ADJUNTO, SE INCLUYEN LOS ANEXOS VI, VII Y VIII, EN DONDE SE PRESENTAN LOS ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS: CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS, ECOLÓGICAS, DE CONSERVACIÓN Y DE MANEJO DE LOS PECES NATIVOS PRESENTES EN EL LAGO DE PÁTZCUARO; CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS, ECOLÓGICAS, DE CONSERVACIÓN Y DE MANEJO DE LOS PECES EXÓTICOS PRESENTES

EN EL LAGO DE PÁTZCUARO Y; PANORAMA Y ATRIBUCIONES DE LAS INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES QUE MANTIENEN FUNCIONES SOBRE EL MANEJO PESQUERO EN EL LAGO DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN, RESPECTIVAMENTE, LOS CUALES SON ANEXOS QUE COMPLEMENTAN ESTE CAPÍTULO FINAL.

IX. REFERENCIAS.

- Alvarez-Icaza, P., *et al.* 1996. Plan Pátzcuaro 2000. Diagnóstico, Propuestas, Recomendaciones. PNUD-SEMARNAP. México. 51 p.
- Amador, G.A. 2000. Simulación Dinámica del Impacto Ambiental por Actividades Agrícolas en la Cuenca de Patzcuaro, Mich. Tesis Maestría. Facultad de Biología. UMSNH. 110 pp.
- Antaramián, H. E. y Amador, G. A. 1998. Balance Hídrico de la Cuenca de Pátzcuaro y Estimación de Cambios en el Lago por Teledetección. Memorias de la Primera Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra. Sociedad Geológica Mexicana. Méx. D.F. 1998.
- Alaye, N. 1993. El pescado blanco (Genero *Chirostoma*) del lago de Pátzcuaro, Michoacán, Composición de especies. *Ciencia Pesquera*, 9: 113-128.
- _____. 2006. Actualización de la información técnica para el manejo pesquero del Lago de Pátzcuaro y actividades relativas a la ejecución del Plan de Manejo. CRIP-Pátzcuaro. INAPESCA. México.
- Alexandrov, B., Boltachev, A., Kharchenko, T., Lyashenko, A., Son, M., Tsarenko, P. y Zhukinsky, V. 2007. Trends of aquatic alien species invasions in Ukraine. *Aquatic Invasions*, 2(3): 215-242.
- Alvarado, O. 2011. Perspectiva ambiental y conocimiento tradicional en los alumnos de las escuelas secundarias oficiales de cuatro comunidades (San Andrés Ziróndaro, San Jerónimo Purenchecuario, Urandén Morelos y Huecorio) de la cuenca del lago de Pátzcuaro. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Alvarez-Icaza, P., Argueta, A., Avila, P., Barrera-Bassols, N., Caballero, J., Castilleja, A., Chacón, A., Esteva, J., Garibay, C., Mapes, C., Múzquiz, E., Reyes, J., Rojas, P., Toledo, V., 1996. Plan Pátzcuaro 2000: diagnóstico, propuestas, recomendaciones.
- Aparicio, B. 2004. Importancia de los lípidos en la reproducción y ontogenia del pez blanco de Pátzcuaro (*Chirostoma estor estor*). Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.
- Aquatic Biosecurity & Risk Management Unit. 2010. NSW Control Plan for the Noxious Fish Carp (*Cyprinus carpio*). State of New South Wales, Australia.
- Argueta, A., Sánchez, G., Miranda, F., Prado, X., Loaiza L., Pérez R. M., Macías E., Sassoon Y., Imberton G., Barrera N., Núñez M. A., Reyes A. R., Mápés C., Torres B., Pasquier P., Piñón I., Toledo V. M., Caballero J., Ettinger K., Guevara F., Pastrana M. y González V. M., 1984. Bibliografía sobre el pueblo y el área P'urhépecha. Dirección General de Culturas Populares y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.

- Argueta, A., Castilleja, A. 2008. El agua entre los P'urépecha de Michoacan. Cultura y Representaciones sociales. Cultura y representaciones sociales. 4: 64-87.
- Arlinghaus, R. y Mehner, T. 2003. Socio-economic characterization of specialized common carp (*Cyprinus carpio* L.) anglers in Germany, and implications for inland fisheries management and eutrophication control. Fisheries Research, 61:19-33.
- Arriaga, L., Castellanos, A., Moreno, E. y Alarcón, J. 2004. Potential Ecological Distribution of Alien Invasive Species and Risk Assessment: a Case Study of Buffel Grass in Arid Regions of México. Conservation Biology 18(6): 1504-1514.
- Avault, J., Romaine, P. y Miltner, M. 1981. Feeds and forages for red swamp crawfish, *Procambarus clarkii*: 15 years research at the Louisiana State University reviewed. Freshwater Crayfish, 5: 362-369.
- American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation (APHA). 1998. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. United Book Press. Washington, D. C.
- American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation (APHA). 2005. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. United Book Press. Washington, D. C.
- Agencia de Protección Ambiental de Escocia (Scottish EPA). 2004, feb. "Evaluation of Fish Waste Management Techniques: Final Report. Poseidon Aquatic Resource Management Ltd. Hampshire, Escocia. 12 Sept. 2009. Disponible en la Web: <http://www.scotland.gov.uk/Publications/2005/03/20717/52860>
- Aguilera Hernández, Palemón. (1991). La carpa y su cultivo. Fondepesca.
- Aguilera, A., 2006, 9 de Agosto, "Exigen a LCB detención de Arturo Chacón y destitución de Catalina Rosas", *La Jornada Michoacán*, Disponible en Internet: <http://www.lajornadamichoacan.com.mx/2006/08/09/13n1soc.html>
- Alaye R., N. y cols., 2006, "Actualización de la información técnica para el manejo pesquero del Lago de Pátzcuaro y actividades relativas a la ejecución del Plan de Manejo", CRIP-Pátzcuaro, INAPESCA, México.
- Alonso Salmerón, P., 1993, "El proceso de organización de las comunidades indígenas en Michoacán", en Arturo Warman y Arturo Argueta (coord.) *Movimientos indígenas contemporáneos en México*. CIIH-UNAM.
- Alonso E. P. 2004. Ecología de las asociaciones de Odonata (Insecta) en el área de influencia de la microcuencas afectadas por la presa Zimapán,

- Querétaro-Hidalgo. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Querétaro. 218 pp.
- Argueta, A., 2008, *Los saberes p'urépecha. Los animales y el diálogo con la naturaleza*. México, UMSNH / UNAM / Gobierno del Estado de Michoacán / UIIEM / Casa Juan Pablos Editores / PNUMA, 240 pp.+ils.
- Argueta, A. y Castilleja, A., 2008, "El agua entre los P'urhépecha de Michoacán", En: *Cultura y representaciones sociales, año 3, no. 5*. IIS, Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM, Mexico, Disponible en Internet: <http://www.culturays.org.mx/revista/num5/Argueta.pdf>
- Argueta, A., T. Merino, T. Zubieta, 1986, "Japondarhu Anapu, o De la Pesca en los Lagos Michoacanos", en: *La pesca en aguas interiores*, Cuadernos de la Casa Chata, no. 122, CIESAS, México: 1-197.
- Associated Press (AP). 2009, 27 Abril. "Carp capture: Utah removing destructive fish: Lots more to come after 1.4 million pounds were fished out in pilot project". *MSN News*. 04 Sept. 2009. Disponible en la Web: <http://www.msnbc.msn.com/id/30389847/>
- Australian National University. 2009, Otoño. "The carp in the compost". *ANU GREEN: Strategies for sustainability Newsletter*. Vol. 1. Australian National University. Lake Burley Griffin, Australia. 08 Sept. 2009. Disponible en la Web: http://www.anu.edu.au/anugreen/files/952_ANUgreen_Newsletter_Autumn2009.pdf
- Alaye, N. 1993. El pescado blanco (Genero *Chirostoma*) del lago de Pátzcuaro, Michoacán, Composición de especies. *Ciencia Pesquera*, 9: 113-128.
- Alexandrov, B., Boltachev, A., Kharchenko, T., Lyashenko, A., Son, M., Tsarenko, P. y Zhukinsky, V. 2007. Trends of aquatic alien species invasions in Ukraine. *Aquatic Invasions*, 2(3): 215-242.
- Alvarado, O. 2011. Perspectiva ambiental y conocimiento tradicional en los alumnos de las escuelas secundarias oficiales de cuatro comunidades (San Andrés Ziróndaro, San Jerónimo Purenchecuario, Urandén Morelos y Huecorio) de la cuenca del lago de Pátzcuaro. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Aparicio, B. 2004. Importancia de los lípidos en la reproducción y ontogenia del pez blanco de Pátzcuaro (*Chirostoma estor estor*). Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.

- Aquatic Biosecurity & Risk Management Unit. 2010. NSW Control Plan for the Noxious Fish Carp (*Cyprinus carpio*). State of New South Wales, Australia.
- Arlinghaus, R. y Mehner, T. 2003. Socio-economic characterization of specialised common carp (*Cyprinus carpio* L.) anglers in Germany, and implications for inland fisheries management and eutrophication control. *Fisheries Research*, 61:19-33.
- Arriaga, L., Castellanos, A., Moreno, E. y Alarcón, J. 2004. Potential Ecological Distribution of Alien Invasive Species and Risk Assessment: a Case Study of Buffel Grass in Arid Regions of México. *Conservation Biology* 18(6): 1504-1514.
- Barbier, E. y Shogren, J. 2004. Growth with endogenous risk of biological invasion. *Economic Inquiry*, 42(4):587-601.
- Barbour, D y Rush, R. 1978. A revision of the Mexican Cyprinid Fish Genus *Algansea*. Museum of Zoology, University of Michigan No. 155.
- Barrett, J. XXXX. Australia's national management strategy for carp control. Murray-Darling Basin Commission, Canberra City, Australia. 15 pp
- Berlanga, R., Ruíz, L., Nepita, M. y Madrid, J. 1997. Estabilidad y diversidad de la composición de peces del Lago de Pátzcuaro, Mich., México. *Revista de Biología Tropical*, 45(4):1553-1558.
- Bernal-Brooks, F. 2002. La limnología del lago de Pátzcuaro: una visión alternativa a conceptos fundamentales. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. 180 p.
- Berlanga, R., Nepita, M. y Ruiz, A. 1997. Evaluación preliminar de la edad y crecimiento del tiro *Goodea atripinis luipoldi* (Jordan, 1879) del lago de Pátzcuaro, Michoacán. *Memorias del V Congreso de Ictiología*. Mazatlán, Sinaloa.
- Bajer, P., Sullivan, G. y Sorensen, P. 2008. Effects of a rapidly increasing population of common carp on vegetative cover and waterfowl in a recently restored Midwestern shallow lake. *Hydrobiologia*, Primary Research Paper.
- Barbier, E. y Shogren, J. 2004. Growth with endogenous risk of biological invasion. *Economic Inquiry*, 42(4):587-601.

- Barbour, D y Rush, R. 1978. A revision of the Mexican Cyprinid Fish Genus *Algansea*. Museum of Zoology, University of Michigan No. 155.
- Barrett, J. 2000. Australia's national management strategy for carp control. Murray-Darling Basin Commision, Camberra City, Australia. 15 pp
- Berlanga, R. 1993. Contribución al conocimiento de las comunidades de peces del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Berlanga, R., Ruíz, L., Nepita, M. y Madrid, J. 1997. Estabilidad y diversidad de la composición de peces del Lago de Pátzcuaro, Mich., México. *Revista de Biología Tropical*, 45(4):1553-1558.
- Berlanga, R., Nepita, M. y Ruiz, A. 1997. Evaluación preliminar de la edad y crecimiento del tiro *Goodea atripinis luipoldi* (Jordan, 1879) del lago de Pátzcuaro, Michoacán. *Memorias del V Congreso de Ictiología*. Mazatlán, Sinaloa.
- BirdLife International 2008. *Geothlypis speciosa*. En: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>. Consultada el 4 de abril del 2012.
- Buffler, R. y Dickson, T. 2004. Stop carping and start cooking. *Big River Magazine*.
- Barrera-Bassols, N. 1992. Ecogeografía. *In*: Toledo, V.M.; P. Alvarez-Icaza y Avila, P. (eds.) *Plan Pátzcuaro 2000. Investigación Multidisciplinaria Para El Desarrollo Sostenido*. Fundación Friederich Ebert. México. pp 11-35.
- Barrett, S.C. 1989. Water weed invasions. *Sci. Amer. Oct.* p. 90-97.
- Bastidas, R.V., J.R. Contreras, H.M. Delgadillo, B.J.L. Rebollar y H.N. García (1980) "Investigación sobre el aprovechamiento de malezas acuáticas en la reestructuración de suelos", SIE., SARH., Informe Técnico, No. 1, México, 45 P.
- Bonham C.D. 1989. *Measurements for terrestrial Vegetation*. Wiley. New York. 338 pp.
- Besbeas, P., Freeman, S. N., Morgan, B. J. T., Catchpole, E. A. 2002. Integrating mark-recapture-recovery and census data to estimate animal abundance and demographic parameters. *Biometrics* 58:540–547.
- Bonilla, A. P., 1983. El zooplancton de las islas Galápagos. *Acta oceanográfica del Pacífico*. INOCAR, Ecuador, 2 (1).
- Billard., R. 1999. *Carp: Biology and Culture*. Springer–Praxis Series in Aquaculture and Fisheries, Praxis Publishers Ltd., Chichester, UK, 342 p.

- Brewkelaar A. W. E., Lammens J., Breteler I. and Tatrai (1994). Effects of benthivorous bream (*Abramis brama*) and carp (*Cyprinus carpio*) on sediment resuspension and concentrations of nutrients and chlorophyll a. *Freshwater Biology*, Vol. 32, 113-121
- Bello, Rafael. Experiencias con Ensilado de Pescado en Venezuela. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos Universidad Central de Venezuela. Caracas Venezuela. Capítulo 1. Encontrado en la página <http://www.zoetecnocampo.com/cgi-bin/jump.cgi?www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAP/FRG/APH134/cap1.htm>. Junio de 2010.
- Bertullo E. (1992). Ensilado de pescado en la pesquería artesanal. En: 2ª. Consulta de Expertos Sobre Tecnología de Productos Pesqueros en América Latina. Montevideo (Uruguay) 11-15 de Diciembre de 1989. Informe de pesca 441. Supl. Roma. FAO. 368 pp.
- Brooks, K.N., Folliott, P.F. Gregersen, H.M and J.L. Thames. 1991. *Hydrology and the management of watersheds*. Iowa State University Press. Ames, Iowa. 392 pp.
- Caballero, J. N. Barrera-Bassols y Mapes, C. 1992. La Vegetación Terrestre. *In*: Toledo, V.M.; P. Alvarez-Icaza y Avila, P. (eds.) Plan Pátzcuaro 2000. Investigación Multidisciplinaria Para El Desarrollo Sostenido. Fundación Friederich Ebert. México. pp 71-90.
- Carranza, G. E. 1992. Familia Taxodiaceae. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fasc. 4. 7pp.
- Carranza, G. E. 1995. Familia Salicaceae. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fasc.37. 21pp.
- Castilleja, A. 1992. Población. *In*: Toledo, V.M.; P. Alvarez-Icaza y Avila, P. (eds.) Plan Pátzcuaro 2000. Investigación Multidisciplinaria Para El Desarrollo Sostenido. Fundación Friederich Ebert. México. pp 239-267.
- Canonico, G. C., Arthington, A., McCrary, J. K. y M. L. Thieme. 2005. The effects of introduced tilapias on native biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 15:463-483.
- Cordova-Tapia, F. 2011. Caracterización de la estructura trófica del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis profesional. Universidad Nacional Autónoma de México. 53 p.

- Comisión de Cuenca Lago de Pátzcuaro (CCLP) (2007). Inventario de descargas de aguas residuales. Comisión de Cuenca Lago de Pátzcuaro-CEAC Michoacán-CONAGUA-Consejo de Cuenca Lerma-Chápala. 40.
- Center T.D., Allen F. D.Jr., Jubinsky G.P. and A. J. Leslie. 1999. Waterhyacinth Weevils (*Neochetina eichhorniae* and *N. bruchi*) Inhibit Waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) Colony Development. *Biological Control* **15**, 39–50
- Centro de Estudios Sociales y Ecológico A.C. (CESE). 1986. Crónica de 50 años de Ecología y Desarrollo en la Región de Pátzcuaro 1936-1986. Pátzcuaro. 103 pp.
- Chacón, T. A. 1993. Pátzcuaro un Lago Amenazado. Bosquejo Limnológico. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo 144 pp
- Chapman, L.E. & Wilcox. L.W. (2000) *Algae*. Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J.
- Charudattan, R. 1984. Role Of *Cercospora rodmanii* and other pathogens in the biological and integrated controls of water hyacinth. In: Thyagarajan, G (Ed.) Proceedings of the international Conference on water hyacinth. Hyderabad, India, February 7-11, 1983. United Nations Environment Programme Nairobi. p. 834-859.
- Charudattan, R. 1985. The use of natural and genetically altered strains of pathogens for weed control. In: Biological control in agricultural IPM systems. Academic Press Inc. p. 347-370.
- Charudattan, R. 1986b. Integrated control of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) with a pathogens, insects, and herbicides. *Weed Science* 34(1): 26-30.
- Charudattan, R. 1987. Impact of pathogens on aquatic plants used in water treatment and resource recovery systems. In: Reddy K.R. and W.H. Smith (Eds.) Aquatic plants for water treatment and resource recovery. Magnolia Publishing Inc. p. 795-803.
- Charudattan, R. 1996. Pathogens for biological control of water hyacinth. In: Charudattan, R., Labrada, R., Center, T.D. and C. Kelly-Begazo (Eds.) Strategias for water hyacinth control. Report of a Panel of Experts Meeting, 11-14 September, 1995. Fort Lauderdale, Florida USA. FAO of the United Nations, Rome, p. 90-97.
- Coetzee J.A. Center T.D, Byrne M.J and M.P. Hill. 2005. Impact of the biocontrol agent *Eccritotarsus catarinensis*, a sap-feeding mirid, on the competitive performance of waterhyacinth, *Eichhornia crassipes*. *Biological Control* **32**: 90–96.

- Coleman R.N. and Quershi A.A. 1985. Microtox and Spirillum volutans test for assessing toxicity of environmental samples. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 35. 443-451.
- Conway, K.E. and T.E. Freeman. 1977. Host specificity of *Cercospora rodmanii* a potential biological control of waterhyacinth. *Plant Dis. Rptr.* 61: 262-266.
- Conway, K.E. 1975. *Cercospora rodmanii* a new pathogen of waterhyacinth with biological control potential. *Can J. Bot.* 54: 1079-1083.
- Conway, K.E. 1976. Evaluation of *Cercospora rodmanii* as a biological control of waterhyacinths. *Phytopathology* 65: 914-917.
- Cottam, G. and J. T. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37:451-460.
- Cox, G.W. 1990. *Laboratory Manual of General Ecology*. Brown Publishers. Dubuque, IA. 251 pp.
- Cadotte, M., McMahon, S. y Kujami, T. 2006. Conceptual ecology and invasion biology: reciprocal approaches to nature. *Invading nature: Springer series in invasion ecology*. Dordrecht, Holanda.
- Cahoon, W. 1953. Commercial carp removal at lake Mattamuskeet, North Carolina. *Journal of Wildlife Management*, 17(3): 312-317.
- Campos, S. y García de León, F. 1990. Aspectos poblacionales de la lobina negra *Micropterus salmoides* en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Coordinación de la Investigación Científica, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Morelia. Michoacán.
- Carrillo, C. 2010. Una afortunada conjunción de ciencia y religión. *Ciencias*. 98:60-63.
- Carpenter, S. y Lathrop, R. 1999. Lake restoration: capabilities and needs. *Hydrobiologia*, 395/396:19-28.
- Castilleja, A. 2004. La cuenca del lago de Pátzcuaro como escenario y objeto de políticas públicas: notas y reflexiones. Ponencia presentada en el "Seminario Intensivo Pueblos Indígenas: desarrollo y perspectivas", CDI, Veracruz, 20 al 23 abril 2004, en prensa.
- Castro, P., Valladares, F., Alonso, A. 2004. La creciente amenaza de las invasiones biológicas. *Ecosistemas* XIII 003:1-10.
- CBTIS . 2012. Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios <http://www.alumnosonline.com/prepas/cbtis/index.php>. Revisado el 28 de Marzo de 2012.
- CDI. 2005. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. <http://www.cdi.gob.mx/localidades2005/estados/mich.htm>. Revisado el 28 de Marzo de 2012.
- CDI. 2012. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. <http://www.cdi.gob.mx/index.php>. Revisado el 28 de Marzo de 2012.

- CEAC. 2012. Comisión Estatal del Agua y Gestión de Cuencas. http://www.michoacan.gob.mx/ceac/index.php?option=com_content&task=view&id=205&Itemid=246. Revisado el 28 de marzo de 2012.
- CECADESU. 2012. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. <http://cecaedesu.semarnat.gob.mx/contacto/sitio.html>. Revisado el 28 de Marzo de 2012.
- Centro Geo. 2012. Pesca. Revisado el 23 de mayo de 2012. <http://www.centrogeo.org.mx/internet2/patzcuaro/02/paisaje/0201a3%20Pesca.htm>
- Chacón-Torres, A. y Rosas-Monge, C. 1995. A restoration plan for pez blanco in Lake Pátzcuaro, Mexico. American Fisheries Society Symposium 15, 122–126.
- Chacón-Torres, A.; Lariza, G.; Rendon, M.; Rosas, C.; Ruíz G. 2004. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR).
- Chapman, D., Fairchild, J., Carollo, B., Deters, J., Feltz, K. y Witte, C. 2003. An examination of the sensivity of Bighead Carp and Silver Carp to Antimycin A and Rotenone. U.S. Geological Survey, Columbia Environmental Research Center, United States of America.
- Chauvet, M., Castañeda, Y., Ávila, G. y Galindo, J. 2009. La ciencia al servicio del rescate de una tradición: El pescado blanco de Pátzcuaro. Diagnostico parcial de los aspectos sociales del proyecto. UAM Azcapotzalco.
- CIDEM. 2012. Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán. http://www.michoacan.gob.mx/sedru/index.php?option=com_content&task=view&id=209&Itemid=256. Revisado el 28 de marzo de 2012.
- CIEco. 2012. Centro de Investigaciones en Ecosistemas. http://www.oikos.unam.mx/CIEco/index.php?option=com_content&task=view&id=86&Itemid=167. Revisado el 28 de marzo de 2012.
- Cahn A.R. 1929. The effect of carp on small lake, the carp as a dominant. Ecology. Vol.10, 271–274.
- Castilleja, A., 2004, “La cuenca del lago de Pátzcuaro como escenario y objeto de políticas públicas: notas y reflexiones”, Ponencia presentada en el “Seminario Intensivo Pueblos Indígenas: desarrollo y perspectivas”, CDI, Veracruz, 20 al 23 abril 2004, en prensa.
- Castilleja, A., C. García Mora, G. Cervera, H. Topete, 2003a, “La comunidad y el *costumbre* en la región Purépecha”, en Millán, S., J. Valle (Coords.), en: *La comunidad sin límites. Estructura social y organización comunitaria en las regiones indígenas de México*, vol. III, INAH, México: 16-110.
- Castilleja, A. et al, 2003b, “Purécherio, Juchá echerio. El pueblo en el centro”, en *Diálogos con el territorio. Simbolizaciones sobre el espacio en las culturas indígenas de México*, / A. Barabas (coord.), Etnografía de los Pueblos Indígenas de México, Serie Ensayos, INAH, México, D.F., pp. 249-330.

- CDI, 2009, Sitio oficial disponible en Internet: www.cdi.gob.mx
- C.E.A.C., 2009, Sitio oficial disponible en Internet: <http://www.michoacan.gob.mx/ceac/index.php>
- Cline J. M., East T. L., and Threlked S. T. (1994). Fish interaction with the water-sediment interface. *Hydrobiology*, 275/276, 301-311.
- COEECO, 2002, Marzo, "Ordenamiento Pesquero del Lago de Pátzcuaro, Michoacán", Recomendación No. 13/2001, COEECO, Michoacán, México.
- COEECO, 2008, "Reglamento Interior del Consejo Estatal de Ecología (COEECO)", disponible en internet: <http://congresomich.gob.mx/congreso/Reglamentos/REGLAMENTO%20INTERIOR%20DEL%20CONSEJO%20ESTATAL%20DE%20ECOLOGIA.htm>
- Comisión Federal de Mejora Regulatoria, Cofemer (2007) *Dictamen del anteproyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-036-PESC-2005, Pesca responsable en el lago de Pátzcuaro, ubicado en el estado de Michoacán. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros, y el formulario MIR.* Enero de 2007. http://www.apps.cofemer.gob.mx/cofemerapps/scd_expediente.asp?id=12/646/170406 consultado el 13 de septiembre de 2008.
- COMPESCA, 2003, "Actualización del Padrón de Pescadores del Lago de Pátzcuaro".
- COMPESCA, 2004, *Estadísticas de captura y esfuerzo pesqueros para el Lago de Pátzcuaro.*
- COMPESCA, 2006, "Proyecto Equipamiento Pesquero a las Organizaciones del Lago de Pátzcuaro para la Captura de Carpa durante el 2006-2007", Gobierno del Estado de Michoacán, Subdirección de Fomento Pesquero y Acuícola, Departamento de Ordenamiento Pesquero y Acuícola, COMPESCA, Michoacán, México.
- COMPESCA, 2009, Sitio oficial disponible en Internet: <http://compesca.michoacan.gob.mx/>
- Composting Association of Ireland. 2005, sept. "Marine Harvest Ireland open fish recycling facility". *Cré Newsletter*. No. 8. Disponible en la Web: www.cre.ie/docs/cre_newsletter_8.pdf
- CONAPESCA, 2009, Sitio oficial disponible en Internet: <http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/>
- CONAGUA, 2009, Sitio oficial disponible en Internet: <http://www.conagua.gob.mx/Default.aspx>

CPLADER, 2009, Sitio oficial disponible en Internet:
<http://seplade.michoacan.gob.mx/cplade/index.php>

Campos, A.D.F. 2007. *Estimación y aprovechamiento del escurrimiento*. UASL. México 440 pp.

Campos, A.D.F. 2010. *Introducción a la Hidrología Urbana*. UASL. México. 220 pp.

Chow, V.T., Maidment D.R. y Mays S.W. 1994. *Hidrología aplicada*. McGraw Hill. Santa Fé de Bogotá. Colombia. 584 pp.

Copes, et al, (2006). *Producción de Ensilado de Pescado en Baja Escala para Uso de Emprendimientos Artesanales*. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata. CC 296, (B1900AVW) La Plata. Argentina. Encontrado en la página http://www.fcv.unlp.edu.ar/analecta/volumenes/contenido/110_copes_ensilado.pdf, el 5 de mayo de 2010

Cadotte, M., McMahon, S. y Kujami, T. 2006. *Conceptual ecology and invasion biology: reciprocal approaches to nature*. *Invading nature: Springer series in invasion ecology*. Dordrecht, Holanda.

Cahoon, W. 1953. Commercial carp removal at lake Mattamuskeet, North Carolina. *Journal of Wildlife Management*, 17(3): 312-317.

Carpenter, S. y Lathrop, R. 1999. Lake restoration: capabilities and needs. *Hydrobiologia*, 395/396:19-28.

Chapman, D., Fairchild, J., Carollo, B., Deters, J., Feltz, K. y Witte, C. 2003. *An examination of the sensivity of Bighead Carp and Silver Carp to Antimycin A and Rotenone*. U.S. Geological Survey, Columbia Environmental Research Center, United States of America.

Chauvet, M., Castañeda, Y., Ávila, G. y Galindo, J. 2009. *La ciencia al servicio del rescate de una tradición: El pescado blanco de Pátzcuaro*. Diagnostico parcial de los aspectos sociales del proyecto. UAM Azcapotzalco.

Clapp, D., Mistak, J., Smith K. y Tonello, M. 2010. *Proposed plan for the prevention, detection, assessment, and management of asian carps in Michigan waters*. Michigan DNRE, Management Plan for Asian Carps. Estados Unidos de América.

- Clout, M. y Williams, P. 2009. Invasive Species Management: A Handbook of principles and Techniques. Oxford University Press, New York. USA.
- 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.
- CONABIO, Aridamérica, GECI y TNC. 2006. Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad: Prioridades en México. Ciudad de México.
- Consejo Estatal de Ecología. 2002. Ordenamiento pesquero del lago de Pátzcuaro, Michoacán. Recomendación No.12/2001. Morelia, Michoacán.
- Coop, G., Garthwaite, R. y Gozlan, R. 2005. Risk identification and assessment of non-native freshwater fishes: concepts and perspectives on protocols for the UK. Science series technical report. Cefas Lowestoft, 129.
- Coop, G., Wesley, K., Verreycken, H. y Rusell, I. 2007. When an “invasive” fish species fail to invade! Example of the topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva*. Aquatic Invasions, 2(2): 107-112.
- Clapp, D., Mistak, J., Smith K. y Tonello, M. 2010. Proposed plan for the prevention, detection, assessment, and management of asian carps in Michigan waters. Michigan DNRE, Management Plan for Asian Carps. Estados Unidos de América.
- Clout, M. y Williams, P. 2009. Invasive Species Management: A Handbook of principles and Techniques. Oxford University Press, New York. USA.
- CODEMI. 2011. Comunicación para el Desarrollo de Michoacán, AC. <http://codemi.mx/about/#historia>. Revisado el 28 de marzo de 2012.
- COECyT. 2011. Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Michoacán. <http://coecyt.michoacan.gob.mx/index.php>. Revisado el 28 de marzo de 2012.
- COFOM. Comisión Forestal del Estado de Michoacán. <http://cofom.michoacan.gob.mx/index.php>. Revisado el 28 de marzo de 2012.
- Comisión de Cuenca del Lago de Pátzcuaro. 2009. Acta para hacer constar la decima sexta reunión ordinaria de la comisión de cuenca del lago de Pátzcuaro. Pátzcuaro, Michoacán a 1 de Octubre de 2009.

- 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.
- COMPESCA. 2012. Comisión de pesca. <http://compesca.michoacan.gob.mx/>. Revisado el 28 de marzo de 2012.
- CONABIO, Aridamérica, GECI y TNC. 2006. Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad: Prioridades en México. Ciudad de México.
- CONABIO, SUMA y SEDAGRO. 2007. Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Diversidad Biológica de Michoacán. Primera edición.
- CONABIO. 2008. Catalogo Taxonómico de Especies de México. CD1.
- 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.
- CONACYT. 2012. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. <http://www.conacyt.mx/Paginas/default.aspx>. Revisado el 28 de Marzo de 2012.
- CONAFOR. 2012. Comisión Nacional Forestal. <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php>. Revisado el 28 de Marzo de 2012.
- CONAGUA. 2011. Comisión Nacional del Agua. <http://www.cna.gob.mx/>. Revisado el 28 de Marzo de 2012.
- Consejo Estatal de Ecología. 2002. Ordenamiento pesquero del lago de Pátzcuaro, Michoacán. Recomendación No.12/2001. Morelia, Michoacán.
- Contreras, B. y Escalante, M. 1984. Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico. pp. 102-130. En W. Courtenay y J. Stauffer (eds.). Distribution, Biology and Management of Exotic Fishes. Hopkins. Baltimore, U.S.A.
- Contreras, L. 2008. La Gestión Ambiental en los Municipios de Pátzcuaro y Quiroga, Michoacán. Tesis de Maestría. Colegio de la Frontera Norte, México.
- Convenio institucional CEAC-CNA. 2005. Convenio de colaboración que celebran por una parte el ejecutivo federal, a través de la SEMARNAT, por conducto de la CNA, representada por el Ing. Raúl Antonio Iglesias Benítez en su

carácter de gerente regional Lerma-Santiago-Pacífico y, por otra parte, el gobierno constitucional del estado de Michoacán de Ocampo representado por el C. Jesús Vallejo Esquivel, en su carácter de coordinador general de la comisión estatal del agua y gestión de cuencas, con objeto de conjuntar y promover acciones y recursos para consolidar la participación de los usuarios en el manejo del agua a nivel de cuenca y subcuenca, mediante el apoyo de las actividades operativas, estudios, proyectos y acciones de la comisión de cuenca del lago de Pátzcuaro.

- Coop, G., Garthwaite, R. y Gozlan, R. 2005. Risk identification and assessment of non-native freshwater fishes: concepts and perspectives on protocols for the UK. Science series technical report. Cefas Lowestoft, 129.
- Coop, G., Wesley, K., Verreycken, H. y Rusell, I. 2007. When an “invasive” fish species fail to invade! Example of the topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva*. *Aquatic Invasions*, 2(2): 107-112.
- Crandall, K. y Buhay, J. 2008. Global diversity of crayfish (Astacidae, Cambaridae, y Parastacidae-Decapoda) in freshwater. *Hidrobiología*, 595: 295-301.
- CREFAL. 2012. Centro de Cooperación Regional para la Educación de los Adultos en América Latina y el Caribe. <http://www.crefal.edu.mx/crefal2012/>. Revisado el 28 de Marzo de 2012.
- CRIM. 2008. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. <http://www.crim.unam.mx/drupal/>. Revisado el 28 de Marzo de 2012.
- D’Abramo, L.R. y Robinson E.H., 1989. Nutrition of crayfish. *Reviews in Aquatic Sci.*, 1(4): 711-728.
- DeLoach, C.J., Cordo, H.A. and I.S. Crouzel. 1989. Control biológico de malezas. El Ateneo, Buenos Aires, Argentina. 266 p.
- Dept. of Primary Industries (DPI). 2008, Sept.. “Composting Fish Waste from the Aquaculture Industry – A Technical Guide”. *Fisheries Notes Newsletter*. Dept. of Primary Industries. Victoria, Australia. 04 Sept. 2009. Disponible en la Web: [http://www.dpi.vic.gov.au/dpi/nreninf.nsf/v/EC1C913DB2F8901CCA2575270083D3A7/\\$file/FN0601_december08.pdf](http://www.dpi.vic.gov.au/dpi/nreninf.nsf/v/EC1C913DB2F8901CCA2575270083D3A7/$file/FN0601_december08.pdf)
- Djivré, Jane. 2003, fall. “Composting gets fishy with new biotechnology”. *Laurentian University Magazine*. 07 Sept. 2009. Disponible en la Web: <http://www.mirarco.org/press/newsletter/compostingarticle.pdf>
- Dunne, T. & Leopold, L.B. 1978. *Water in Environmental planning*. W.H. Freeman and Company. San Francisco. 818 pp.

- DeAngelis, D. L., Mulholland, P. J., Palumbo, A. V., Steinman, A. D., Huston, M. A. y J. W. Elwood. 1989. Nutrient dynamics and food-web stability. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 20:71-95.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1997. Norma Oficial Mexicana, NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. *Diario Oficial de la Federación*. Enero 6 de 1997: 68-41.
- DAISIE. 2009. *Handbook of Alien Species in Europe. Invading nature: Springer series in invasion ecology.* Springer Science.
- Dana, E. 2010. Rapid assessment of population trends of invasive species: Singular Spectrum Analysis. *Management of Biological Invasions*, 1:34-36.
- De Angelo, G., Batabyal, A. y Kumar, S. 2007 An analysis of economic cost minimization and biological invasión damage control using a AWQ criterion. *The Annals of Regional Science*, 41(3):639-655.
- De Buen, F. 1944. Limnobiología de Pátzcuaro. *Anales del Instituto de Biología. México* 1, 5(1) 261-312.
- De Poorter, M., Pagad, S. Ullah, I. 2007. *Invasive Alien Species and Protected Areas.* World Bank, Global Invasive Species Programme.
- Díez, P., Valladares, F. y Alonso, A. 2004. La creciente amenaza de las invasiones biológicas. *Ecosistemas XIII* (003):1-9.
- Diggle, J., Day, J. Bax, N. 2000. Eradicating European carp from Tasmania and implications for national European carp eradication. *Inland Fisheries Service, Hobart.*
- DAISIE. 2009. *Handbook of Alien Species in Europe. Invading nature: Springer series in invasion ecology.* Springer Science.
- Dana, E. 2010. Rapid assessment of population trends of invasive species: Singular Spectrum Analysis. *Management of Biological Invasions*, 1:34-36.
- De Angelo, G., Batabyal, A. y Kumar, S. 2007 An analysis of economic cost minimization and biological invasion damage control using a AWQ criterion. *The Annals of Regional Science*, 41(3):639-655.
- De Buen, F. 1944. Limnobiología de Pátzcuaro. *Anales del Instituto de Biología. México* 1, 5(1) 261-312.

- De Poorter, M., Pagad, S. Ullah, I. 2007. Invasive Alien Species and Protected Areas. World Bank, Global Invasive Species Programme.
- Díez, P., Valladares, F. y Alonso, A. 2004. La creciente amenaza de las invasiones biológicas. *Ecosistemas XIII* (003):1-9.
- Diggle, J., Day, J. Bax, N. 2000. Eradicating European carp from Tasmania and implications for national European carp eradication. Inland Fisheries Service, Hobart.
- DOF. 1989. Acuerdo que establece veda para la especie de pescado blanco en el lago de Chapala.
- DOF. 1994. NOM-059-ECOL-1994, Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección.
- DOF. 2000. DECRETO por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, de la Ley Federal de Radio y Televisión, de la Ley General que establece las Bases de Coordinación del Sistema Nacional de Seguridad Pública, de la Ley de la Policía Federal Preventiva y de la Ley de Pesca
- DOF. 2009. NOM-036-PESC-2007. Pesca responsable en el Lago de Pátzcuaro ubicado en el Estado de Michoacán. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros.
- DOF. 2010. NOM-059-ECOL-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- Driver, P., Harris, J., Closs, G. y Koen, T. 2005. Effects of flow regulation on carp (*Cyprinus carpio* L.) recruitment in the Murray-Darling Basin, Australia. *River Research and Applications*, 21:327-335.
- Durston, J.; López, E. 2006. Capital Social y Gestión Participativa en la cuenca de Pátzcuaro. *Revista de la CEPAL*. 90.
- Driver, P., Harris, J., Closs, G. y Koen, T. 2005. Effects of flow regulation on carp (*Cyprinus carpio* L.) recruitment in the Murray-Darling Basin, Australia. *River Research and Applications*, 21:327-335.
- Diario Oficial de la Federación. NORMA Oficial Mexicana NOM-036-PESC-2007, Pesca responsable en el Lago de Pátzcuaro ubicado en el Estado de Michoacán. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros.

- El Sol de Morelia, 2009, 3 de marzo, "En abandono proyectos pesqueros en Pátzcuaro", El Sol de Morelia, disponible en Internet: <http://www.oem.com.mx/elsoldezamora/notas/n1067354.htm>
- E&A Environmental Consultants Inc. 1998. "Sitka Tribal Enterprises Fish Waste Composting Feasibility Project". Sitka Tribal Enterprises. Alaska, EEUU. Disponible en la Web: http://www.sitkatribes.org/environment/pdf/E_A_Final3_13_98.pdf
- Encina Encina L., Rodriguez R. A. Granado Lorenzo C y Escot Muñoz C. (2001). Gestión y Evaluación de Embalses. Estudio de las Poblaciones de Peces. Universidad de Sevilla. Pp.213.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2009. "Fish waste management measure". EPA. EEUU. 10 Sept. 2009. Disponible en la Web: <http://www.epa.gov/owow/NPS/MMGI/Chapter5/ch5-3b.html>
- Escalante M., J, González, E. Salcedo, L.Puente, R. Morales y P. Echeverría (2005) Simulación de nutrientes en el lago de Pátzcuaro. Informe Final. IMTA-FGRA I.A.P.
- Esteva, J. (coord.), 1997, Agosto, "La ORCA: su historia y su forma de trabajo", Centro de Estudios Sociales y Ecológicos, A.C. (CESE), Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Esteva, J., 1993, "Organización Social", En Toledo, V. M., P. Álvarez-Icaza, P. Ávila (Eds.), *Plan Pátzcuaro 2000. Investigación multidisciplinaria para el desarrollo sostenido*, Fund. Friedrich Ebert, México, pp. 297-320.
- Esteva, Joaquin y Javier Reyes (1999), El desarrollo social y ambiental en la region de Patzcuaro. <http://sigapatz.org/general/marcoconceptual/joaquinsteva/1.html> consultado en enero de 2009.
- Escárcega-Rodríguez, S. 1996. Evaluación de un sistema acoplado de desove e incubación para la reproducción controlada de la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idellus*). INP. SEMARNAP. Ciencia pesquera No.13.
- Espinosa, H. 2009. Lago de Pátzcuaro, con agua de calidad para producir pez blanco: SUMA. El Sol de Morelia 10 de noviembre del 2009. Morelia Michoacán México.
- Escárcega-Rodríguez, S. 1996. Evaluación de un sistema acoplado de desove e incubación para la reproducción controlada de la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idellus*). INP. SEMARNAP. Ciencia pesquera No.13.

- Espinosa, H. 2009. Lago de Pátzcuaro, con agua de calidad para producir pez blanco: SUMA. El Sol de Morelia 10 de noviembre del 2009. Morelia Michoacán México.
- Esteva, J. 1997. La ORCA: su historia y su forma de trabajo. Centro de Estudios Sociales y Ecológicos, A.C. (CESE), Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Diversidad Biológica de Michoacán. 2007. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA) y Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO). México.
- FGRA. 2012. Fundación Gonzalo Rio Arronte. <http://fgra.org.mx/>. Revisado el 28 de Marzo de 2012.
- Finnoff, D., Shogren, J., Leung, B. y Lodge, D. 2007. Take a risk: Preferring prevention over control of biological invaders. *Ecological economics*, 62: 216-222.
- Fahsi, A., T. Tsegaye, W. Tadasse and T. Coleman. 2000. Incorporation of digital elevation models with Landsat-TM data to improve land cover classification accuracy. *Forest Ecology and Management* 128: 57-64.
- Fassnacht, K.S., Gower, S.T., MacKenzie, M.D., Nordheim, E.K. and T.M. Lillesand. 1997. *Estimating the Leaf Area Index of North Central Wisconsin Forest Using the Landsat Thematic Mapper*. *Remote Sensing of Environment* 61 (2):229-245.
- Franco-López, H., Ek, A.R and M.E. Bauer. 2001. Estimation and mapping of forest stand density, volume and cover type using k-nearest neighbors methods. *Remote Sensing of Environment* (77):251-274.
- Freeman T.E. 1977. Biological control of aquatic weeds with plant pathogens. *Aquat. Bot.* 3: 175-184.
- Freeman T.E. and R. Charudattan. 1984. *Cercospora rodmanii* Conway, a potential biocontrol agent for waterhyacinth. Florida Agricultural Experimental Station Technical Bull. 842. Institute of Food and Agriculture Science, Gainesville, Florida. 17 p.
- FAO, 1995, "Código de Conducta para la Pesca Responsable", Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Disponible en Internet:
<http://www.fao.org/DOCREP/005/v9878s/v9878s00.htm>

- FAO, H22. Ensilado de pescado. Obtenido de la página: <http://www.fao.org/ag/AGA/agap/frg/afris/es/Data/337.HTM>. Consultado el 5 de mayo de 2010.
- Frederick, Lynn et al. 1989. "The compost solution to dockside fish wastes". University of Wisconsin Sea Grant Advisory Services. Wisconsin, EEUU. 07 Sept. 2009. Disponible en la Web: aqua.wisc.edu/Publications/PDFs/CompostSolution.pdf
- Fry B., 2006. Stable isotope ecology. Springer Science+Business Media. USA.
- Finnoff, D., Shogren, J., Leung, B. y Lodge, D. 2007. Take a risk: Preferring prevention over control of biological invaders. *Ecological economics*, 62: 216-222.
- Gallagher, J.E.(1962) "Water hyacinth control with Amitrol-T", Hyacinth Control J., 1: 17-18.
- García A.L. 1990. Flora vascular acuática y semiacuática del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis Profesional. Escuela de Biología. UMSNH. Morelia, Mich. 103 pp.
- Gaveau, D.L.A., Balzter, H. and Plummer, S. 2003. *Forest wood biomass classification with satellite-based radar coherence over 900 000 km² in Central Siberia*. *Forest Ecology and Management* 174(2003) 65-79.
- Gemmell, F. 1999. *Estimating Conifer Forest Cover with Thematic Mapper Data Using reflectance Model Inversion and Two Spectral Indices in a Site with Variable Background Characteristics*. *Remote Sensing of Environment* 69 (2):105-121.
- Gemmell, F., Varjo, J and M. Strandstrom. 2001. *Estimating forest cover in a boreal forest test site using Thematic Mapper data from two dates*. *Remote Sensing of Environment* 77 (2):197-211.
- Geldreich, E., y B. Kenner. 1969. Concepts of faecal streptococci in stream pollution. *Journal of the Water Pollution Control Federation*. 41(8): 336-352.
- Gohbara, M. 1996. Use of plant pathogens for the control of weeds in Japan. *Proceedings of the Second International Weed Control Congress*. Copenhagen, Denmark IV: 1205-1210.
- Gómez-Tagle, A.R. 1994. Tres niveles de erosión en la cuenca de Pátzcuaro, Michoacán. Como base para acciones y obras de conservación. SARH-INIFAP. Folleto Técnico Núm. 26. 28 p.
- González E.M.S, González E. M., Tena F. J.A. López E. L., Reznicek A.A.y Diego-Pérez N.2008. Sinopsis de *Scirpus* S.L. (Cyperaceae) para México. *Acta Botánica Mexicana* **82**: 15-41.

- Gonzalez M. 1989. El género *Potamogeton* (Potamogetonaceae) en México. Acta Botánica Mexicana Mexicana Num. 6: 1-43.
- Gopal, B. 1987. Water Hyacinth, Aquatic Plant. Elsevier Science Publishers, B. V. Amsterdam, The Netherlands. 471 p.
- Greigh-Smith, P. 1983. *Quantitative Plant Ecology*. University of California Press. Great Britain. 359 pp.
- Gutiérrez, L.E. 1995. Experiencias sobre el control de lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 117 , 178 p.
- Gutiérrez, L.E., Arreguin, C.F., Huerto R.D. y F.P. Saldaña. 1994. Control de Malezas Acuáticas en México. Ingeniería Hidráulica en México 9(3): 15-34.
- Garibay, C., 1993, "Acción institucional", En Toledo, V. M., P. Álvarez-Icaza, P. Ávila (Eds.), *Plan Pátzcuaro 2000. Investigación multidisciplinaria para el desarrollo sostenido*, Fund. Friedrich Ebert, México, pp. 273-298.
- García de León, F. 1984. Ecología pesquera, alimentación y ciclo gonádico de *Chirostoma estor* Jordan y *Micropterus salmoides* Lacépède en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis de licenciatura por la Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey.
- García, N (Ed). 2009. Memoria Ilustrada del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, 2003-2008. Jiutepec, Morelos: IMTA-FGRA.
- García Villanueva, N. 2012. Comunicación personal a Víctor H. Flores Armillas. IMTA, México.
- Gilligan, D. y Rayner, T. 2007. The distribution, spread, ecological impacts and potential control of carp in the upper Murray River. NSW Department of Primary Industries, Cronulla, NSW.
- GISP. 2005. Early detection and rapid response. En: Managing invasive species training course.
- Gómez-Tagle, R. 1994. Tres niveles de erosión en la cuenca de Pátzcuaro, Michoacán como base para acciones y obras de conservación. Folleto Técnico No. 26. INIFAP. SARH. Uruapan, Mich. 28 p.
- 91.Gutiérrez, A. y Reaser, 2005. Linkages between Development Assistance and Invasive Alien Species in Freshwater Systems of Southeast Asia. USAID Asia and Near East Bureau, Washington, DC.

- González-Yáñez J., Ocampo A. A y Tolentino V. (2002) Evaluación del crecimiento de carpa común (*Cyprinus Carpio*) alimentada con erdaza ensilada. *Vet. Méx* 33(2) pp 109 -118
- Granado-Lorencio, C., 1996. *Ecología de peces*. Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla. España., 308 pp.
- Gotelli, N., & R. K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: Procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4 , 379-391
- Gilligan, D., Gehrke P. y Schiller, C. 2005. Testing methods and ecological consequences of large-scale removal of common carp. NSW Department of Primary Industries- Fisheries Final Report Series No. 77, Australia.
- Gilligan, D. y Rayner, T. 2007. The distribution, spread, ecological impacts and potential control of carp in the upper Murray River. NSW Department of Primary Industries, Cronulla, NSW.
- GISP. 2005. Early detection and rapid response. En: *Managing invasive species training course*.
- Gutiérrez, A. y Reaser, 2005. Linkages between Development Assistance and Invasive Alien Species in Freshwater Systems of Southeast Asia. USAID Asia and Near East Bureau, Washington, DC.
- Harley, K. L. S. 1990. The role of biological control in the management of water hyacinth, *Eichhornia crassipes*. *Biocontrol News and Information*, 11(1): 11-22.
- Harley, K. L. S. 1990. The role of biological control in the management of water hyacinth, *Eichhornia crassipes*. *Biocontrol News and Information*, 11(1): 11-22.
- Hernández, H. F. y B. M. E. Pérez. 1995. El vuelo del mosquito: un debate sobre mosquitos. *Avance y Perspectiva*. Organo de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN., 14: 5-15.
- Hernández M.C., Pildain M.B, Novas M.V., Sacco J. y S.E. López. 2007. Mycobiota associated with larval mines of *Thrypticus truncates* and *T. sagittatus* (Diptera, Dolichopodidae) on waterhyacinth, *Eichhornia crassipes*, in Argentina. *Biological Control* 41: 321–326.
- HACH. 2002. *Water analysis Handbook*. Cuarta Edición. HACH COMPANY. California. 1260 p.

- Hokkanen, H. 1985. Exploiter-victim relationships of major plant disease; implication for biological weed control. *Agric. Ecosyst. Environ.* 15: 63-76.
- Holm, G.L.; L.D. Plunkett y P.J. Herberger. 1977. The world's worst weed, distribution and biology. University Press of Hawaii. 609p.
- Huerto D. R. I. s.f. Características generales y métodos para el estudio de *Typha* spp. Un enfoque para su control. IMTA. 46 pp.
- Hayes, L.A., Richards, R. y S.P. Mathur. 1994. "Economic Viability of Commercial Composting of Fisheries Waste by Passive Aeration". Ponencia para *The Compost Council of Canada Symposium*. Montreal, Canada. Disponible en la Web: <http://www3.sympatico.ca/first/webdoc2.htm>
- Hellawell, J. M. (1986). Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management. Elsevier. New York
- Hilsenhoff W.L. (1988). Rapid Field Assessment of organic pollution with a family level biotic index. *J.N. Benthol Soc.* 7(1):65-68
- Huacuz Elías, D., 2002, *Programa de conservación y manejo de Ambystoma dumerili. El Achoque del Lago de Pátzcuaro*, Proyecto Pátzcuaro, UMSNH, SEMARNAT, México.
- Hot-Rot Systems. sf. "Hot-Rot vessel composting unit". Hot-Rot Systems. 08 Sept. 2009. Disponible en internet: <http://www.hotrotsystems.com/UKEire/ukeirehome/>
- Hewlett, J.D. 1982. *Principles of forest hydrology*. University of Georgia Press Athens, Georgia. 184 pp.
- Hudson N.H. 1997. *Medición sobre el Terreno de la Erosión del Suelo y de la Escorrentía*. (Boletín de Suelos de la FAO - 68). FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Versión html: <http://www.fao.org/docrep/T0848S/T0848S00>.
- Hanson, E. y Sytsma, M. 2001. Oregon Aquatic Nuisance Species Management Plan. Portland State University, United States of America.
- Hawksworth, D. y Bull, A. 2006. Human exploitation and Biodiversity Conservation. Springer Science. Dordrecht, Holanda.
- Hernández, D. 2002. Evaluación de las poblaciones de peces en el lago de Pátzcuaro, Mich. Memorias del Ier Foro Científico de Pesca Ribereña 17-18 de Octubre de 2002. Guaymas Sonora, México.

- Hernández, G. 2002. Invasores en Mesoamérica y el Caribe. Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza. Resultados del Taller Regional sobre Especies Invasoras: ante los retos de su presencia en Mesoamérica y el Caribe San José, Costa Rica, 11 y 12 de junio del 2001. 1 edición 54 P.
- Hewitt, C., Campbell, M. Gollasch, S. 2006. Alien Species in Acuaculture. Considerations for responsible use. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. Viii+32 pp.
- Huipé-Ramos, A. y Bernal-Brooks, F. 2009. Manejo de microembalses para el cultivo extensivo de carpa común (*Cyprinus carpio* L.) en la región de Zacapu, Michoacán, México. *Hidrobiológica*, 19(2):129-139.
- Hanson, E. y Sytsma, M. 2001. Oregon Aquatic Nuisance Species Management Plan. Portland State University, United States of America.
- Hawksworth, D. y Bull, A. 2006. Human exploitation and Biodiversity Conservation. Springer Science. Dordrecht, Holanda.
- Hernández, D. 2002. Evaluación de las poblaciones de peces en el lago de Pátzcuaro, Mich. Memorias del Ier Foro Científico de Pesca Ribereña 17-18 de Octubre de 2002. Guaymas Sonora, México.
- Hernández, G. 2002. Invasores en Mesoamérica y el Caribe. Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza. Resultados del Taller Regional sobre Especies Invasoras: ante los retos de su presencia en Mesoamérica y el Caribe San José, Costa Rica, 11 y 12 de junio del 2001. 1 edición 54 P.
- Hewitt, C., Campbell, M. Gollasch, S. 2006. Alien Species in Acuaculture. Considerations for responsible use. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. Viii+32 pp.
- Hinojosa-Garro, D., 2001. Relación intraespecífica entre el acocil *Cambarellus (montezumae) lermenis* y la carpa *Cyprinus carpio* en embalses someros del Alto Lerma. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, U.N.A.M., México, D.F., 43 p.
- Huerto, R., Alonso, P., Vargas, S., Ortiz, C., Amador, A., Zambrano, L. y Fong, J. 2009. Manejo integral para el control de malezas acuáticas, especies invasoras y remoción de sedimentos en apoyo a la recuperación de especies emblemáticas y mejora de la calidad del agua del lago, Informe final. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Morelos, México. 348 Pp.
- Huerto, R., Alonso, P., Vargas, S., Amador, A., Ortiz, C. y Zambrano, L. 2010. Manejo integral para el control de malezas acuáticas, especies invasoras y

- remoción de sedimentos en apoyo a la recuperación de especies emblemáticas y mejora de la calidad del agua del lago, Informe final. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Morelos, México 104 Pp.
- Huipé-Ramos, A. y Bernal-Brooks, F. 2009. Manejo de microembalses para el cultivo extensivo de carpa común (*Cyprinus carpio* L.) en la región de Zacapu, Michoacán, México. *Hidrobiológica*, 19(2):129-139.
- IMTA, The Nature Conservancy, Conabio, Aridamérica, GECI. 2008. Especies Invasoras de Alto Impacto a la Biodiversidad, Prioridades en México. March Mifsut. Ignacio y Martínez Jiménez Maricela (Editores). IMTA, Jiutepec, Morelos. 74p
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. INEGI. 1993. Síntesis geográfica del Estado de Michoacán.
- Instituto Nacional de la Pesca (2000). Pesca Responsable en: www.inp.sagarpa.gob.mx/Publicaciones/sustentabilidad/Continental/PATZC_UARO.pdf
- Ibañez, A. L. y J. L. García, 2006, "Cuencas o entidades federativas? Los repoblamientos de peces realizados por el gobierno federal", Ponencia presentada en el **"Congreso Nacional y Reunión Mesoamericana de Manejo de Cuencas Hidrográficas 2006"**, Instituto Nacional de Ecología,
- IIAF. 2012. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. <http://www.iaaf.umich.mx/index.html>. Revisado el 28 de Marzo de 2012.
- IMTA, 2004. Descubre una cuenca: el lago de Pátzcuaro.-2ª. Ed. Jiutepec, Morelos: IMTA, Fundación Gonzalo Río Arronte. 362 p.
- IMTA. 2011. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. <http://www.imta.mx/index.php>. Revisado el 28 de Marzo de 2012.
- INAPESCA. 2010. Instituto Nacional de la Pesca. <http://www.inapesca.gob.mx/portal/conoce-al-inapesca/nosotros>. Revisado el 28 de marzo de 2012.
- INEGI. 2005. Censo de población y vivienda, 2005. Cuaderno Estadístico Municipal de Pátzcuaro, Michoacán. Edición 2003. Consultado el 03 de Abril, 2012.
- INEGI. 2010 a. Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades.

- <http://cat.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=16&mun=073>. Consultado el 28 de marzo, 2012.
- INEGI. 2010 b. Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades.
<http://cat.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=16&mun=066>. Consultado el 28 de marzo, 2012.
- INEGI. 2010 c. Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades.
<http://cat.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=16&mun=100>. Consultado el 28 de marzo, 2012.
- INEGI. 2010 d. Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades.
<http://cat.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=16&mun=032>. Consultado el 28 de marzo, 2012.
- INIRENA. 2012. Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales.
<http://www.inirena.umich.mx/qs.html>. Revisado el 28 de marzo de 2012.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)-Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P. 2004. Descubre una cuenca: el Lago de Pátzcuaro. 362 p.
- IOWA Department of Natural Resources. 2006. Lake restoration annual report and plan.
- IUCN. 2000. Guía para la prevención de pérdidas de diversidad biológica ocasionadas por especies exóticas invasoras. The World Conservation Union and Species Survival Commission.
- IUCN. 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2011.2. www.iucnredlist.org. Revisada el 28 de marzo del 2012. Consultada el 28 de marzo del 2012.
- [http://www.pdfdownload.org/pdf2html/pdf2html.php?url=http%3A%2F%2Fwww.inegob.mx%2Fdgioece%2Fcuencas%2Fdescargas%2Fcong_nal_06%2Ftema_03%2F13_ibanez_y_garcia.pdf&images=yes] consultado en mayo de 2009.
- INAPESCA, 2000, “Pesca Responsable”, Disponible en Internet: www.inp.sagarpa.gob.mx/Publicaciones/sustentabilidad/Continental/PÁTZCUARO.pdf
- INAPESCA, 2009, Sitio oficial disponible en Internet: www.inp.sagarpa.gob.mx/

INIRENA, 2000, "Plan de Manejo Lago de Pátzcuaro", Gobierno del Estado de Michoacán, SAGARPA, CONAPESCA, Michoacán, México.

INIRENA, 2009, Sitio oficial disponible en Internet:
<http://www.inirena.umich.mx/index.html>

IMTA- Fundación GRA, 2003. *Comunicación y participación en apoyo a la recuperación de la cuenca del lago de Pátzcuaro. ProyectoCP-0311, Informe final de la actividad 3: Las estrategias de sobrevivencia de las familias campesinas de la cuenca del Lago de Pátzcuaro*. Subcoordinación de Participación Social Coordinación de Comunicación, Participación e Información, México, 2004. 169 p.

IMTA-Fundación GRA, 2007. *Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro Libro Blanco. 2003-2007*. Jiutepec.

IMTA- Fundación GRA, 2008, *Manejo integral para el control de malezas acuáticas, especies invasoras y remoción de sedimentos en apoyo a la recuperación de especies emblemáticas y mejora de la calidad del agua del lago* / Rubén Huerto et al. Informe de avance del proyecto TC0850.5.

IMTA, 2009, Sitio oficial disponible en Internet: <http://www.imta.mx/>

IMTA 1999. Instructivo para aforo con molinete.2ª. Edición. IMTA-SEMARNAP. 59 pp.

IOWA Department of Natural Resources. 2006. Lake restoration annual report and plan.

IUCN. 2000. Guía para la prevención de pérdidas de diversidad biológica ocasionadas por especies exóticas invasoras. The World Conservation Union and Species Survival Commission.

Jiménez, M. y Gracia, A. 1995. Evaluación de la pesquería multiespecífica de Charales (*Chirostoma* SPP., Pisces, Atherinidae) en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología, 66(2):205-231

Martínez Sifuentes, E., 2002, *La veda en el Lago de Pátzcuaro. Historia sin final de una imposición*, INI-SEDESOL, México.

International Fishmeal and Fish Oil Organisation, www.iffco.net fecha de consulta,

- Inst. Nac. De Ecología (INE). 2007. "4. Experiencias de la producción de composta en México". Consulta: 7 sept. 2009. Disponible en la Web: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/499/experiencias.html>
- Jadhav A, Hill M. y M. Byrne. 2008. Identification of a retardant dose of glyphosate with potential for integrated control of water hyacinth, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach. *Biological Control* **47**: 154–158.
- Joyce, J.C.(1989) "Aquatic Plant Management-An overview", In: Trip Report and Assessment of Aquatic Weed Problems in Colombia, S.A., in the Corporation Autonoma Regional Area of Responsibility. Abril 16-26.
- Julio Medal and Maricela Martinez. 2008. Biological Control of Invasive Plants in Latin America, pp. 495-501. In: J. Capinera (ed.) *Encyclopedia of Entomology*, 2nd edition, Vol 1. Springer.
- Justice C.O. and J.R.G. Townshend. 1981. *The use of Landsat data for land cover inventories of Mediterranean lands*. In: Townshend J.R.G. (Ed.). *Terrain Analysis and Remote Sensing* (p133-153). George Allen & Unwin. London. 232 pp.
- Jiménez, M. y Gracia, A. 1995. Evaluación de la pesquería multiespecífica de Charales (*Chirostoma* SPP., Pisces, Atherinidae) en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 66(2):205-231.
- Karr, J. R., K.D. Fausch, P.L Angermeier, P.R. Yant e I.J. Schlosser. (1986) *Assessing Biological Integrity in Running Waters: a methods and its rationale*. Illinois Natural History Survey Special Publications 5, Champaign, IL.
- Krebs, C. J. (1989) *Ecological methodology*. Harper Collins Pub. USA
- Koehn, J., Brumley, A. y Gehrke, P. 2000. *Managing the Impacts of Carp*. Bureau of Rural Sciences (Department of Agriculture, Fisheries and Forestry Australia). Camberra, Australia.
- Koehn, J. 2003. Rationale, results and management implications of recent carp research in Australia. Implications of recent carp research in Australia. Australia. In: *Managing invasive freshwater fish in New Zealand*. Proceedings of a workshop hosted by Department of Conservation, 10–12 May 2001, Hamilton. Pp. 11–18.

- Keller, R. y Lodge, D. 2007. Species Invasions from commerce in live aquatic organisms: Problems and possible solutions. *Bioscience*, 57(5): 428-436.
- Keller, R., Lodge, D., Lewis, M. y Shogren, J. 2009. *Bioeconomics of Invasive Species, Integrating Ecology, Economics, Policy, and Management*. Oxford University Press, New York, United States of America.
- Keller, R. y Lodge, D. 2007. Species Invasions from commerce in live aquatic organisms: Problems and possible solutions. *Bioscience*, 57(5): 428-436.
- Keller, R., Lodge, D., Lewis, M. y Shogren, J. 2009. *Bioeconomics of Invasive Species, Integrating Ecology, Economics, Policy, and Management*. Oxford University Press, New York, United States of America.
- Koehn, J.D., Brumley, A.R., Gehrke, P.C. 2000: *Managing the Impacts of Carp*. Bureau of Resource Sciences, Canberra. 249 p.
- Koehn, J. 2003. Rationale, results and management implications of recent carp research in Australia. Implications of recent carp research in Australia. Australia. In: *Managing invasive freshwater fish in New Zealand. Proceedings of a workshop hosted by Department of Conservation, 10–12 May 2001, Hamilton*. Pp. 11–18.
- Lara, A. 1980. Introducción de nuevas especies al lago de Pátzcuaro y su posible perjuicio a las especies nativas. 11º Simposio Latinoamericano de Acuicultura. Secretaria de Pesca, México, D.E Vol. 1. 727 p.
- Li, H. y Mosman, N. 1977. Analysis of the clear lake commercial fishery using different surplus yield models. *Cal-Neva, Wildlife Transactions (X)* 112-117.
- Ling, N. 2009. Management of invasive fish. En: Clout, M. y Williams, P. 2009 (Eds). *Invasive Species Management: A handbook of principles and techniques*. Oxford Press University. 331 Pp.
- Lockwood, J., Hoopes, M. y Marchetti, M. 2007. *Invasion Ecology*. Blackwell Publishing, Oxford United Kingdom.
- Lovell, S., Stone, S. y Fernandez, L. 2006. The economic impacts of aquatic invasive species: A review of the literature. *Agricultural and Resource Economics Review*, 35(1): 195-208.
- Lowe, S., Brown, M., Boudjelas, M. y De Poorter, M. 2004. 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el grupo especialista de especies invasoras (GEEI), un grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).

- Lui, K., Butler, M., Allen, M., da Silva, J. y Brownson, B. 2008. Field Guide to Aquatic Invasive Species: Identification, collection and reporting of aquatic invasive species in Ontario waters. Queen's Printer for Ontario. Ontario, Canada.
- Lyons, J., Gutiérrez-Hernandez, A., Díaz-Pardo, E., Soto-Galera, E., Medina-Nava M. y Pineda-Lopez, R. 2000. Development of a preliminary index of biotic integrity (IBI) based on fish assemblages to assess ecosystem condition in the lakes of central Mexico. *Hydrobiologia*, 418: 57-72.
- Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (LFDMA). 2007. Ley Federal de Derechos en Materia de Agua Disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales. CONAGUA. México. 70.
- Li, H. y Mosman, N. 1977. Analisis of the clear lake comercial fishery using different surplus yield models. *Cal-Neve, Wildlife Transactions (X)* 112-117.
- Lui, K., Butler, M., Allen, M., da Silva, J. y Brownson, B. 2008. Field Guide to Aquatic Invasive Species: Identification, collection and reporting of aquatic invasive species in Ontario waters. Queen's Printer for Ontario. Ontario, Canada.
- Lockwood, J., Hoopes, M. y Marchetti, M. 2007. *Invasion Ecology*. Blackwell Publishing, Oxford United Kingdom.
- Lovell, S., Stone, S. y Fernandez, L. 2006. The economic impacts of aquatic invasive species: A review of the literature. *Agricultural and Resource Economics Review*, 35(1): 195-208.
- Lowe, S., Brown, M., Boudjelas, M. y De Poorter, M. 2004. 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el grupo especialista de especies invasoras (GEEI), un grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).
- Lyons, J., Gutiérrez-Hernandez, A., Díaz-Pardo, E., Soto-Galera, E., Medina-Nava M. y Pineda-Lopez, R. 2000. Development of a preliminary index of biotic integrity (IBI) based on fish assemblages to assess ecosystem condition in the lakes of central Mexico. *Hydrobiologia*, 418: 57-72.

- Leonard; K.J. 1982. The benefit and potencial hazards for genetic heterogeneity in plant pathogens. In: Charudattan; R. y H.I. Walkwer (Eds). *Biological Control of weeds with plant pathogens*. John Wiley and Sons. New York. p. 99-112.
- Leung, B.; Lodge, D. M.; Finnoff, D.; Shogren, J. F.: Lewis, M. A. and G. Lamberti, 2002. An ounce of prevention or a pound of cure: Bioeconomic risk analysis of invasive species. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 269: 2407–2413.
- Lewis M.W. 1995. *Wetlands. Characteristics and Boundaries*. National Academic Press. 308 pp.
- Lenat, D. R, L. A. Smock y D. L. Penrose (1980) Use of benthic macroinvertebrantes as indicators of environmental quality. In *Biological Monitoring of Environmental effects*. D.L. Worfe (Ed). pp 97-112. D.C. Heath, Lexington, M.A.
- Lessi, E., et al (1992). Obtención de ensilado biológico de pescado. En: 2ª Consulta de Expertos sobre Tecnología de productos pesqueros en América Latina. Montevideo, Uruguay, 11-15 de Diciembre de 1989. Informe de pesca 441. Suplemento Roma. FAO. 368 pp.
- Linsley, R. K.; M. A. Kohler y Paulhus, J. L. H. 1988. *Hidrología para ingenieros*. McGraw-Hill. México 386 p.
- Lillesand, T and R. Kiefer. 1987. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Wiley. U.S.A. 721 p.
- Lira, J. 1995. *La percepción remota: Nuestros ojos desde el espacio*. SEP-FCE. México. 151 pp.
- Lot H. A. y Novelo R.A. 1988. Vegetación y flora acuática del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Southwestern Naturalist* **33** (2): 167-175.
- Louisiana State University (LSU). 2000. "Composting: A disposal method for fish waste". Louisiana Department of Environmental Quality / Louisiana State University Agricultural Center. 04 Sept 2009. Disponible en la Web: <http://www.lsuagcenter.com/en/environment/conservation/composting/Composting+A+Disposal+Method+for+Fish+Waste.htm>.

Madrigal G.X., Novelo R.A. y Chacón T.A. 2004. Flora y vegetación acuáticas del lago de Zirahuén, Michoacán México. *Acta Botánica Mexicana* **68**: 1-38.

Madsen, J. 1999. Point Intercept and Line Intercept Methods for Aquatic Plant Management. *Aquatic Plant Control Technical Note MI-02*.

Manual de operaciones de planta de ácidos. Encontrado en la página <http://www.indec.cl/manualpa.html>, el 1 de junio de 2010.

www.engormix.org.mx

www.siap.gob.mx

www.sagarpa.gob.mx

Mariaca, M. R. (1984) "Alelopatía, factor presente por la adición de lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) como cobertura en la siembra de hortalizas", Tesis Profesional, Ingeniero Agrónomo, Colegio Superior de Agricultura tropical, Cárdenas, Tabasco, México, 1984, pág 95.

Martin, M.E., Newman, S.D., Aber, J.D. and R.C. Congalton. 1998. *Determining Forest Species Composition Using High Spectral Resolution Remote Sensing Data*. *Remote Sensing of Environment* 65 (3) 249-254.

Martínez M., y García M.A. 2001. Flora y vegetación acuáticas de localidades selectas del estado de Querétaro. *Acta Botánica Mexicana Mexicana* **54**: 1-23.

Martínez, M.M. 2005. Manual para la cría masiva de *Neochetina* spp usado en el control biológico de lirio acuático. IMTA. Jiutepec, Mor. 46 pp.

Martínez Jiménez M and Charudattan R. 1998. Survey and Evaluation of Mexican Native Fungi for Potential Biocontrol of Waterhyacinth. *J. Aquatic Plant Management*. 36:145-148

Martínez Jiménez M., Gutierrez López E., Huerto Delgadillo R., and Ruiz Franco E. 2001. Importation, rearing, release and establishment of *Neochetina bruchi* (Coleoptera curculionidae) for the biological control of waterhyacinth in Mexico. *J. Aquatic Plant Mangement* 39:140-143a.

Martínez Jiménez M. and Gutierrez López E. 2001 Host range of *Cercospora piaropi* and *Acremonium zonatum*, microbial herbicides candidates for waterhyacinth. *Phytoparasitica* 29(2) 175-177

Martínez Jiménez M. 2005. Progress on waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) Management. En: Addendum to Weed Management for Developing Countries. Food and Agricultural Organization of the United Nations Rome.

- Martínez Jiménez M. 2003. Empleo de bioherbicidas para el control de malezas acuáticas en Huautla , Morelos En: “El Recurso Agua en el Alto Balsas”. Uso, manejo y contaminación del agua en Morelos Parte III: malezas, contaminación y saneamiento del agua. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Instituto de Geofísica, El Colegio de Tlaxcala, Coordinación General de Ecología y Fundación Heinrich Böll. 287-304.
- Martínez Jiménez M. 2006. Informe Final Proyecto 0278 Desarrollo de biopesticidas para el control de malezas acuáticas. Fondos Sectoriales CONACYT:
- Martínez Jiménez M. and Gómez Balandra Ma. A. 2007. Integrated control of waterhyacinth in México by using insects and plant pathogens. *Crop Protection*. 26.1234-1238
- Martínez Jiménez M. and Sandoval Villasana A.M. 2008. Evaluation of toxicity of *Cercospora piaropi* in a mycoherbicide formulation by using bacterial bioluminescence and the Ames mutagenicity tests. Aceptado en *Mycopathologia*
- Martyn, R.D. 1985. Waterhyacinth decline in Texas caused by *Cercospora rodmanii*. *Aquatic Plant Management* 23: 29-32.
- Matteucci, S.D. y Colman, A. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. 168 pp.
- Mcgaugh S, Hendrickson D., Bell G., Cabral H., Lyons K, Mceachron L. and Muñoz J. O. 2006. Fighting an aggressive wetlands invader: a case study of giant reed (*arundo donax*) and its threat to Cuatro Ciénegas, Coahuila, México. In: [http://www.desertfishes.org/cuatroc/organisms/non-native/arundo/McGaugh_etal_2006_Arundo_en_Cuatrocienegas\(bilingue\).pdf](http://www.desertfishes.org/cuatroc/organisms/non-native/arundo/McGaugh_etal_2006_Arundo_en_Cuatrocienegas(bilingue).pdf)
- Morrison, I.N. and L.F. Friesen. 1996. Herbicide resistant weed: mutation, selection, misconception. Proceedings of the Second International Weed Control Congress. Copenhagen, Denmark, II: 393-398.
- Mueller-Dumbois, D. And Ellenberg H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley, New York. 547 pp.
- Meijer M. L., Haan M. W, Breukelaar A. W. and Buiteveld H. (1990). Is reduction of the benthivorous fish an important cause of high transparency following biomanipulation in shallow lakes?. *HIDROBIOLOGIA*, Vol. 200-201, 303-315.

- Méndez, R.I., D.N. Guerrero, L. Moreno y C. Sosa (1990). El protocolo de investigación. Lineamientos para su elaboración y análisis. 2ª ed. Ed. Trillas México 210 pp.
- Minshall, G. W. (1988) Stream ecosystem theory: a global perspective. Journal of the North American Benthological Society 7:263-288 biological measure of stream conditions, based on a survey of the Conestoga Basin, Lancaster County, Pennsylvania. Proceeding of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 101:277-341
- Micales, Jessie. 2001. "Wood 'n Fish Composting: Small industry waste management in Alaska: A workshop on utilization opportunities for fish and wood waste". USDA Forest Service. Wisconsin, EEUU. Disponible en la Web:
- Minagawa, M. y Wada E., 1984. Stepwise enrichment of 15N along food chains: further evidence and the relation between 15N and animal age. Geochim. Cosmochim. Acta, 48: 1135 – 1140.
- Martínez, Carlos, et al, 2008. Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Mattos, J., et al, (2003). Uso del ensilado biológico de pescado en la alimentación de cuyes mejorados. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias e Instituto Tecnológico Pesquero. Perú.
- Maza A.J.A. 2005. *Velocidad media de inicio de erosión en pilas, velocidad media crítica de arrastre y velocidad media de equilibrio de erosión*. In: Rivera et al. (eds.) La medición de sedimentos en México. IMTA-UJAT. México. 319 pp.
- Méndez, R.I., D.N. Guerrero, L. Moreno y C. Sosa (1990). El protocolo de investigación. Lineamientos para su elaboración y análisis. 2ª ed. Ed. Trillas México 210 pp.
- Merrit R.W., Cummins K. W., Berg M. B., eds. An introduction to the aquatic insects of North America. Fourth edition, Kendall/Hunt 2008.
- Minagawa, M. y Wada E., 1984. Stepwise enrichment of 15N along food chains: further evidence and the relation between 15N and animal age. Geochim. Cosmochim. Acta, 48: 1135 – 1140.

- Minshall, G. W. (1988) Stream ecosystem theory: a global perspective. *Journal of the North American Benthological Society* 7:263-288 biological measure of stream conditions, based on a survey of the Conestoga Basin, Lancaster County, Pennsylvania. *Proceeding of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 101:277-341
- Monsalve, S. G. 1999. *Hidrología en la Ingeniería*. 2ª. Ed. Alfaomega. Bogotá 383 pp.
- Martínez Palacios, C. A., Ríos-Durán, M. G., Campos Mendoza, A., Toledo Cuevas, M., Ross, L. G., 2002. Avances en el cultivo del pescado blanco de Pátzcuaro *Chirostoma estor estor*. In: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México.
- Matthews, S. 2005. GISP: El programa mundial sobre Especies Invasoras.
- Mauremootoo, J. y Mauritius, V. 2003. Regional Workshop on Invasive Alien Species and Terrestrial Ecosystem Rehabilitation for Western Indian Ocean Island states- Sharing Experience, Identifying Priorities and Defining Joint Action. Seychelles, India 13-17 de Octubre.
- May, S. 2007. *Invasive Aquatic and Wetland Animals*. Chelsea House Publishers. New York, USA.
- McGeoch, M., Chown, S. y Kalwij, J. 2006. A global indicator for Biological Invasion. *Conservation Biology*, 20 (6):1635-1646.
- McGarry, D., Shackleton, C., Fourie, S., Gambiza, J., Shackleton, S. y Fabricius, C. 2005. A rapid assessment of the effects of invasive species on human livelihoods, specially of the rural poor. Department of Environmental Science, Rhodes University, South Africa.
- Meek, S. y Elliot, D. 1902. A contribution to the Ichthyology of México. *Field Columbian Museum, Zoological Series* No. 65 Vol. III, No. 6.

- Meiners, M. y Hernández, López. 2007. Únicamente en México... especies endémicas y plantas de Jalisco. *Biodiversitas*, 71:10-14.
- Mendoza-Garfias, B., García-Prieto, L., Pérez-Ponce de León, G. 1996. Helmintos de la "Acúmara" *Algansea lacustris* en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 67(1):77-88.
- Mendoza, R., Cudmore, B., Orr, R., Fisher, J., Contreras, S., Courtenay, W., Koleff, P., Mandrak, N., Álvarez, P., Arroyo, M., Escalera, C., Gúevara, A., Greene, G., Lee, D., Orbe-Mendoza, A., Ramírez, C. y Stabridis, O. 2009. *Trinational Risk Assessment Guidelines for Aquatic Alien Invasive Species*. Commission for Environmental Cooperation. Montréal, Canada.
- Martínez Palacios, C. A., Ríos-Durán, M. G., Campos Mendoza, A., Toledo Cuevas, M., Ross, L. G., 2002. Avances en el cultivo del pescado blanco de Pátzcuaro *Chirostoma estor estor*. In: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México.
- Martínez-Palacios, C. y Campos-Mendoza, A. 2008. Disminuyó producción de pez blanco de 120 a cinco toneladas al año, señalan investigadores. Entrevista a Celic Mendoza Adame. *La Jornada de Michoacán*. 5 de octubre del 2008.
- Martínez Sifuentes, E., 2002, La veda en el Lago de Pátzcuaro. Historia sin final de una imposición, INI-SEDESOL, México.
- Matthews, S. 2005. *GISP: El programa mundial sobre Especies Invasoras*.
- Mauremootoo, J. y Mauritius, V. 2003. *Regional Workshop on Invasive Alien Species and Terrestrial Ecosystem Rehabilitation for Western Indian Ocean Island states- Sharing Experience, Identifying Priorities and Defining Joint Action*. Seychelles, India 13-17 de Octubre.
- May, S. 2007. *Invasive Aquatic and Wetland Animals*. Chelsea House Publishers. New York, USA.
- McGarry, D., Shackleton, C., Fourie, S., Gambiza, J., Shackleton, S. y Fabricius, C. 2005. A rapid assessment of the effects of invasive species on human livelihoods, specially of the rural poor. Department of Environmental Science, Rhodes University, South Africa.
- McGeoch, M., Chown, S. y Kalwij, J. 2006. A global indicator for Biological Invasion. *Conservation Biology*, 20 (6):1635-1646.
- Medina, L., García, N., García, F. y Ikkonen, E. 2011. Evaluación de la desecación del lago de Pátzcuaro Michoacán mediante técnicas de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica. Segundo Congreso Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas, 18 al 20 de Mayo de 2011-

- Meek, S. y Elliot, D. 1902. A contribution to the Ichthyology of México. Field Columbian Museum, Zoological Series No. 65 Vol. III, No. 6.
- Meiners, M. y Hernández, López. 2007. Únicamente en México... especies endémicas y plantas de Jalisco. *Biodiversitas*, 71:10-14.
- Mendoza-Garfias, B., García-Prieto, L., Pérez-Ponce de León, G. 1996. Helmintos de la "Acúmara" *Algansea lacustris* en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 67(1):77-88.
- Mendoza, R., Cudmore, B., Orr, R., Fisher, J., Contreras, S., Courtenay, W., Koleff, P., Mandrak, N., Álvarez, P., Arroyo, M., Escalera, C., Guevara, A., Greene, G., Lee, D., Orbe-Mendoza, A., Ramírez, C. y Stabridis, O. 2009. Trinational Risk Assessment Guidelines for Aquatic Alien Invasive Species. Commission for Environmental Cooperation. Montréal, Canada.
- Minnesota Department of Natural Resources. 2007. Preventing the Introduction of Asian Carp into Minnesota. United States of America.
- Montana Aquatic Nuisance Species (ANS) Technical Committee. 2002. Montana Aquatic Nuisance Species Management Plan. United States Of America, 148 Pp.
- Moyle, P. y Light, T. 1996. Biological invasions of fresh water: empirical rules and assembly theory. *Biological Conservation*, 78: 149-161.
- Murray-Darling Basin Commission. 2003. Native Fish Strategy for the Murray-Darling Basin 2003-2013. Australia.
- Minnesota Department of Natural Resources. 2007. Preventing the Introduction of Asian Carp into Minnesota. United States of America.
- Montana Aquatic Nuisance Species (ANS) Technical Committee. 2002. Montana Aquatic Nuisance Species Management Plan. United States Of America, 148 Pp.
- Moyle, P. y Light, T. 1996. Biological invasions of fresh water: empirical rules and assembly theory. *Biological Conservation*, 78: 149-161.
- Murray-Darling Basin Commission. 2003. Native Fish Strategy for the Murray-Darling Basin 2003-2013. Australia.
- Murray, P. R., Baron, E. J., Pfaller, M. A., Tenover, F. C. y R. H. Tenover. (eds). 1995. *Manual of Clinical Microbiology*. American Society for Microbiology. Washington, D. C.
- Napompeth, B. 2009. Management of invasive alien species in Thailand.

-
- National Invasive Species Council. 2008. 2008-2012 National Invasive Species Management Plan. Washington, DC. USA.
- Nepita, M. 1993. Hábitos alimenticios de tres especies de godeidos del lago de Pátzcuaro, Mich., Méx. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.
- Napompeth, B. 2009. Management of invasive alien species in Thailand.
- National Invasive Species Council. 2008. 2008-2012 National Invasive Species Management Plan. Washington, DC. USA.
- Neuman, M. and Starlinger, F. 2001. The significance of different indices for stand structure and diversity in forest. *Forest Ecology and Management* 145:91-106.
- NOM-059-ECOL-2001. Protección Ambiental -Especies nativas de México de Flora y Fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio –Lista de especies en riesgo.
- Novello A. 2003. Alismataceae. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes. Fasc. **111**. Instituto de Ecología A.C.
- Novelo R. A. y Ramos V.L.J. 1998. Familia Pontederiaceae. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fasc. **63**. 19pp.
- Novelo R.A. y Bonilla-Barbosa J. 1999. Familia Nymphaeaceae. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fasc. **77**. 13pp.
- Nepita, M. 1993. Hábitos alimenticios de tres especies de godeidos del lago de Pátzcuaro, Mich., Méx. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.
- O'Hara, S.L., F.A. Street and T.P. Burt. 1993. Accelerated soil erosion around a mexican highland lake caused by prehispanic agriculture. *Nature* 362, 48-51.
- Orbe, M. A. y J. Acevedo G. 2002. El Lago de Pátzcuaro. En: Lagos y Presas de México. De la Lanza Espino G. y J.L. García C. (comp.) AGT Ed. México D.F. 1 ed. 128- 149p.

- Ortiz, Carlos Francisco (2004). *La Pesca en el Lago de Pátzcuaro, Arreglos Institucionales y Política Pesquera: 1990-2004*. Tesis de Maestría en Administración Integral del Ambiente. El Colegio de la Frontera Norte.
- Ortiz, Carlos Francisco y Carlos Vázquez León (2005). “La problemática pesquera en el lago de Pátzcuaro: un enfoque desde las instituciones de la administración pesquera”, en *Actores sociales, políticas públicas y desarrollo regional en México / José Odón García y Carlos Francisco Ortiz (Coord.)* UMSNH, ININEE, El Colmich, UAGRO, Amecider y CRIM-UNAM, pp. 231-283.
- Ortiz, Carlos Francisco, Carlos Vázquez, Tatjana Vukasinac (2006). “La sustentabilidad de la pesca en el lago de Pátzcuaro desde el modelo Schaefer-Clark, 1990-2004”. *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*, Vol. 1, No. 1, julio - diciembre de 2006, pp. 77 – 104
- Orbe Mendoza, A. y J. Acevedo García, 1999, “Ordenamiento Pesquero del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México”, SEMARNAP-INP-CRIP Pátzcuaro, Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Orbe Mendoza, A., 2002, “Limnología y biología pesquera del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México”, Tesis de doctorado (Biología), UNAM, México.
- Orbe-Mendoza, A. A., Acevedo-García J. y Lyons J., 2002. *Lake Pátzcuaro fishery Management plan*. *Reviews in fish biology and fisheries* 12: 207-217.
- Orbe-Mendoza, A. A. y J. Acevedo-García. 1991. Análisis de la selectividad de las artes de pesca y el esfuerzo pesquero en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Secretaría de Pesca. México.
- Ortiz Paniagua, C., 2004, “La pesca en el Lago de Pátzcuaro, Arreglos institucionales y política pesquera: 1990-2004”, Tesis de Maestría (Admón. Integral del Ambiente), El Colegio de la Frontera Norte/CICESE, Tijuana, B.C., México.
- Ortiz, C. y C. Vázquez León, 2005, “La problemática pesquera en el lago de Pátzcuaro: un enfoque desde las instituciones de la administración pesquera”, en J. Odón García y C. Ortiz (Coord.), *Actores sociales, políticas públicas y desarrollo regional en México*, UMSNH, ININEE, El Colmich, UAGRO, Amecider y CRIM-UNAM, pp. 231-283.
- Ortiz, C., Vázquez, C. y T. Vukasinac, 2006, “La sustentabilidad de la pesca en el lago de Pátzcuaro desde el modelo Schaefer-Clark, 1990-2004”, *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*, Vol. 1, No. 1, julio - diciembre de 2006, pp. 77 – 104.

- Olaussen, J. y Skonhøft, A. 2008. On the economics of biological invasion: An application to recreational fishing. *Natural Resource Modelling*, 21 (4):625-653.
- Orbe-Mendoza, A., Acevedo-García, J. y Lyons, J. 2002. Lake Pátzcuaro fishery management plan. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 12:207-217.
- Ortiz, C. 2004. La pesca en el lago de Pátzcuaro, arreglos institucionales y política pesquera: 1990-2004. Tesis de Maestría. Colegio de la frontera Norte, México.
- Olaussen, J. y Skonhøft, A. 2008. On the economics of biological invasion: An application to recreational fishing. *Natural Resource Modelling*, 21 (4):625-653.
- Ortiz, C. 2001. "Todo tiempo pasado fue mejor", o la pesca en el lago de Chapala antes de la desecación de su ciénega. *Gazeta de Antropología*. 17.
- Oseguera, L. 2011. Calidad de Agua y Sedimentos en Sitios con Diferente Grado de dragado en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis de Maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 66 y 67.
- Perkins, B. D. y D. M. Maddox. 1976. Host specificity of *Neochetina bruchi* Hustache (Coleoptera: Curculionidae) a biological control agent for waterhyacinth. *J. Aquat. Plant Management*, 14: 59-64.
- Pieterse, A. H. (1978) "The Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*); a review", Abstr. Trop. Agric., Amsterdam, Vol. 4, núm.2, pág. 9-42.
- Persson L. 1991. Interspecific interactions. In: *Cyprinid Fishes. Systematics, Biology and Exploitation*. Winfield, I.J. and Nelson, J.S. (eds). Chapman and Hall. London.
- Peterson, B. J. y Fry B., 1987. Stable isotopes in ecosystem studies. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 18: 293 – 320.
- Poseidon Aquatic Resource Management Ltd. (PARM). 2004, feb. "Evaluation of Fish Waste Management Techniques: Final Report". Scottish Environmental

- Protection Agency. Hampshire, Escocia. 10 Sept. 2009. Disponible en la Web: <http://www.scotland.gov.uk/Resource/Doc/37428/0009609.pdf>
- PRESECO, sf. "Plantas de compostaje de tambor". PRESECO. 08 Sept. 2009. Disponible en la Web: <http://www.preseco.eu/file.php?62>
- Padilla, (1996). Técnica del Ensilado Biológico de Residuos de Pescado para Ración Animal. Folia Amazónica Vol. 8 N.2. Diciembre 1996. Encontrado en la página <http://www.zoetecnocampo.com/foro/Forum4/HTML/000094.html> el 12 de mayo de 2010.
- Peterson, B. J. y Fry B., 1987. Stable isotopes in ecosystem studies. Ann. Rev. Ecol. Syst. 18: 293 – 320.
- Perrings, Ch. 2001. The economics of biological invasions. Land Use and Water Resources Research, 1:1-9.
- _____ 2002. Biological invasions in aquatic systems: The economic problem. Bulletin of Marine Science, 70(2):541-552.
- _____ 2005. The socioeconomic links between invasive alien species and poverty. Report to the global invasive species program.
- Pimentel, D. Biological Invasions, Economic and Environmental Costs of Alien Plant, Animal and Microbe Species. Cornell University, New York, United States of America.
- Pinto, L., Chandasena, N., Pera, J., Hawkins, P., Eccles, D. y Sim, R. 2005. Managing invasive carp (*Cyprinus carpio* L.) for habitat enhancement at Botany Wetlands, Australia. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater ecosystem, 15:447-462.
- Palacios-Guillén, J.A. 2003. Aspectos de reproducción, alimentación y crecimiento en cautiverio de *Cambarellus montezumae* (Saussure, 1858) (Crustacea: Decapoda) de Xochimilco. Servicio Social de la Licenciatura en Biología, CBS, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, 44 p.
- Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. 1998. Decreto Legislativo número 158, mediante el cual se crea la Comisión de Pesca del Estado de Michoacán.

Perrings, Ch. 2001. The economics of biological invasions. *Land Use and Water Resources Research*, 1:1-9.

_____ 2002. Biological invasions in aquatic systems: The economic problem. *Bulletin of Marine Science*, 70(2):541-552.

_____ 2005. The socioeconomic links between invasive alien species and poverty. Report to the global invasive species program.

Pimentel, D. *Biological Invasions, Economic and Environmental Costs of Alien Plant, Animal and Microbe Species*. Cornell University, New York, United States of America.

Pinto, L., Chandasena, N., Pera, J., Hawkins, P., Eccles, D. y Sim, R. 2005. Managing invasive carp (*Cyprinus carpio* L.) for habitat enhancement at Botany Wetlands, Australia. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater ecosystem*, 15:447-462.

PROFEPA. 2012. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. <http://www.profepa.gob.mx/>. Revisado el 28 de Marzo de 2012.

Quintanilla C.A., Rivera T.F., Barajas F.J., Sanchez R.P.A y Soto C.G. 2005. *Procesamiento de datos de sedimentos*. In: Rivera et al. (eds.) *La medición de sedimentos en México*. IMTA-UJAT. México. 319 pp.

Ramírez G. P., E. Martínez, Dolores Martínez y C. Eslava (2004) Cap 4 Cianobacterias, Microorganismos del Fitoplancton, y su Relación con la Salud Humana. En Rosas I., A. Cravioto y E. Ezcurra (comp) *Microbiología Ambiental*. SEMARNAT-INE, UNAM, PNUMA

Rivera F.J. G., Mejía Z.R., Soto C.G. y Val S.R. 2005. *Aspectos de la medición de los sedimentos en México*. In: Rivera et al. (eds.) *La medición de sedimentos en México*. IMTA-UJAT. México. 319 pp.

Ramos V.L.J. y Novelo R.A. 1993. Vegetación y flora acuáticas de la Laguna de Yuriria, Guanajuato México. *Acta Botánica Mexicana* **25**: 61-79.

Riemer, N.D. (1988) "Introduction to freshwater vegetation", The a VI Publishing Company, INC., Wesport, Connecticut, E. U. 1984, 207 P.

Ryding, S. y W. Rast (ed.). 1992. *El control de la eutrofización el lagos y pantanos*. UNESCO. Ediciones Pirámide. Madrid, España. 375.

- Rintz, R.E. 1973. A zonal leaf spot of waterhyacinth caused by *Cephalosporium zonatum*. *Florida Agri. Exp. Station Journal Series* 4494: 41-44.
- Ripley B.S., Muller E., Behenna M., Whittington-Jones G.M. and M.P. Hill. 2006. Biomass and photosynthetic productivity of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) as affected by nutrient supply and mired (*Eccritotarus catarinensis*) biocontrol. *Biological Control* **39**: 392-400.
- Rippka, Rosmarie, Josette Deruelles, John B. Waterbury, Michael Herdman & Roger Y. Stanier (1979). *Generic Assignments, Strain Histories and Properties of Pure Cultures of Cyanobacteria*. *Journal of General Microbiology* Vol. 111 p. 1-61
- Rodriguez, J. 1994. Harvesting and drying hyacinth the natural way. *Aquaphyte*. University of Florida, Center Aquatic Plants. Gainesville. Flo. 19(2): 4.
- Rojas M. J. y Novelo R.A. 1995. Flora y vegetación acuáticas del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México. *Acta Botánica Mexicana* **31**: 1-17.
- Rzedowski J. y G.C. de Rzedowski. 2005. Flora Fanerogámica del Valle de México. INECOL-CONABIO. Pátzcuaro, Mich. 1406 pp.
- Rivas Ochoa, José Manuel, 2001. El deterioro del lago de Pátzcuaro y el papel de la dinámica urbana en su cuenca. El Colegio de México, Tesis de maestría en Estudios Urbanos.
- Rhodes, Y. 2009, Feb. "The Art of Composting Fish Waste". *BioCycle*. FindArticles.com. 04 Sept. 2009. Disponible en la Web: http://findarticles.com/p/articles/mi_7471/is_200902/ai_n32318739/
- Rojas, P., 1993, "Producción Pesquera", en V.M. Toledo, P. Álvarez-Icaza y P. Avila (Eds.), *Plan Pátzcuaro 2000. Investigación multidisciplinaria para el desarrollo sostenido*, Fund. Friedrich Ebert, México, pp. 135-158.
- Rodríguez, Marcos Arturo y Ana Córdova y Vásquez. 2006. "Manual de compostaje municipal: Tratamiento de residuos sólidos urbanos". Semarnat / INE / Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. México. 6 Sept. 2009. Disponible en la Web: http://www.giresol.org/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=189&Itemid=29.
- Radcliffe, E., Hutchinson, W. y Cancelado, R. 2009. *Integrated Pest Management: Concepts, Tactics, Strategies and Case Studies*. Cambridge University Press, United Kingdom.

- Reaser, J. 2003. Closing the Pathways of Aquatic Invasive Species across North America: Overview and Resource Guide. Commission of Environmental Cooperation. Montréal, Canada.
- Roberts, J. y Tilzey, R. 1996. Controlling Carp, exploring the options for Australia. CSIRO Land and Water, New South Wales.
- Rodríguez, E. 2003. Evaluación de las interacciones entre los factores hidrológicos y las actividades domésticas y de urbanización en la cuenca de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Rojas, P. 2005. El pescado blanco. Revista digital Universitaria, 6(8):2-18.
- Rojas, P. 2006. Aspectos reproductivos del “Charal prieto” *Chirostoma attenuatum* (Meek, 1902) del lago de Pátzcuaro, Michoacán, nuevas líneas de investigación en atherinópsidos de México. Hidrobiológica, 16(1):1-9.
- Rout, T., Salomon, Y. y McCarhy, A. 2009. Using sighting records to declare eradication of an invasive species. Journal of Applied Ecology, 46:110-117.
- Ruiz-Campos, G., Camarena-Rosales, F., Contreras-Balderas, S., Reyes-Valdez, C., De la Cruz-Agüero, J. y Torres-Balcazar, E. 2006. Distribution and abundance of the endangered killifish *Fundulus lima*, and its interaction with exotic fishes in oases of central Baja California, Mexico. The Southwestern Naturalist, 51(4):502-509.
- Radcliffe, E., Hutchinson, W. y Cancelado, R. 2009. Integrated Pest Management: Concepts, Tactics, Strategies and Case Studies. Cambridge University Press, United Kingdom.
- RAMSAR. 2012. Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional. http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-rsworldwideindex/main/ramsar/1%5E25636_4000_2__. Revisado el 28 de Marzo de 2012.
- Reaser, J. 2003. Closing the Pathways of Aquatic Invasive Species across North America: Overview and Resource Guide. Commission of Environmental Cooperation. Montréal, Canada.

- Rivera, H., Morales, J. y Orbe-Mendoza, A.A. (1990) Aspectos de la biología reproductiva de la acúmara *Algansea lacustris*, Steindachner, 1895, del Lago de Pátzcuaro, Mich. Compendio de estudios de investigación del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Pesca. México, D.F.
- Roberts, J. y Tilzey, R. 1996. Controlling Carp, exploring the options for Australia. CSIRO Land and Water, New South Wales.
- Rodríguez, E. 2003. Evaluación de las interacciones entre los factores hidrológicos y las actividades domésticas y de urbanización en la cuenca de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana.
167. _____ 2011. Análisis ecológico y poblacional de la especie *Cambarellus patzcuarensis* del lago de Pátzcuaro. Informe final de actividades febrero – septiembre del 2011. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Rodríguez-Serna, M. 1999. Biología y sistemática de los cambáridos del sudeste de México y su potencial aprovechamiento en la acuicultura. Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México D.F. 118 p.
- Rojas, P. 2005. El pescado blanco. Revista digital Universitaria, 6(8):2-18.
- Rosas, M. 1976. Datos biológicos de la ictiofauna del Lago de Pátzcuaro, con especial énfasis en la alimentación de sus especies. Memorias del Simposio sobre Pesquerías en Aguas Continentales, México. p. 299-366.
- _____ 2006. Aspectos reproductivos del “Charal prieto” *Chirostoma attenuatum* (Meek, 1902) del lago de Pátzcuaro, Michoacán, nuevas líneas de investigación en atherinópsidos de México. *Hidrobiológica*, 16(1):1-9.
- Rout, T., Salomon, Y. y McCarhy, A. 2009. Using sighting records to declare eradication of an invasive species. *Journal of Applied Ecology*, 46:110-117.
- Ruiz-Campos, G., Camarena-Rosales, F., Contreras-Balderas, S., Reyes-Valdez, C., De la Cruz-Agüero, J. y Torres-Balcazar, E. 2006. Distribution and abundance of the endangered killifish *Fundulus lima*, and its interaction with exotic fishes in oases of central Baja California, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 51(4):502-509.
- SAGARPA. 2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <http://www.sagarpa.gob.mx/Paginas/default.aspx>. Revisado el 28 de Marzo de 2012.

- Saikia, S. y Das, D. 2009. Feeding ecology of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in a rice-fish culture system of the Apatani plateau (Arunachal Pradesh, India). *Aquatic Ecology*, 43:559-568.
- Sandoval, R. 1990. Identidad y lucha. Los purépechas. Entrevista a Rodolfo Sandoval, secretario general del Consejo Supremo Purépecha, y a Julio Alvar, etnólogo. *Gazeta de Antropología*. 7.
- SEDESOL Michoacán. 2010. Secretaría de Desarrollo Social de Michoacán. <http://sedeco.michoacan.gob.mx/>. Revisado el 28 de Marzo de 2012.
- SEDRU Michoacán. Secretaría de Desarrollo Rural de Michoacán. <http://sedru.michoacan.gob.mx/> . Revisado el 28 de Marzo de 2012.
- Shine C., Williams N., y Gündling L., 2000. Guía para la elaboración de marcos jurídicos e institucionales relativos a las especies exóticas invasoras, UICN, Gland, Suiza, Cambridge y Bonn.
- Schmidt, S. 2010. Can China eat enough Asian Carp to save the Great Lakes?. *Nature & Wildlife Bussines, Bussiness & Politics*.
- Shine, C., Williams, N. y Gündling, L. 2000. Guía para la elaboración de marcos jurídicos e institucionales relativos a las especies exóticas invasoras. UICN. Gland, Suiza, Cambridge y Bonn.
- Schoonbee, H. y Brandt, F. 1982. Observations on Some Techniques Employed for the Removal of Egg Adhesiveness of the Common Carp, *Cyprinus carpio*, During Induced Spawning. *Water SA*, 8(3):145-155.
- Singh, A., Pathak, A. y Lakra, W. 2010. Invasion of an exotic fish- Common carp, *Cyprinus carpio* L. (Actinopterygii: Cypriniformes: Cyprinidae) in the Ganga river, India and its impacts. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 40(1):11-19.
- Solorzano, P. 1961. Contribución al conocimiento de la biología del charal prieto del Lago de Pátzcuaro, Mich. (*Chirostoma bartoni* Jordan y Evermann, 1986). Tesis de Licenciatura, Instituto Politécnico Nacional, México, México.
- Salas, H. J. y P. Martino. 1991. A simple phosphorus trophic state model for warm-water tropical lakes. *Water Resources* 25(3): 341-350.
- Sánchez, J., Bravo, L., Tomasini C., Córdova, M., Sandoval, M., Mijangos, M., Saldaña, P., Salado, E. y R. Hernández. 2007. Monitoreo periódico de calidad del agua del lago de Pátzcuaro y de las descargas. Informe final. IMTA-FGRA.I.A.P.

- Seoáñez, C. M. 1999. Aguas residuales, tratamiento por humedales artificiales. Fundamentos científicos, tecnología y diseño. Ed. Mundi-Prensa. España. Pp. 23-73.
- Scheffer, M., Portielje, R. y L. Zambrano. 2003. Fish facilitate wave resuspension of sediment. *Limnology and Oceanography* 48: 1920-1926.
- Saikia, S. y Das, D. 2009. Feeding ecology of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in a rice-fish culture system of the Apatani plateau (Arunachal Pradesh, India). *Aquatic Ecology*, 43:559-568.
- Shine, C., Williams, N. y Gündling, L. 2000. Guía para la elaboración de marcos jurídicos e institucionales relativos a las especies exóticas invasoras. UICN. Gland, Suiza, Cambridge y Bonn, xvi + 162 pp
- Schmidt, S. 2010. Can China eat enough Asian Carp to save the Great Lakes?. *Nature & Wildlife Bussines, Bussiness & Politics*.
- Schoonbee, H. y Brandt, F. 1982. Observations on Some Techniques Employed for the Removal of Egg Adhesiveness of the Common Carp, *Cyprinus carpio*, During Induced Spawning. *Water SA*, 8(3):145-155.
- Singh, A., Pathak, A. y Lakra, W. 2010. Invasion of an exotic fish- Common carp, *Cyprinus carpio* L. (Actinopterygii: Cypriniformes: Cyprinidae) in the Ganga river, India and its impacts. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 40(1):11-19.
- Sagarpa (2007), "PROY-NOM-036-PESC-2005, Pesca responsable en el Lago de Pátzcuaro, ubicado en el Estado de Michoacán. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros", en *Diario Oficial*, martes 20 de marzo de 2007 (Primera Sección) pp. 31-46.
- Senay, G.B. and R.L. Elliott. 2000. Combining AVHRR-NDVI and landuse data to describe temporal and spatial dynamics of vegetation. *Forest Ecology and Management* 128: 83-91.
- Sosa A.J., Cordo H.A. and J. Sacco 2007. Preliminary evaluation of *Megamelus scutellaris* Berg (Hemiptera: Delphacidae), a candidate for biological control of waterhyacinth. *Biological Control* 42: 129–138.

- Stanley J.N., H. Julien M.H and T.D. Center. 2007. Performance and impact of the biological control agent *Xubida infusella* (Lepidoptera; Pyralidae) on the target weed *Eichhornia crassipes* (waterhyacinth) and on a non-target plant, *Pontederia cordata* (pickerelweed) in two nutrient regimes. *Biological Control* **40**: 298–305.
- St-Onge, B.A. and Cavayas, F. 1997. Automated Forest Structure Mapping from High Resolution Imagery Based on Directional Semivariogram Estimates. *Remote Sensing of Environment* **61** (1):82-95.
- SAGARPA, 2001, Facultades y Atribuciones por Unidad Administrativa, Reglamento Interior de la Sagarpa, Publicado en el Diario Oficial de la Federación con Fecha 10 de Julio de 2001, http://www.sagarpa.gob.mx/infhome/facultades/f_sagarpa.html
- SAGARPA, 2007, 26 de julio, “Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables” Diario Oficial de la Federación.
- SAGARPA, 2007, “PROY-NOM-036-PESC-2005, Pesca responsable en el Lago de Pátzcuaro, ubicado en el Estado de Michoacán. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros”, en Diario Oficial de la Federación, 20 marzo de 2007 (Primera Sección) pp. 31-46.
- Salinas de Gortari, Carlos (1987), *Restauración ecológica en el Lago de Pátzcuaro : diálogo con los pescadores del candidato del Partido Revolucionario Institucional a la Presidencia de la República, con pescadores del Lago de Pátzcuaro el 20 de noviembre de 1987*. México, Partido Revolucionario Institucional. (Diálogos de campaña).
- Sauri, María Rosa y Elba René Castillo. 2002. “Utilización de la composta en procesos para la remoción de contaminantes”. *Ingeniería*. Vol. 6, No. 3. Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Yucatán, México: p. 55-60.
- SEMARNAT, 2009, Sitio oficial disponible en Internet: www.semarnat.gob.mx
- SEMARNAT, 2002, “NOM-059-ECOL-2001, para la protección ambiental de especies amenazadas, bajo protección especial y en peligro de extinción”, Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo de 2002.
- SEMARNAT, 2003, Ley Orgánica de la Administración Pública, Artículo 32 bis reformada en el Diario Oficial de la Federación, 25 de febrero de 2003, <http://www.semarnat.gob.mx/queessemarnat/Pages/quehacemos.aspx>
- SEPESCA, 1993, Norma Oficial Mexicana NOM-009-PESC-1993, que establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas, en aguas de

- jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos*, Diario Oficial de la Federación, 4 de marzo de 1994.
- SEPESCA, 1994, Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994, *para regular las actividades de pesca deportivo-recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos*, Diario Oficial de la Federación, 9 de mayo de 1995.
- SEPSOL, 2009, Sitio oficial disponible en Internet:
<http://sepsol.michoacan.gob.mx/>
- Solórzano Preciado, Aurelio, 1955, La pesca en el lago de Pátzcuaro, Michoacán y su importancia económica regional. Secretaría de Marina.
- Sibbing F. (1990). Food capture and oral processing In Cyprinid Fishes. Systematics biology and exploitation, Winfield I. J. S. and Nelson.
- Smith, E.P. & van Belle, G. 1984. Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics* 40, 119-129
- Stark, Mike. 2009, 13 Marzo. "Utah Lake's excess carp become mink food, compost". *MNN*. EEUU. 05 Sept. 2009. Disponible en a Web:
<http://www.mnn.com/earth-matters/wilderness-resources/stories/utah-lakes-excess-carp-become-mink-food-compost>
- Sterner, Robert y Nicolas B. George. 2000, Enero. "Carbon, Nitrogen, and Phosphorus Stoichiometry of Cyprinid Fishes". *Ecology*. Vol. 81. No. 1. Ecological Society of America (ESA). EEUU: p. 127-140. 03 Sept. 2009. Disponible en la Web: <http://www.jstor.org/stable/177139>
- SUMA, 2009, Sitio oficial disponible en Internet:: <http://suma.michoacan.gob.mx/>
- Subartic agricultural Research Unit (SARU). 2009. "Utilizinf fish waste as soil amendment for food production". University of Alaska Fairbanks. Alaska, EEUU. 12 Sept. 2009. Disponible en la Web:
http://www.ars.usda.gov/research/projects/projects.htm?accn_no=417945.
- Salas, G. et al, 2009. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y forestales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Sánchez-Chávez J. J., Bravo-Inclan L. A., Tomasini-Ortíz A. C., Cordova-Rodríguez M. A., Sandoval-Villasana A. M., Mijangos-Carro M. A., Saldaña-Fabela M. del P., Salado-Huerta E., Hernández López R. D., 2007.

Monitoreo periódico de la calidad del agua del lago de Pátzcuaro y de las descargas. Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P., México.

Sánchez J., L. Bravo, C. Tomasini, M. Córdova, M. Sandoval, M. Mijangos, P. Saldaña, E. Salado y R. Hernández. (2007) Monitoreo periódico de calidad del agua del lago de Pátzcuaro y de las descargas. Informe Final. IMTA-FGRA.I.A.P.

Skulberg, O.M., W.W. Carmichael, G.A. Codd y R. Skulberg. 1993. Taxonomy of toxic cyanophyceae (cyanobacteria) in algal toxins. En: I. R. Falconer (ed). *Seafood and Drinking Water*. Academic Press, Londres. Capítulo 9.

Smajstrala , A. G. and Harrison, D.S. 1981. *Weirs for Open-Channel Flow Measurement*. Document AE-25. Agricultural & Biological Engineering Department. University of Florida. 10 pp.

Smujer. 2012. Secretaria de la Mujer. http://www.michoacan.gob.mx/smujer/index.php?option=com_content&task=view&id=230&Itemid=242. Revisado el 28 de marzo de 2012.

Soares, Denise. 2007. Retos para la Sustentabilidad Socioambiental en Comunidades de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. Boletín del Archivo Histórico del Agua. 37:8-19.

SUMA. 2012. Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente. <http://www.michoacan.gob.mx/suma/>. Revisado el 28 de marzo de 2012.

Tapia V.M., Tiscareño L. M. Amador G. A., Fernández O. D. y Báez A.D. 2001. Simulación de pérdida de suelo en la cuenca del lago de Pátzcuaro a partir de sistemas de manejo agrícola con percepción remota. *Ingeniería Hidráulica en México*. **XVI(4)**: 107-115.

Tiner W.R. 1999. Wetland indicators. A guide to wetland identification, delineation, classification and mapping. CRC Press. 392 pp.

Toledo, V. M. 1992. P. Alvarez-Icaza y P. Avila (Eds). *Plan Pátzcuaro 2000: Investigación Multidisciplinaria para el Desarrollo Sostenido*. Fundación Friedrich Ebert Stiftung. 320 p.

Toledo, V. y A. Argueta, 1993, "Cultura indígena y ecología", en Toledo, V. M., P. Álvarez-Icaza, P. Ávila (Eds.), *Plan Pátzcuaro 2000. Investigación multidisciplinaria para el desarrollo sostenido*, Fundación Friedrich Ebert, México, pp. 219-238.

- Tomppo, E., Nilsson, M., Rosengren, M., Alto, P. and P. Kennedy. 2002. *Simultaneous use of Landsat-TM and IRS-1C WIFS data in estimating large areas tree stem volume and aboveground biomass*. Remote Sensing of Environment. 82 (1): 156-171.
- Tamir, D. 2010. Motives for Introducing Species: Palestine's carp as a case study. Environment and History, 16:73-95.
- Thwaites, L., Fler, D. y Smith, B. 2010. Estimating the biomass of adult common carp in Lake Albert, South Australia: A progress report for Biosecurity SA. South Australian Research and Development Institute (Aquatic Sciences), Adelaide. SARDI Publication No. F2010/000681-1. SARDI Research Report Series No. 490. 18 pp.
- UC Davis Stable Isotope Facility, Department of plant sciences one shields ave. mail stop 1 Davis, CA 95616 USA. <http://stableisotopefacility.ucdavis.edu/>
- U.S. Geological Survey. 2000. Invasive Species Science Strategy for Department of the Interior Lands in the USGS Central Region. Estados Unidos de America. 18 pp.
- UNAM, Dir. Gral. De Obras y Conservación. sf. "Planta de Composta UNAM y Otras Plantas en México y el extranjero". 07 Sept. 2009. Disponible en la Web: http://www.obras.unam.mx/cecolog/composta_intr_i.html
- U.S. Geological Survey. 2000. Invasive Species Science Strategy for Department of the Interior Lands in the USGS Central Region. Estados Unidos de America. 18 pp.
- Vera, H.F., "Informe para el Plan Nacional Hidráulico sobre los problemas de malezas acuáticas en las presas de la Angostura y Malpaso" (informe interno), México, 1975.
- Villareal Q, J.A., Carranza P.M.A., Estrada C.E. y Rodríguez G.A. 2006. Flora riparia de los ríos Sabinas y San Rodrigo, Coahuila, Méx. Acta Botánica Mexicana **75**: 1-20.
- Valiente-Riveros, E. L., 2006. *Efecto de las especies introducidas en Xochimilco para la rehabilitación del hábitat del ajolote (Ambystoma mexicanum)*. Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., 92 pp.

- Vander Zaden, M. J., Casselman, J. M., Rasmussen, J. B., 1999. *Stable isotope evidence for the food web consequences of species invasions in lakes*. Nature 401: 464-467.
- Van Driesche, J. y Van Driesche, R. 2000. Nature out of place: biological invasions in the global age. Island press. United States of America.
- Vargas, S. 2010. Agua y paisaje cultural en los pueblos p'urhépecha del lago de Pátzcuaro. Primer Congreso Red de Investigadores Sociales sobre el Agua. 18 y 19 de marzo del 2010.
- Veitch, C. y Clout, M. (eds) (2002). Turning the tide: The eradication of invasive species (Proceedings of the international conference on eradication of island invasives). Occasional paper of the IUCN Species Survival Commission No. 27.
- Van Driesche, J. y Van Driesche, R. 2000. Nature out of place: biological invasions in the global age. Island press. United states of America 380 Pp.
- Vargas, S. 2010. Agua y paisaje cultural en los pueblos p'urhépecha del lago de Pátzcuaro. Primer Congreso Red de Investigadores Sociales sobre el Agua. 18 y 19 de marzo del 2010.
- Vasquez, A. 2003. Testimonios. Pp 239-289. En Historia y Avances del Cultivo del Pez Blanco (Rojas y Fuentes, eds.). Instituto Nacional de la Pesca.
- Veitch, C. y Clout, M. (eds) (2002). Turning the tide: The eradication of invasive species (Proceedings of the international conference on eradication of island invasives). Occasional paper of the IUCN Species Survival Commission No. 27.
- Wanner, G., Nenneman, M., Lindvall, M. y Kaemingk, M. 2009. Common carp abundance, biomass, and removal from Dewey and Clear lakes on the Valentine National Wildlife Refuge: Does trapping and removing carp payoff?? U.S. Fish & Wildlife Service, United States of America.

- Wilcox, C. y Turpin, R. (eds). 2009. *Invasive Species: Detection, Impact and Control*. Nova Science Publishers, Inc. New York, United States of America.
- Wittenberg, R. y Cock, M. (eds). 2001. *Invasive Alien Species: A Toolkit of Best Prevention and Management Practices*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK. 228p.
- Wasseige, C., and P. Defourny. 2002. Retrieval of tropical forest structure characteristics from bi-directional reflectance of SPOT images. *Remote Sensing of Environment* 83 (3): 362-375.
- Weber, M. J. y M. L. Brown. 2009. Effects of common carp on aquatic ecosystems 80 years after “carp as a dominant”: ecological insights for fisheries management. *Reviews in Fisheries Science* 17(4): 524-537.
- Wunderlich, W. E. (1967) The use of machinery in the control of aquatic vegetation. *Hyacinth Control Journal*. Vol. 6. 22-25 p.
- Washington State University (WSU). *sf*. “Compost Systems”. Washington State University. Washington, EEUU. 07 Sept. 2009. Disponible en la Web: <http://organic.tfrec.wsu.edu/compost/ImagesWeb/CompSys.html>
- Ward, J. V. 1992. *Aquatic insect ecology*. 1. Biology and habitat. Wiley & Sons, Inc. N.Y. 438 pp
- Wiederholm, T. (1980) Use of benthos in lake monitoring. *Journal of water pollution control federation* 52:537-547.
- Webster, Janet y Judy Mullen. 2003. “Composting seafood waste bibliography”. Seafood Technology Project, Oregon State University Library. Oregon, EEUU. 07 Sept. 2009. Disponible en la Web: <http://osulibrary.orst.edu/guin/seafood/compostingtext>
- Wanielista, M., Kersten, R. and R. Eaglin. 1997. *Hydrology Water Quantity and Quality Control*. John Wiley & Sons. 2nd ed. USA.
- Ward, A.D. and Trimble S.W. *Environmental Hydrology*. Lewis Pub. 475 pp.
- Wanner, G., Nenneman, M., Lindvall, M. y Kaemingk, M. 2009. Common carp abundance, biomass, and removal from Dewey and Clear lakes on the Valentine National Wildlife Refuge: Does trapping and removing carp payoff?? U.S. Fish & Wildlife Service, United States of America.
- Wilcox, C. y Turpin, R. (eds). 2009. *Invasive Species: Detection, Impact and Control*. Nova Science Publishers, Inc. New York, United States of America.

Wittenberg, R. y Cock, M. (eds). 2001. *Invasive Alien Species: A Toolkit of Best Prevention and Management Practices*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

Young, T. 2006. National and regional legislation for promotion and support to the prevention, control and eradication of invasive species. The international Bank for Reconstruction and Development. U.S.A.

Zamundio R. S. 2005. Familia Lentibulariaceae. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fasc. **136**. 61pp.

Zepeda, G.C. y Lot, A. 2005. Distribución y uso tradicional de *Sagittaria macrophylla* Zucc y *S. latifolia* Willd en el Estado de México. *Ciencia Ergo Sum UAEM* **12**: 282-290.

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/amaranthaceae/amaranthus-hybridus/fichas/ficha.htm>).

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/apiaceae/berula-erecta/fichas/ficha.htm>

Zambrano L. Perrow M., Aguirre-Hidalgo V, and Macías-García C. 1999. The impact of introduced carp (*Cyprinus carpio*) in subtropical shallow ponds. *Aquat. Stress Ecosyst. Recov.* Vol 6, 281–288.

Zambrano L., Scheffer M., Martinez-Ramos M. (2001). Catastrophic response of lakes to benthivorous fish introduction. *Oikos*. Vol 94(2), 344-350.

Zambrano, Luis (2001), “Los peligros ocultos de la introducción de carpas en los lagos”, en *Ciencia y Desarrollo*, vol. Xvii, núm. 160, septiembre-octubre, SEP-Conacyt, pp 20-27.

Zambrano Luis, Enrique Martínez-Meyer, Naercio Menezes, and A. Townsend Peterson (2006), “Invasive potential of common carp (*Cyprinus carpio*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) en American freshwater systems, en *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 63 : 1903–1910

Zambrano L., Valiente E., Vander Zanden M. J., 2010 a. *Stable isotope variation of a highly heterogeneous shallow freshwater system*. *Hydrobiology* (2010) 646:327–336.

Zambrano, Luis, et al (2009). Análisis ecológico de la población de carpas (*Cyprinus Carpio*) Lobina (*Micropterus salmoides*) y Tilapia (*Tilapia*

melanopleura) en el Lago de Pátzcuaro. Universidad Nacional Autónoma de México.

Zambrano L., Cordova-Tapia F., Ramírez-Herrejón J. P., Mar-Silva V., Bustamante L., Camargo T. y Bustamante E. 2011. Las especies exóticas en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. En: Huerto-Delgadillo R. I., Vargas-Velázquez S. y Ortiz-Paniagua C. F. (eds.) Estudio Ecosistémico del Lago de Pátzcuaro. Aportes en gestión ambiental para el fomento del desarrollo sustentable. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México. 308 p.

Zambrano, L., Córdova, F., Camargo, T., Bustamante, E. y Bustamante, L. 2010. Análisis ecológico de la población de carpas (*Cyprinus carpio*), Lobina (*Micropterus salmoides*) y Tilapia (*Tilapia melanopleura*) en el lago de Pátzcuaro, Mich. Informe final para el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Morelos.

Zambrano, L., Martínez-Meyer, E., Maneses, N. y Peterson, T. 2006. Invasive potential of common carp (*Cyprinus carpio*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in American freshwater systems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63: 1903-1910.

Zambrano, L., Mazari, M., Cordoba, F., Pérez, G., Montes de Oca, K., Pacheco, R., Chávez, B., Sastré, L., Levy, K. En preparación. Sitios para la sobrevivencia de Achoques y Peces Nativos y Análisis Poblacional y Peces Exóticos en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Segundo Informe Técnico. En preparación.

Zavaleta, E., Hobbs, R. y Mooney, H. 2001. Viewing invasive species removal in a whole-ecosystem context. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(8): 454- 459.

Ziller, S., Reaser, J., Neville, L. y Brandt, K. (eds). 2005. Especies alienígenas invasoras en Sudamérica: informes nacionales & directorio de recursos. Global Invasive Species Programme, Ciudad del Cabo, Sudáfrica.

Zavaleta, E., Hobbs, R. y Mooney, H. 2001. Viewing invasive species removal in a whole-ecosystem context. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(8): 454- 459.

Ziller, S., Reaser, J., Neville, L. y Brandt, K. (eds). 2005. Especies alienígenas invasoras en Sudamérica: informes nacionales & directorio de recursos. Global Invasive Species Programme, Ciudad del Cabo, Sudáfrica.

Otras referencias que se están analizando para la elaboración de este trabajo y que se relacionan con el manejo pesquero del Lago de Pátzcuaro incluyendo

información relevante sobre otras especies de peces distintas a la carpa común (*Cyprinus carpio*) se enlistan a continuación:

Alaye R., N. 2006. Actualización de la información técnica para el manejo pesquero del Lago de Pátzcuaro y actividades relativas a la ejecución del Plan de Manejo. CRIP-Pátzcuaro. INAPESCA. México.

Argueta, A. V., Sánchez G., Miranda F., Prado, X., Loaiza L., Pérez R. M., Macías E., Sassoon Y., Imberton G., Barrera N., Núñez M. A., Reyes A. R., Mápés C., Torres B., Pasquier P., Piñon I., Toledo V. M., Caballero J., Ettinger K., Guevara F., Pastrana M. y González V. M., 1984. Bibliografía sobre el pueblo y el área P'urhépecha. Dirección General de Culturas Populares y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.

Campos, S. y García de León, F. 1990. Aspectos poblacionales de la lobina negra *Micropterus salmoides* en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Coordinación de la Investigación Científica, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia. Michoacán.

Castilleja, A. 2004. La cuenca del lago de Pátzcuaro como escenario y objeto de políticas públicas: notas y reflexiones. Ponencia presentada en el "Seminario Intensivo Pueblos Indígenas: desarrollo y perspectivas", CDI, Veracruz, 20 al 23 abril 2004, en prensa.

Chacón-Torres, A. y Rosas-Monge, C. 1995. A restoration plan for pez blanco in Lake Pátzcuaro, Mexico. American Fisheries Society Symposium 15, 122–126.

Esteva, J. 1997. La ORCA: su historia y su forma de trabajo. Centro de Estudios Sociales y Ecológicos, A.C. (CESE), Pátzcuaro, Michoacán, México.

García de León, F. 1984. Ecología pesquera, alimentación y ciclo gonádico de *Chirostoma estor* Jordan y *Micropterus salmoides* Lacépède en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis de licenciatura por la Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey.

Martínez Sifuentes, E., 2002, La veda en el Lago de Pátzcuaro. Historia sin final de una imposición, INI-SEDESOL, México.

Rivera, H., Morales, J. y Orbe-Mendoza, A.A. (1990) Aspectos de la biología reproductiva de la acómara *Algansea lacustris*, Steindachner, 1895, del Lago de Pátzcuaro, Mich. Compendio de estudios de investigación del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Pesca. México, D.F.