



**Centro de Investigación en Alimentación
y Desarrollo, A.C.**

**EVALUACIÓN SOCIOECOLÓGICA Y PLANIFICACIÓN PARA
LA CONSERVACIÓN DEL ESTERO DEL YUGO, MAZATLÁN,
SINALOA, MÉXICO**

Por:

Claudia Peraza Durán

TESIS APROBADA POR LA

COORDINACIÓN EN ACUICULTURA Y MANEJO AMBIENTAL

Como requisito parcial para obtener el grado de

MAESTRÍA EN CIENCIAS

APROBACIÓN

Los miembros del comité designado para la revisión de la tesis de Claudia Peraza Durán, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Ciencias.



M. en C. Marcela Ruiz Guerrero
Directora de tesis



Dr. Albert Maurits van der Heiden
Integrante del comité de tesis



Dr. José Vicente de Lucio Fernández
Integrante del comité de tesis



Dr. Miguel Betancourt Lozano
Integrante del comité de tesis

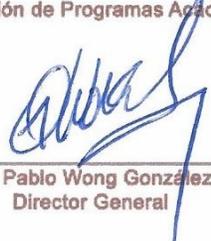
DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

La información generada en la tesis “Evaluación Socioecológica y Planificación para la Conservación del Estero del Yugo, Mazatlán, Sinaloa, México” es propiedad intelectual del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD). Se permiten y agradecen las citas breves del material contenido en esta tesis sin permiso especial de la autora Claudia Peraza Durán, siempre y cuando se dé crédito correspondiente. Para la reproducción parcial o total de la tesis con fines académicos, se deberá contar con la autorización escrita de quien ocupe la titularidad de la Dirección General del CIAD.

La publicación en comunicaciones científicas o de divulgación popular de los datos contenidos en esta tesis, deberá dar los créditos al CIAD, previa autorización escrita del manuscrito en cuestión del director(a) de tesis.



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN
ALIMENTACIÓN Y DESARROLLO, A.C.**
Coordinación de Programas Académicos


Dr. Pablo Wong González
Director General

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su loable apoyo para realizar este posgrado.

Al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. por otorgarme la oportunidad de realizar este proyecto.

A mi directora de Tesis, la M. en C. Marcela Ruiz Guerrero, por aceptarme como su estudiante y dedicarme su tiempo con su asesoría académica, motivación personal, consejos, paciencia y el trato tan amable que siempre me otorgó durante esta grata experiencia.

A mi comité de tesis, el Dr. Albert van der Heiden, el Dr. José Vicente de Lucio y el Dr. Miguel Betancourt, por compartirme su gran experiencia profesional, sus recomendaciones, consejos y su siempre buena disposición para mejorar el proyecto.

A Guillermo Millán, por su invaluable apoyo en todo el desarrollo de este proyecto, desde los cansados muestreos en campo hasta las noches de desvelo discutiendo los resultados. Siempre estaré muy agradecida.

A la M. en C. Eunice Murúa Figueroa, por el gran apoyo técnico otorgado a mi persona, la valiosa información histórica y actual del Estero del Yugo y los contactos de la gran comunidad de actores sociales que cuidan y visitan el área. Por su asesoría, consejos y motivación, muchas gracias.

Al Dr. Omar Calvario Martínez y la M. en C. Virginia Patricia Domínguez Jiménez, por su increíble apoyo técnico para la realización de los muestreos de calidad del agua del Estero del Yugo, así como los muestreos de profundidad para los mapas batimétricos de las lagunas. Muchas gracias por su siempre buena disposición y gran profesionalismo.

Al Dr. Arturo Ruiz Luna, el M. en C. Miguel Ángel Sánchez Rodríguez y el Dr. Eduardo González,

por su gran apoyo en facilitarme el equipo para la toma de fotografías aéreas del Estero del Yugo, así como su profesional asesoría para la creación de los mapas empleando los sistemas de información geográfica.

Al Dr. Pablo Wong González, por su apoyo al participar en la evaluación social participativa de este estudio, así como apoyar en las gestiones para la actualización del Acuerdo de Destino del Estero del Yugo.

Al Dr. José Vicente de Lucio Fernández, por su amable disposición al recibirme en la Universidad de Alcalá de Henares a través de la estancia académica realizada en noviembre del 2019. Gracias también por sus valiosas contribuciones para el diseño de la evaluación social participativa de la presente tesis.

A los expertos de la comunidad científica y conservacionista que participaron en el taller consultivo del Estero del Yugo con su valioso conocimiento y recomendaciones: el Dr. Francisco Flores Verdugo (ICMyL-UNAM; Ecólogo de manglares), la M. en C. Marcela Ruiz Guerrero (CIAD-Mazatlán; Ecóloga y Botánica), el Dr. Miguel Betancourt Lozano (CIAD-Mazatlán; Ecotoxicólogo), el M. en C. Héctor Plascencia González (CIAD-Mazatlán; Ictiólogo), el M. en C. Marco Antonio González Bernal (Universidad Autónoma de Sinaloa-Facultad de Biología de Culiacán; Ornitólogo, Herpetólogo y Mastozoólogo), el Dr. Juan Manuel Martínez Brown (CIAD-Mazatlán; Maricultor), la M. en C. Eunice Murúa Figueroa (CIAD-Mazatlán, Educadora ambiental), la M. en C. Carolina Ceballos Bernal (CIAD-Mazatlán; Educadora ambiental), la M. en C. Sandra Guido Sánchez (CONSELVA, Costas y Comunidades A.C.; Gestora y conservacionista), la M. en C. Érika Campos García (Consultoría independiente, Gestora y Conservacionista), la Lic. Itzel Rojas (Consultoría independiente, Gestora y Conservacionista), el Ing. Francisco Farriols Sarabia (Paco's Reserva de Flora y Fauna; Conservacionista), el Dr. Dante Aguilera González (Consultoría independiente, Hidrólogo), el Ing. Prisciliano Mejía Mora (COTECOCA-SAGARPA; Agrónomo, Manejo de agostaderos), el Biól. Guillermo Millán Otero (CIAD-Mazatlán; estudiante en Botánica), la M. en C. Mayra Isabel de la Rosa Velázquez (CIAD-Mazatlán, estudiante en Manejo de manglares) y la Biól. Emma Elena Gómez González (CIAD-Mazatlán, estudiante en Ictiología).

Al personal de la Planta piloto de peces marinos del CIAD Unidad Mazatlán: el Dr. Leonardo Ibarra Castro, el Dr. Juan Manuel Martínez Brown y el M. en C. Juan Luis Sánchez Téllez, por la valiosa información proporcionada sobre el funcionamiento de la planta de peces. También, un sincero agradecimiento a Luis Alexis Ochoa Bojórquez, su siempre buena disposición para realizar los muestreos de calidad de agua y batimetría en el Estero del Yugo.

A mis amigas Martha, Melissa y Santa, por su compañerismo y amistad; hicieron de esta experiencia un bonito y divertido recuerdo.

DEDICATORIA

*A mi madre, porque por ella soy quien soy.
A mi padre, por su siempre apoyo incondicional.
A Guillermo, por su tiempo, apoyo y tanto amor.*

CONTENIDO

APROBACIÓN	2
DECLARACIÓN INSTITUCIONAL	3
AGRADECIMIENTOS	4
DEDICATORIA	7
CONTENIDO	8
LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE CUADROS	14
RESUMEN	15
ABSTRACT	17
1. INTRODUCCIÓN	19
1.1 Justificación.....	25
2. ANTECEDENTES	30
2.1 Áreas Naturales Protegidas y su Manejo.....	30
2.1.1 Áreas Naturales Protegidas a Nivel Mundial.....	30
2.1.2 Áreas Naturales Protegidas en México.....	31
2.1.3 Áreas Naturales Protegidas en Sinaloa.....	33
2.1.4 Áreas Naturales Protegidas en Mazatlán.....	34
2.2 Aspectos Históricos del Manejo y Actividades Desarrolladas en el Estero del Yugo.....	35
2.2.1 Manejo y Gestión.....	35
2.2.2 Vinculación Social.....	39
2.2.3 Investigación Científica.....	40
3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	42
4. OBJETIVOS	43
4.1 Objetivo General.....	43
4.2 Objetivos Particulares.....	43
5. MATERIALES Y MÉTODOS	44
5.1 Área de Estudio.....	44
5.1.1 Extensión y Ubicación.....	44
5.1.2 Características Climáticas e Hidrológicas.....	45
5.1.3 Uso de Suelo.....	47
5.1.4 Infraestructura.....	48
5.2 Metodología.....	50
5.2.1 Tipo de Investigación.....	50
5.2.2 Planificación para la Conservación de Áreas.....	50
5.2.3 Evaluación Ecológica Rápida de la Microcuenca del Estero del Yugo.....	56

CONTENIDO (continuación)

5.2.3.1 Caracterización hidrológica.....	56
5.2.3.1.1 Aportes de agua a los cuerpos lagunares.....	56
5.2.3.1.2 Aporte de agua de la Planta piloto de peces marinos de la Unidad Mazatlán del CIAD.....	56
5.2.3.1.3 Apertura de la boca estuarina.....	57
5.2.3.1.4 Batimetría de los cuerpos lagunares.....	57
5.2.3.1.5 Estado trófico de los cuerpos lagunares.....	58
5.2.3.2 Flora y vegetación.....	61
5.2.3.2.1 Composición florística y su estatus de conservación.....	61
5.2.3.2.2 Vegetación.....	61
5.2.3.2.2.1 Parámetros ecológicos de la vegetación.....	62
5.2.3.2.2.2 Calidad de la vegetación.....	66
5.2.3.3 Fauna.....	67
5.2.3.3.1 Composición faunística y su estatus de conservación.....	67
5.2.3.3.2 Calidad del hábitat para la fauna.....	68
5.2.4 Evaluación Social Participativa.....	69
5.2.4.1 Identificación de la percepción y conocimiento de los actores sociales respecto al Estero del Yugo.....	69
5.2.4.1.1 Entrevistas semiestructuradas.....	69
5.2.4.1.2 Taller consultivo.....	70
5.2.4.2 Capacidad institucional de conservación.....	71
5.2.5 Selección de los Objetos de Conservación y Análisis de su Estado de Viabilidad/Integridad Ecológica.....	72
5.2.5.1 Selección de los objetos de conservación.....	72
5.2.5.2 Análisis de la viabilidad/integridad ecológica de los objetos de conservación....	73
5.2.6 Identificación y Evaluación de las Amenazas.....	73
5.2.7 Recomendaciones al CIAD, A.C. para la Conservación de los Objetos Prioritarios...73	
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	75
6.1 Evaluación Ecológica Rápida de la Microcuenca del Estero del Yugo.....	75
6.1.1 Caracterización Hidrológica.....	75
6.1.1.1 Aportes de agua a los cuerpos lagunares.....	75
6.1.1.2 Aporte de agua de la Planta piloto de peces marinos de la Unidad Mazatlán del CIAD.....	79
6.1.1.3 Apertura de la boca estuarina.....	81
6.1.1.4 Batimetría de los cuerpos lagunares.....	83
6.1.1.5 Estado trófico de los cuerpos lagunares.....	84
6.1.2 Flora y Vegetación.....	86
6.1.2.1 Composición florística y su estatus de conservación.....	86
6.1.2.2 Vegetación.....	88
6.1.2.2.1 Parámetros ecológicos de la selva baja espinosa caducifolia.....	91
6.1.2.2.2 Parámetros ecológicos del manglar.....	96

CONTENIDO (continuación)

6.1.2.2.3 Calidad de la selva baja espinosa caducifolia.....	100
6.1.2.2.4 Calidad del manglar.....	101
6.1.3 Fauna.....	102
6.1.3.1 Composición faunística y su estatus de conservación.....	102
6.1.3.2 Calidad del hábitat para la fauna.....	104
6.2 Evaluación Social Participativa.....	105
6.2.1 Identificación de la percepción y conocimiento de los actores sociales respecto al Estero del Yugo.....	105
6.2.1.1 Entrevistas semiestructuradas.....	107
6.2.1.1.1 Categoría Conocimiento sobre el Estero del Yugo.....	107
6.2.1.1.2 Categoría Valoración del Estero del Yugo.....	108
6.2.1.1.3 Categoría Conocimiento de las amenazas del Estero del Yugo.....	108
6.2.1.1.4 Categoría Identificación de alianzas estratégicas del Estero del Yugo.....	109
6.2.1.2 Taller consultivo.....	110
6.2.2 Capacidad Institucional de Conservación.....	111
6.3 Selección de los Objetos de Conservación y Análisis de su Estado de Viabilidad/Integridad Ecológica.....	113
6.3.1 Selección de los Objetos de Conservación.....	113
6.3.2 Análisis de la Viabilidad/Integridad Ecológica de los Objetos de Conservación.....	116
6.4 Identificación y Evaluación de las Amenazas.....	117
6.5 Recomendaciones al CIAD, A.C. para la Conservación de los Objetos Prioritarios.....	119
7. CONCLUSIONES.....	122
8. REFERENCIAS.....	125
9. ANEXOS.....	138
9.1 Formato de Entrevista para los Actores Sociales del Estero del Yugo.....	138
9.2 Criterios y Puntajes para la Selección de los Objetos a Conservarse en la Microcuenca del Estero del Yugo.....	140
9.3 Aportes de Agua a los Cuerpos Lagunares de la Microcuenca del Estero del Yugo Detectados Durante el 2019 y 2020.....	142
9.4 Listado de Familias y Especies de Plantas Vasculares Registradas en la Microcuenca del Estero del Yugo	145
9.5 Evaluación de la Calidad del Hábitat de la A) Selva Baja Espinosa Caducifolia y B) el Manglar de la Microcuenca del Estero del Yugo.....	153
9.6 Listado de Familias y Especies de Vertebrados Observados en de la Microcuenca del Estero del Yugo	155
9.7 Evaluación del Índice del Hábitat Adecuado de la Microcuenca del Estero del Yugo para los Principales Grupos de Fauna Residentes.....	162
9.8 Resumen Comparativo de las Respuestas más Frecuentes para Cada Subgrupo de Actores Sociales	163

CONTENIDO (continuación)

9.9 Análisis del Estado de Conservación Viabilidad/Integridad Ecológica de los Objetos de Conservación de la Microcuenca del Estero del Yugo.....	164
9.10 Identificación de las Amenazas a Partir del Análisis de las Presiones y las Fuentes de Presión que Afectan a los Objetos de Conservación de la Microcuenca del Estero del Yugo.....	170
9.11 Recomendaciones para la Conservación de los Objetos Prioritarios de la Microcuenca del Estero del Yugo.....	175

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ubicación y vecindario del Estero del Yugo en la zona Cerritos-Mármol con relación a la ciudad de Mazatlán, Sinaloa, México.....	23
2. Comparación del uso de suelo de la zona Cerritos donde se ubica el Estero del Yugo en el año 2004 y 2020.....	24
3. Designación de uso de suelo para la zona Cerritos donde se localiza el Estero del Yugo por parte del IMPLAN Mazatlán.....	26
4. Comparación de la ZOFEMAT designada en el año 1997 y la del año 2020.....	28
5. Ubicación del Estero del Yugo dentro del Sitio Ramsar Playa Tortuguera El Verde Camacho en Mazatlán, Sinaloa, México.....	29
6. Ubicación de la microcuenca del Estero del Yugo en la zona Cerritos de la ciudad de Mazatlán, en el sur de Sinaloa México.....	45
7. Cuerpos lagunares, boca estuarina y bordo divisorio del Estero del Yugo.....	46
8. Uso de suelo y vegetación de la microcuenca del Estero del Yugo de acuerdo al INEGI (2015)	47
9. Elementos que integran la infraestructura existente actual dentro de la microcuenca del Estero del Yugo en el 2020.....	49
10. Esquema que representa las diez etapas de la PCA con los que se diseñaron los objetivos específicos del presente trabajo de tesis.....	51
11. Ejemplificación de la medición del vertimiento de agua marino de la Planta piloto de peces marinos del CIAD hacia la laguna sur.....	57
12. Estaciones de muestreo para el análisis del nivel de eutrofización de los cuerpos lagunares del Estero del Yugo.....	59
13. Distribución de los cuadrantes en cuatro parches en la microcuenca del Estero del Yugo para la Evaluación Ecológica Rápida de la selva baja espinosa caducifolia	62
14. Distribución de cuadrantes en la microcuenca del Estero del Yugo para la Evaluación Ecológica Rápida del manglar.....	64
15. Taller consultivo con especialistas en conservación realizado el 26 de febrero de 2020.....	71
16. Aportes de agua al Estero del Yugo registradas en 2019 y 2020.....	76

LISTA DE FIGURAS (continuación)

Figura	Página
17. Mortandad de peces en el canal de conexión al mar del Estero del Yugo por vertimiento de aguas negras el 19 de septiembre de 2020.....	77
18. Apreciación del fondo de la laguna sur del Estero del Yugo compuesto principalmente por arcillas posterior a un evento lluvioso en el mes de agosto de 2019...	78
19. Promedio mensual (litros/segundo) del aporte de agua proveniente de la Planta piloto de peces marinos del CIAD de agosto 2019 a enero 2020.....	79
20. Eventos donde se registró la apertura de la boca estuarina del Estero del Yugo en el periodo de mayo 2019-abril 2020.....	81
21. Batimetría de los cuerpos lagunares del Estero del Yugo realizada en los meses de junio (laguna sur) y septiembre (laguna norte) del 2019.....	83
22. Nivel de eutrofización por épocas climáticas de los cuerpos lagunares del Estero del Yugo durante 2019 y 2020	85
23. Tipos de vegetación de la microcuenca del Estero del Yugo durante el 2019 y el 2020....	89
24. Distribución espacial de las tres especies que conforman la vegetación halófila en el Estero del Yugo durante el 2019 y 2020.....	90
25. Estructura horizontal de los cuatro parches de selva baja espinosa caducifolia muestreados en la microcuenca del Estero del Yugo durante el 2019 y 2020.....	92
26. Estructura vertical de los cuatro parches selva baja espinosa caducifolia muestreados en la microcuenca del Estero del Yugo durante el 2019 y 2020.....	92
27. Individuos adultos de palo prieto (<i>Piranhea mexicana</i>) que denotan haber sido talados en el pasado.....	93
28. Estructura horizontal de los individuos muestreados del manglar del Estero del Yugo durante el 2019.....	97
29. Altura promedio de los árboles y ancho de la franja de manglar registrados en diez cuadrantes de muestreo en el Estero del Yugo durante el 2019.....	97
30. Calificación en porcentaje de la evaluación de la calidad del manglar en diez cuadrantes del Estero del Yugo.....	101
31. Actores sondeados en el análisis social de la microcuenca del Estero del Yugo.....	106
32. Nivel de capacidad de conservación del CIAD para cada categoría y sus respectivos indicadores.....	112

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Resumen de la cantidad de ANP (terrestres y marinas) en México por tipo de gobernanza.....	32
2. Resumen de la cantidad de ANP (terrestres) en Sinaloa por tipo de gobernanza.....	33
3. Resumen de la cantidad de ANP (terrestres) en Mazatlán por tipo de gobernanza.....	34
4. Número de especies reportadas de vertebrados y plantas en los estudios realizados en el Estero del Yugo de 1998 a 2019.....	41
5. Infraestructura actual existente dentro de la microcuenca del Estero del Yugo.....	48
6. Criterios de evaluación de la presión.....	53
7. Criterios de evaluación de la fuente de presión.....	53
8. Identificación del valor de la amenaza.....	54
9. Valores del índice TRIAX.....	60
10. Componentes del Habitat Hectares Scoring Method.....	67
11. Niveles de capacidad de conservación.....	72
12. Riqueza específica de los parches de selva baja espinosa caducifolia muestreados en la microcuenca del Estero del Yugo.....	94
13. Comparación de los valores del índice de Sorensen de los parches de selva baja espinosa caducifolia muestreados en la microcuenca del Estero del Yugo.....	95
14. Las diez especies de la selva baja espinosa caducifolia con el mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) en la microcuenca del Estero del Yugo en el período de junio 2019 a enero 2020.....	95
15. Comparación de los valores del Coeficiente de Sorensen para datos cuantitativos en los cuadrantes de manglar muestreados en la microcuenca del Estero del Yugo durante el 2019.....	98
16. Índice del Valor de Importancia de las dos especies de manglar de la microcuenca del Estero del Yugo durante el 2019	99
17. Criterios de selección y valores de los objetos de conservación seleccionados de la microcuenca del Estero del Yugo	113
18. Resumen del análisis de la viabilidad/integridad ecológica de los objetos de conservación de la microcuenca del Estero del Yugo.....	116
19. Diagrama de Amenazas-Estado-Estrategias para la conservación de los objetos prioritarios de la microcuenca del Estero del Yugo.....	120

RESUMEN

Los impactos antrópicos en la biodiversidad mundial se han agudizado en el último medio siglo principalmente por la pérdida y modificación del hábitat causada por la ganadería, la agricultura y la urbanización. Desde los años 90 ha habido un importante desarrollo de estrategias, siendo la conservación *in situ* la de mayor implementación. En el contexto local, el Estero del Yugo es un humedal relictivo de la biodiversidad costera, que a pesar de los servicios ecosistémicos que provee y las designaciones legales de conservación que posee, está expuesto a factores antrópicos que afectan su estado de conservación, aunado a la falta de una estrategia para su aprovechamiento. Tomando como referencia el Manual de Planificación para la Conservación de Áreas de “The Nature Conservancy”, se realizó una evaluación socioecológica de la microcuenca del Estero del Yugo para la caracterización de sus atributos ambientales, biológicos y sociales. Se seleccionaron a los objetos prioritarios a conservar, evaluando su estado de conservación y se identificaron las principales amenazas del área, estableciendo recomendaciones de conservación dirigidas al CIAD, administrador directo del Estero del Yugo. Como resultados generales, en el aspecto ambiental se identificaron 20 aportes de agua de origen diverso: marina, pluvial, doméstica y acuícola a los cuerpos lagunares, destacando la descarga permanente de la Planta piloto de peces marinos del CIAD, que llena la laguna sur en unos 25 días. El nivel de eutrofización promedio fue mesotrófico para ambas lagunas, fluctuando de acuerdo a las temporadas climáticas y dinámica hidrológica. En lo biológico, se identificó una alta riqueza de flora y fauna en comparación con otras ANP de Mazatlán, compuesta principalmente de especies nativas. En lo social, se registró una valoración positiva del Estero como proveedor de servicios ecosistémicos por los actores sociales, quienes mostraron buena disposición de participación en acciones a futuro para la conservación del área. Se identificaron ocho objetos conservación, mismos que protegen al resto de los valores socioecológicos del área. La microcuenca presentó un estado de conservación regular, al igual que la mayoría de los objetos de conservación. Como amenazas principales, se identificaron a la urbanización, las descargas de aguas residuales y la falta de recursos institucionales. Por último, se diseñaron recomendaciones de conservación, la mayoría viables a realizarse a corto plazo, enfocadas a socializar el proyecto con los actores sociales relevantes y tomadores de decisiones para, a mediano plazo, gestionar los recursos para el manejo y conservación del área.

Palabras clave: Áreas Naturales Protegidas, biodiversidad costera, CIAD, A.C., conservación *in situ*, estrategias de conservación, hidrodinámica, microcuenca, selva baja espinosa caducifolia, sistemas socioecológicos, The Nature Conservancy, urbanización, ZOFEMAT.

ABSTRACT

Anthropic impacts on global biodiversity have been exacerbated in the last half century mainly by habitat loss and modification caused by livestock, agriculture and urbanization. Since the 1990's there has been an important development of strategies, being the *in situ* conservation of natural areas the one of greater implementation. In the local context, the Estero del Yugo is a relict wetland of coastal biodiversity, which despite the ecosystem services it provides and the legal designations of conservation it possesses, is exposed to anthropic factors that affect its conservation status, combined with the lack of an integral management strategy for its sustainable use. Taking as reference the Planning Manual for the Conservation of Areas of "The Nature Conservancy", a rapid socio-ecological evaluation of the Estero del Yugo micro-basin was carried out for the characterization of its environmental, biological and social attributes. The priority objects to be conserved were selected, evaluating their state of conservation and the main threats to the site were identified, establishing conservation recommendations for CIAD, the direct administrator of the Estero del Yugo. As general results, in the environmental aspect, 20 contributions of diverse source: marine, pluvial, domestic and from aquaculture water to the north and south lagoons were identified, highlighting the permanent discharge from the CIAD Marine Fish Pilot Plant that fills the southern lagoon in about 25 days. The average level of eutrophication was mesotrophic for both lagoons, changing according the climatic seasons and the hydrological dynamic. Biologically, a high richness of flora and fauna was identified in comparison with other Natural Protected Areas in Mazatlán, composed mainly of native species. Socially, a valuation of Estero was registered as a provider of ecosystem services by social actors, who also showed a good willingness to participate in future actions for the area conservation. Eight priority objects of conservation were identified, which, by conserving them, would preserve the rest of the area's socio-ecological values. The micro-basin presented a regular state of conservation, like most of the conservation objects. As main threats, urbanization, wastewater discharges and lack of institutional resources were identified. Lastly, conservation recommendations were designed, most of them feasible to be carried out in the short term, focused on socializing the project with relevant social actors and decision makers, in a medium term, recommendations associated with the founding of the necessary resources for the management and conservation of the area.

Keywords: CIAD, A.C., coastal biodiversity, conservation strategies, deciduous thorn low forest, hydrodynamic, *in situ* conservation, micro-basin, Natural Protected Areas, socioecological systems, The Nature Conservancy, urbanization, ZOFEMAT.

1. INTRODUCCIÓN

Los impactos antrópicos sobre la biodiversidad se han agudizado particularmente en el último medio siglo de la historia de la humanidad (Sarukhán *et al.*, 2017). Las causas principales de la degradación de la biodiversidad son la pérdida y/o modificación del hábitat, que a su vez son impulsadas por las actividades agropecuarias y pesqueras, urbanas y mineras, la introducción de especies exóticas, la sobreexplotación de los recursos naturales, el cambio climático y la contaminación (PNUMA, 2012; Noonan y Gibbs, 2016; WWF, 2018). Algunas de las consecuencias más alarmantes de este impacto antrópico son que el 75 % de la superficie terrestre libre de hielo ha sido modificada en algún grado (Watson *et al.*, 2016); el 30 % de la superficie boscosa global ha sido talada y otro 20 % se encuentra degradada (WRI, 2020); la disminución general del 60 % en el tamaño global de la población de ciertas especies de invertebrados en el período de 1970-2014 según lo registrado por “The Living Planet Index” (WWF, 2018); el 12.5 % de las especies de vertebrados en el mundo se encuentran amenazadas (IUCN, 2020); y complementariamente, se calcula que la tasa global de extinción de especies actual es 1000 veces más alta que la tasa histórica (De Vos *et al.*, 2014).

Ante la inminente degradación ambiental, la preocupación por conservar la biodiversidad cobró relevancia desde finales de los 60's, década a partir de la cual organismos gubernamentales se han reunido en foros mundiales para la toma de acuerdos (Zavala y García, 2008). Una de las reuniones que representó un parteaguas en el desarrollo de la política ambiental internacional fue la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano (CNUMAH), también conocida como Conferencia de Estocolmo, convocada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en la ciudad de Estocolmo, Suecia en 1972. Esta conferencia fue la primera que abordó el tema del estado del medio ambiente mundial, teniendo entre sus productos más sobresalientes la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (Naciones Unidas, 1973). Posteriormente, en 1987 el Informe “Nuestro Futuro Común”, mejor conocido como el Informe Brundtland, significó un avance importante en la historia de la conservación de la biodiversidad al acuñarse en dicha reunión el término “Desarrollo sostenible”, definido como “el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Bermejo, 2014).

Consecuentemente, en 1992 la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (conocida también como Cumbre de la Tierra), celebrada en Río de Janeiro, marcó otro avance sobresaliente ya que más de 150 países asistentes firmaron el Convenio sobre la Diversidad Biológica, el cual se constituyó como el primer acuerdo global sobre la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad (Naciones Unidas, 1992). En la actualidad, continúa siendo el máximo instrumento rector en esta materia para los países participantes.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) plantea dos formas para conservar la biodiversidad: de manera *ex situ*, cuando se conservan elementos fuera de su hábitat natural; y de manera *in situ*, protegiendo elementos dentro de su hábitat autóctono (Naciones Unidas, 1992). La conservación *ex situ* ofrece diversos beneficios ecológicos y sociales, por ejemplo, facilita la investigación de la biología de alguna especie, la reinserción de individuos en las zonas a restaurar y hace posible la práctica de la divulgación científica y la educación ambiental (Lascuráin *et al.*, 2009); sin embargo, posee limitaciones que no la hacen una estrategia viable a largo plazo, debido a la pérdida de la variabilidad genética en las poblaciones en cautiverio, así como las dificultades de éstas para que se adapten al hábitat natural al ser reintroducidas (McPhee, 2004). Algunos ejemplos de la implementación de conservación *ex situ* de especies vegetales y animales son los jardines botánicos, los acuarios, los zoológicos, los criaderos, los bancos de germoplasma, entre otros (Lascuráin *et al.*, 2009).

En el caso de la conservación *in situ*, al reproducir a las especies en su hábitat, se busca mantener los procesos naturales evolutivos para propiciar nueva variabilidad en el acervo de genes. Al mismo tiempo, las comunidades locales se benefician al aprovechar los servicios ambientales que obtienen de dichas especies (Hunter, 2011). No obstante, este tipo de conservación también cuenta con limitaciones, por ejemplo, cuando las áreas que buscan conservarse sean de un cierto tamaño en cual no quede representada la biodiversidad de la zona, o bien, que dichas áreas carezcan de conexión con el hábitat donde se encuentran, así como el no contar con protección ante las presiones sociales y económicas internas y externas que afectan a dichas áreas (Kanowski, 2001). Por todo ello, el CBD prioriza los esfuerzos para realizar conservación *in situ*, pero reconoce sus limitaciones y alienta a suplementarla con estrategias *ex situ* (Palmberg, 1993). Ejemplos de la implementación de la conservación *in situ* son los distintos sistemas de áreas naturales protegidas (ANP) en el mundo, los sistemas agroforestales como los huertos familiares y los campos de cultivo y algunos jardines botánicos construidos en el medio silvestre (Zegeye, 2017). De los ejemplos

anteriormente mencionados, las ANP son el instrumento legal de manejo más conocido y empleado en los proyectos de conservación *in situ* alrededor del mundo (Cabezudo *et al.*, 1999), además, de acuerdo a la evidencia científica, se sabe que las ANP contrarrestan la pérdida del hábitat y mantienen las poblaciones de especies en comparación con áreas que no están protegidas (UNEP-WCMC, IUCN and NGS, 2018).

De acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (2014), una ANP se constituye como “un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado por medios legales y otros medios eficaces para lograr la conservación a largo plazo de la naturaleza y de los valores culturales y los servicios de los ecosistemas asociados”. Cabe mencionar que no todas las ANP son administradas por los gobiernos de los países, sino que también existen áreas gestionadas por el sector privado (como empresas o particulares), comunidades rurales o grupos religiosos (Dudley, 2008). Aunque la Comisión Mundial de Áreas Protegidas designa seis categorías distintas de ANP (reserva natural estricta, parque nacional, monumento o rasgo natural, área de manejo de hábitat/especies, paisaje terrestre o marino protegido, área protegida con uso sustentable de recursos naturales), los gobiernos de cada país tienen la facultad de designar su propia categorización de ANP, así como de definir el sistema para su manejo y administración (Dudley, 2008).

La mejor manera de manejar y administrar un ANP consiste en desarrollar un proceso de Planificación Sistemática para la Conservación (PSC). Esta es una herramienta conceptualizada a inicios de los años 80, que tiene como objetivo el identificar, gestionar y mantener áreas para conservar la biodiversidad que albergan (Pressey *et al.*, 2007). Este proceso se conforma principalmente de seis etapas, las cuales son: 1) identificar la biodiversidad del área, 2) establecer objetivos para conservar dicha biodiversidad, 3) revisar el cumplimiento de los objetivos de otras áreas bajo conservación existentes, 4) considerar otras áreas cercanas para evaluar la ampliación del proyecto a un nivel de sistema, 5) implementar acciones de conservación y 6) evaluar la efectividad de las acciones de conservación (Margules and Pressey, 2000). La evolución en el campo de investigación de la PSC ha influenciado significativamente la forma de ejercer el manejo de las ANP por parte de los gobiernos y de las ONG de conservación en todo el mundo. Adicionalmente, este marco metodológico ha sido la base a partir de la cual se han originado otras metodologías específicas para planificar la conservación de ANP y de la biodiversidad en general (Pressey *et al.*, 2007).

Para llevar a cabo cualquier proceso de PSC, es importante considerar que, aunque generalmente las ANP se encuentran en el medio silvestre (fuera de los centros urbanos), no están exentas de la presión humana; además, el no considerar los procesos sociales que influyen las decisiones de conservación en un área es un factor que generalmente impide la implementación de los programas de conservación (Ban *et al.*, 2013). En este sentido, el enfoque de los sistemas socioecológicos ha cobrado relevancia en los últimos años, proponiendo entender cualquier sistema de recursos (la biodiversidad, por ejemplo) como un sistema complejo que se compone de cuatro subsistemas: 1) las unidades de recursos (las especies), 2) el sistema de recursos (los sistemas ecológicos o ecosistemas), 3) el sistema de gobierno (el conjunto de reglas legales que rigen el área) y 4) los usuarios (las personas que hacen uso de las unidades y sistemas de recursos dentro del área); éstos cuatro subsistemas interactúan y generan resultados que, a su vez, generan un impacto positivo o negativo en cada uno respectivamente (Ostrom, 2009). Con base en ello, concebir a cualquier área natural como un sistema socioecológico permitirá entender de mejor manera las presiones antrópicas complejas para proponer estrategias de conservación más adecuadas (Ban *et al.*, 2013; Herrero *et al.*, 2018).

A pesar de los logros en conservación obtenidos por los distintos sistemas de ANP, estos continúan siendo insuficientes para proteger a las áreas de importancia para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos del planeta (UNEP-WCMC, IUCN and NGS, 2018). Por ello, paralelo a la conservación de áreas en el medio silvestre, también es necesaria la implementación de estrategias de conservación *in situ* en las áreas naturales que aún no han sido considerablemente modificadas en las urbes y poblados, así como en las zonas agrícolas, pecuarias, industriales y turísticas de México (March *et al.*, 2009). Ante la necesidad de conservar la biodiversidad existente tanto en zonas silvestres como urbanizadas, surge la oportunidad de desarrollar el presente estudio en el Estero del Yugo, un área natural ubicada dentro de la zona urbana y turística de Mazatlán, Sinaloa, la cual se constituye como un humedal costero relicto de la biodiversidad de la región (figura 1).



Figura 1. Ubicación y vecindario del Estero del Yugo en la zona Cerritos-Mármol con relación a la ciudad de Mazatlán, Sinaloa, México. Elaborado con base en imágenes de Google Earth Pro, 2020.

Por sus características transitorias entre el medio marino y el terrestre, así como su ubicación dentro del sistema de humedales de la franja conocida como Cerritos-Mármol (al noroeste de Mazatlán), el Estero del Yugo ofrece, al igual que los humedales costeros del mundo, diversos servicios ambientales, entre los cuales sobresale el ser un excelente regulador hidrológico y proporcionar hábitat a numerosas especies (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005). A la par, es un espacio de fácil acceso para los habitantes locales y los visitantes externos donde se puede practicar la recreación, la educación ambiental y el ecoturismo (Murúa, 2012). Por estos valores ecológicos y culturales, el Estero del Yugo ha sido designado con tres títulos legales de conservación desde el nivel local hasta el internacional (SEMARNAP, 1997; Ramsar, 2014; IMPLAN, 2018).

A pesar de estos esfuerzos de conservación, el Estero del Yugo se encuentra afectado por presiones antrópicas a distintas escalas. Por ejemplo, a escala puntual, la contaminación por residuos sólidos urbanos, la cacería de animales y la extracción selectiva de árboles, entre otros. A escala de paisaje, el desarrollo urbano (específicamente la construcción de vías de comunicación, complejos habitacionales y hoteles) se ha intensificado desde el año 2004 hasta la actualidad en la zona

aledaña al Estero, transformándose una gran proporción de vegetación nativa en suelo cubierto de concreto en menos de una década (figura 2). Por último, la creación de un bordo artificial de tierra que dividió en dos al Estero del Yugo, la reducida comunicación entre el Estero y el canal que desfoga al mar debido al cruce de la Avenida Sábalo Cerritos y la descarga permanente de agua marina hacia este cuerpo costero por parte de la Planta Piloto de Peces Marinos de la Unidad Mazatlán del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD) son factores que han modificado el régimen hídrico que originalmente existía, sin conocerse a ciencia cierta el grado de afectación o, en dado caso, algún beneficio, de estas obras hidráulicas para la salud del Estero.

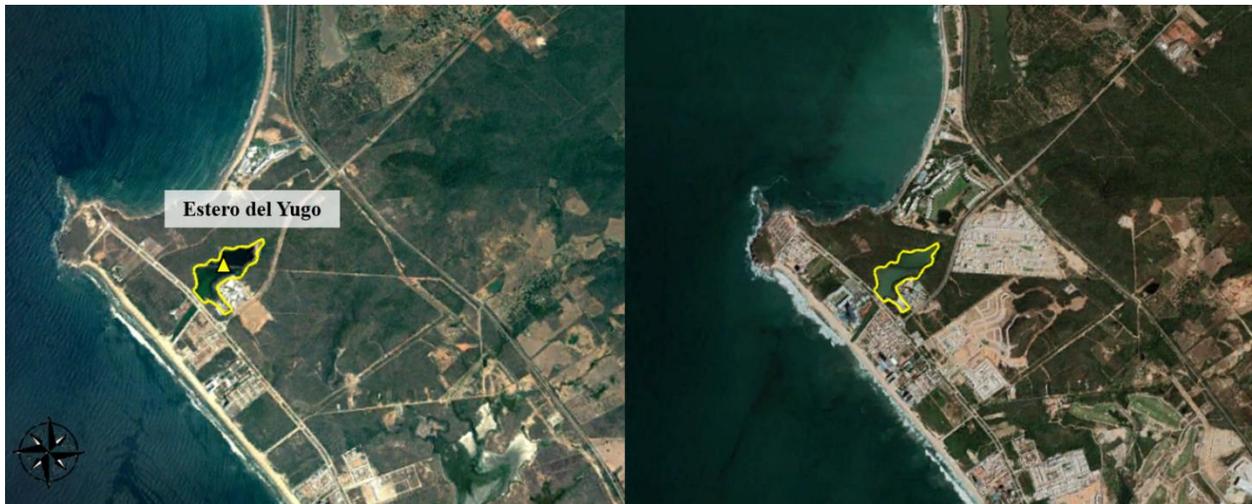


Figura 2. Comparación del uso del suelo de la zona Cerritos donde se ubica el Estero del Yugo (polígono de línea amarilla) en el año 2004 (izquierda) y 2020 (derecha). Es evidente el avance de la urbanización alrededor del Estero del Yugo. Elaborado con base en imágenes de Google Earth Pro, 2020.

1.1 Justificación

Por su ubicación entre los límites de la zona urbana y los relictos de naturaleza del municipio de Mazatlán, el Estero del Yugo brinda servicios ambientales de distinta índole:

- Beneficios en relación a las áreas silvestres. A pesar de su reducido tamaño (menor a 10 hectáreas), el Estero del Yugo provee refugio y alimento tanto para numerosas especies acuáticas y terrestres de flora y fauna local, para especies que realizan procesos migratorios (como las aves) y para especies endémicas con una limitada distribución (Stokes and van der Heiden, 1998; Montijo, 2009; Murúa *et al.*, 2019). En adición, aunque el Estero se inserta en una zona con pronunciada fragmentación ecológica por la urbanización, en conjunto con otros parches de vegetación cercanos y con el sistema de humedales de la franja Cerritos-Mármol, dicha área contribuye a la formación de un corredor biológico, mismo que propicia la conectividad del paisaje a escala local.
- Beneficios en relación a la zona urbana. La cobertura vegetal de la zona donde se ubica el Estero del Yugo forma parte de la infraestructura verde de la ciudad, definida como los sistemas naturales manejados por el humano, tales como parques, reservas y áreas verdes urbanas en general (Cole *et al.*, 2017). Son numerosos los beneficios ambientales que tal infraestructura verde proporciona a las ciudades, como lo son la regulación del clima, el mejoramiento de la calidad del aire y la regulación del impacto de las catástrofes ambientales (Frutos y Esteban, 2009), por mencionar algunos. En cuanto a beneficios sociales, la infraestructura verde contribuye al cumplimiento óptimo del índice de vegetación por habitante en las ciudades, el cual es de nueve metros cuadrados por persona (ONU-Hábitat, 2015). De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la presencia de infraestructura verde en las ciudades está asociada con el incremento de la actividad física de las personas, la cohesión social y la reducción del estrés (Robbel, 2020), por mencionar algunos beneficios. En este sentido, en el caso particular del Estero del Yugo, desde su apertura al público hace 23 años, esta área ha fungido como un espacio abierto a la ciudadanía para la realización de actividades educativas y recreativas (Murúa *et al.*, 2012).

Con base en estos servicios ambientales proporcionados por el Estero del Yugo, este ha sido reconocido con tres designaciones legales de conservación:

1) A nivel local, el Instituto Municipal de Planeación de Mazatlán (IMPLAN), en la zonificación de uso de suelo del Plan Director de Desarrollo Urbano de la ciudad tiene denominada como “Prohibido al Desarrollo Urbano” a un área de 30 hectáreas donde se localiza el Estero del Yugo (figura 3). Sin embargo, dicha designación de uso de suelo en el municipio es una herramienta de carácter orientador, teniendo la facultad legal de implementarlo el Gobierno Municipal de Mazatlán a través de la Dirección de Planeación del Desarrollo Urbano Sustentable (IMPLAN, 2017).



Figura 3. Designación de uso de suelo para la zona Cerritos donde se localiza el Estero del Yugo por parte del IMPLAN Mazatlán. Sobresalen los usos de suelo Turístico y Turístico residencial. Fuente: IMPLAN, 2017.

2) A nivel federal, el CIAD, A.C. cuenta desde 1997 con un Acuerdo Secretarial de Destino donde la entonces Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP, hoy en día SEMARNAT) le otorgó la administración de la Zona Federal

Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) del Estero del Yugo (área de 9.37 hectáreas conformada por dos lagunas y la franja de tierra de 20 metros de ancho que las rodea) con fines de conservación, educación ambiental, investigación y restauración ambiental (SEMARNAP, 1997). Para 2020, la ZOFEMAT del Estero del Yugo ascendió a 11.91 hectáreas (2.54 hectáreas más), esto debido a la modificación de la zona intermareal, característica común de este tipo de cuerpos costeros (figura 4). Sin embargo, para que dicha extensión en la ZOFEMAT sea legalmente reconocida por la SEMARNAT, es requerido que el CIAD realice el trámite legal correspondiente ante esta autoridad para actualizar el Acuerdo de Destino del Estero del Yugo.

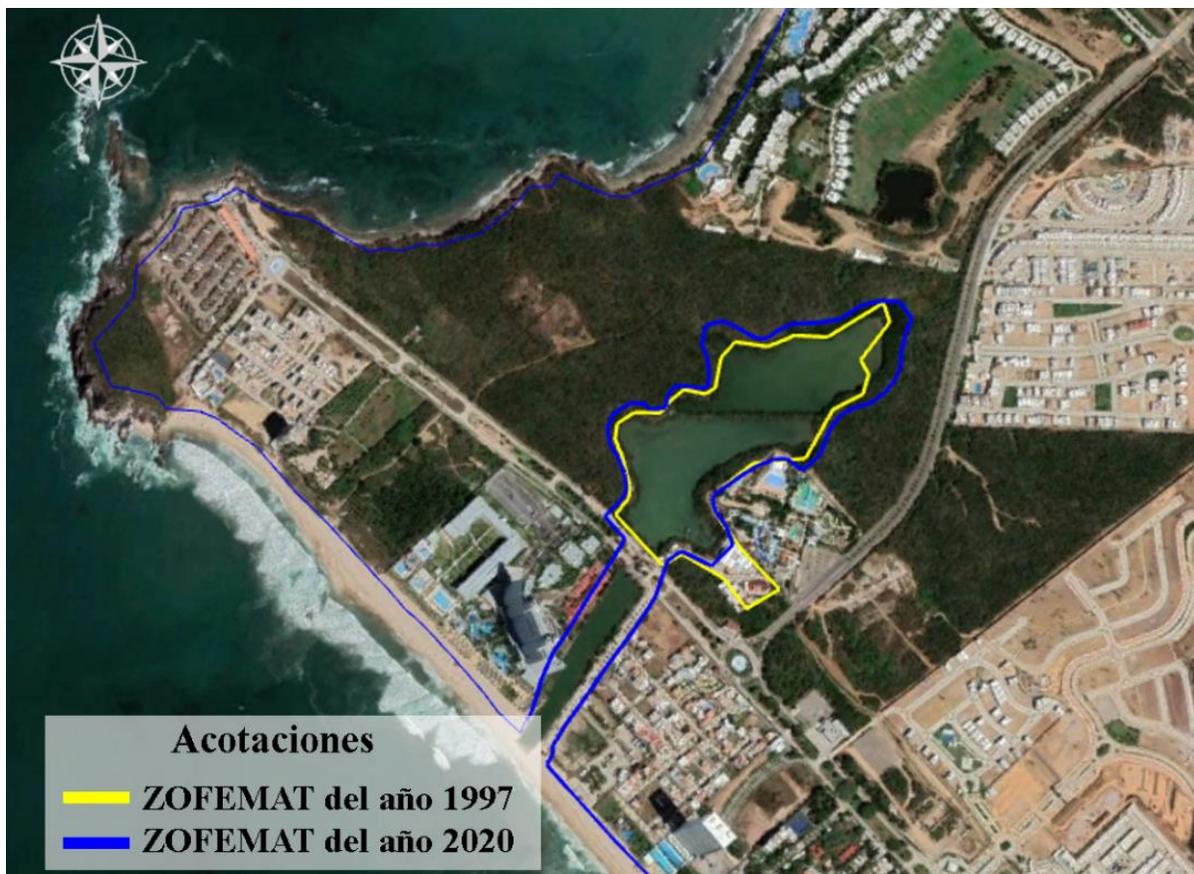


Figura 4. Comparación de la ZOFEMAT designada en el año 1997 (línea amarilla) y la del año 2020 (línea azul) (con base en la última actualización realizada por la SEMARNAT en el 2014). El aumento en la extensión de la ZOFEMAT actual corresponde a 2.54 hectáreas. Elaborado con base en imágenes de Google Earth Pro, 2020.

3) A nivel internacional, el Estero del Yugo se encuentra dentro del polígono del Sitio Ramsar “Playa Tortuguera El Verde Camacho”, distinción otorgada a humedales con alta prioridad de conservación en el mundo por la Convención de Ramsar (Ramsar, 2004) (figura 5).

No obstante que el Estero del Yugo cuenta con dichas categorías de conservación, en ninguna de ellas se cuenta con un programa de manejo y de conservación o las directrices para el aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales. Además, son pocos los estudios que se han realizado en el área para caracterizar sus elementos naturales y culturales. Lo anteriormente mencionado es la base justificativa del presente trabajo, el cual pretende ofrecer una evaluación socioecológica del Estero del Yugo y que, a la vez, funja como línea base para emitir

recomendaciones para su manejo y conservación. Adicionalmente, se espera que este trabajo promueva que se le otorgue mayor importancia y difusión local a esta área natural.



Figura 5. Ubicación del Estero del Yugo dentro del Sitio Ramsar Playa Tortuguera El Verde Camacho en Mazatlán, Sinaloa, México. Fuente: Ramsar, 2004.

2. ANTECEDENTES

2.1 Áreas Naturales Protegidas y su Manejo

2.1.1 Áreas Naturales Protegidas a Nivel Mundial

Como se mencionó anteriormente, se puede identificar como ANP a cualquier espacio geográfico en el mundo que esté definido legalmente y se dedique a la conservación de sus valores socioecológicos a largo plazo (UICN, 2014). En cuanto a su gobernanza, esta puede ser de cuatro tipos: 1) por parte del gobierno, 2) de manera compartida, 3) de manera privada y 4) por parte de pueblos indígenas y comunidades locales (Stolton *et al.*, 2014).

Las ANP gubernamentales son aquellas administradas por los diferentes niveles de gobierno de los países. Este es el tipo de ANP del que se tiene mayor registro, con 194,836 áreas en 140 países (UNEP-WCMC *et al.*, 2018). Muchas de estas ANP han sido reconocidas por su importancia ecológica o cultural mediante designaciones a nivel internacional, tal como son los Sitios Ramsar declarados por la Convención de Ramsar o las Reservas de la Biosfera y el Patrimonio Mundial Cultural y Natural, designadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Las ANP de gobernanza compartida son aquellas donde más de un actor comparte la autoridad de la ANP para la toma de decisiones y las responsabilidades. Existen 7,632 ANP de este tipo (Stolton *et al.*, 2014). Las ANP privadas son las que se encuentran bajo el control de personas, colectivos, corporaciones u ONG con o sin fines de lucro (Zaragoza *et al.*, 2015). En el 2018, se estimó la existencia de 13,105 ANP privadas (Stolton *et al.*, 2014); sin embargo, se ha complicado el conocer por completo su número actualizado debido a que no existe un consenso mundial respecto a la definición de área natural privada, así como que no todas estas áreas están reconocidas por los gobiernos, por lo que se prevé que estén sub reportadas. Por último, las ANP con gobernanza por parte de las comunidades locales y pueblos indígenas son aquellas establecidas y gestionadas por estos dos grupos (Dudley, 2008). Se estima que existen 1,377 ANP

de este tipo pero la falta de información sobre su constitución y existencia dificulta una sistematización actualizada (Stolton *et al.*, 2014).

En la actualidad, la Comisión Mundial de Áreas Protegidas (CMAP), administrada por el Programa Mundial de Áreas Protegidas de la UICN, es la red mundial de expertos de mayor renombre en esta materia, con más de 2,500 miembros en 140 países. Dicha comisión sistematiza la información de las ANP, así como asesora a los administradores en su manejo y conservación (IUCN, 2020). De acuerdo con la Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas (administrada por la CMAP), en el año 2018 existían 238,563 ANP en el mundo. Sumándose en extensión, comprenden 20 millones de km², representando el 14.9 % de la superficie terrestre y el 7 % de la marina en el planeta (UNEP-WCMC *et al.*, 2018).

En cuanto al manejo de las ANP a nivel mundial, el principal instrumento de planeación puede ser conocido como plan o programa de manejo, programa de conservación, plan rector, plan director, plan de gestión, etc. (CONANP, 2018). Este instrumento se integra principalmente por 1) la descripción socioecológica del área, 2) el análisis de su estado de conservación, 3) el análisis de las problemáticas del área, 4) los objetivos de conservación y las acciones correspondientes para cumplirlos en un tiempo determinado, 5) el sistema de evaluación y mejora continua; adicionalmente, este documento es la base de donde se pueden desglosar otros planes de trabajo más específicos (Thomas and Middleton, 2003). Se estima que solo entre el 25 % y el 30 % de las ANP del mundo se encuentran trabajando bajo un programa de manejo (Pabon *et al.*, 2008). Complementariamente, la falta de documentación y el uso de múltiples métodos para evaluar la efectividad de manejo de las ANP ha dificultado un análisis global en este aspecto, por lo que solo el 20 % del total de las ANP se ha evaluado en cuanto al cumplimiento de los objetivos de sus programas de manejo (UNEP-WCMC *et al.*, 2018).

2.1.2 Áreas Naturales Protegidas en México

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) es el órgano desconcentrado de la SEMARNAT que desde el año 2000 se ha encargado del decreto y administración de las ANP a

nivel federal del territorio mexicano. En el cuadro 1, se presentan las distintas ANP de las cuales se tiene registro en el país y la extensión conservada que representan en el país.

Cuadro 1. Resumen de la cantidad de ANP (terrestres y marinas) en México por tipo de gobernanza. Fuente: Stolton *et al.*, 2014; SEMARNAT y CONANP, 2016; CONANP, 2019.

Tipo de gobernanza de la ANP	Cantidad de ANP	Hectáreas protegidas	Extensión (terrestre y marina) protegida del país (%)
Gubernamental, federal	182	90,839,521.55	17.76
Gubernamental, estatal	Desconocida	325,769.25	0.16
Gubernamental, municipal	Desconocida	241,895.92	0.12
Compartida (Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación)	354	551,206.12	0.28
Privada	Desconocida	487,300	0.24
Total	536	92,203,796	18.02

Del total de las 182 ANP administradas por el gobierno federal, 142 de ellas han sido designadas adicionalmente como Sitio Ramsar (Ramsar, 2020), posicionando a México como segundo lugar mundial en número de estos sitios. Sin embargo, más de la mitad de los sitios Ramsar del país (91) no cuentan con un programa de manejo ni con el presupuesto y recursos por parte de la CONANP para su protección (M. Amador, comunicación personal, 4 de febrero 2020).

Respecto al manejo de las ANP en México, el Programa de Manejo (PM) es “el instrumento rector de planeación y regulación que establece las actividades, acciones y lineamientos básicos para el manejo y la administración del ANP respectiva” (LEGEEPA, 2000). El tiempo y el financiamiento para la elaboración del PM son establecidos por la CONANP en coordinación con la Dirección del Área Protegida en cuestión y alguna organización (OG u ONG) invitada a participar, los cuales conforman un comité de planeación. Éste se encarga principalmente de incentivar la participación social de los sectores involucrados en el ANP y de integrar la información del área para realizar el anteproyecto del PM (CONANP, 2018). Dicho PM se integra principalmente de seis ejes: 1) caracterización y descripción del entorno biofísico y socioeconómico, 2) diagnóstico y problemática socioeconómica, 3) planeación a través de objetivos y subprogramas de conservación, 4) zonificación del área, 5) establecimiento de reglas administrativas de las actividades realizadas

en el área y 6) evaluación del funcionamiento del programa de manejo (CONANP, 2018). Actualmente, de las 182 ANP federales, 64 no cuentan con programa de manejo (CONANP, 2019).

2.1.3 Áreas Naturales Protegidas en Sinaloa

En el estado, se tiene el registro de 21 ANP (cuadro 2), de las cuales la mayoría son administradas por los distintos niveles de gobierno (16) y el resto son de gobernanza compartida entre el gobierno federal y propietarios particulares (5). De las ANP registradas, la mayoría se encuentra en áreas silvestres, (18) (Gobierno de México, 2019) y el resto (3) se ubica dentro de zona urbana. En cuanto al manejo, la mayoría no cuenta con PM (17), a excepción de únicamente cuatro (CONANP, 2000; Conservation International, 2003; SEMARNAT Y CONANP, 2016; UAS y CONANP, 2018). Respecto a ANP privadas o de gobernanza por parte de comunidades o pueblos indígenas, no se cuenta con un registro oficial en el estado.

Cuadro 2. Resumen de la cantidad de ANP (terrestres) en Sinaloa por tipo de gobernanza. Fuente: CONANP, 2000; Conservation International, 2003; SEMARNAT Y CONANP, 2016; UAS y CONANP, 2018; CONANP, 2019.

Tipo de gobernanza de la ANP	Cantidad de ANP	Hectáreas protegidas	Superficie terrestre protegida del país (%)
Gubernamental, federal	4	58,926.11	1.01
Gubernamental, estatal	4	59,871.09	1.03
Gubernamental, municipal	8	40,089.6	0.69
Compartida (Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación)	5	2,118.19	0.04
Total	21	161,004.99	2.77

En el rubro de designaciones internacionales, Sinaloa cuenta con ocho sitios Ramsar distribuidos en diez municipios, todos ellos ubicados dentro de ANP administradas por el gobierno federal (CONANP, 2020)

2.1.4 Áreas Naturales Protegidas en Mazatlán

En la ciudad, se registran 13 ANP (cuadro 3), siendo todas administradas por el gobierno, a excepción de una que es administrada con gobernanza compartida. La mayoría (10) se localizan en la zona urbana y conurbana y el resto (3) se ubican en áreas silvestres del municipio. Respecto a su manejo, únicamente tres cuentan con PM.

Cuadro 3. Resumen de la cantidad de ANP (terrestres) en Mazatlán por tipo de gobernanza.
Fuente: CONANP, 2019 y Gobierno de México, 2019.

Tipo de gobernanza de la ANP	Cantidad de ANP	Hectáreas protegidas	Superficie terrestre protegida del país (%)
Gubernamental, federal	4	58926.11	23.21
Gubernamental, estatal	8	3.09	0.001
Compartida (Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación)	1	10.02	0.004
Total	13	58,939.22	23.21

En el Plan Director de Desarrollo Urbano de la ciudad de Mazatlán, Sinaloa (IMPLAN, 2015), se mencionan como reservas ecológicas a cinco sitios, en los cuales se incluye al Estero del Yugo. Sin embargo, no existe un decreto oficial que respalde a tales áreas con esa categoría. De igual forma, en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mazatlán, Sinaloa (IMPLAN, 2015), se enlistan a once áreas bajo las categorías de ANP y Parques Urbanos (donde también se incluye al Estero del Yugo). No obstante, en dicho listado no se especifica si esas ANP son administradas por el gobierno municipal o si cuentan con algún decreto oficial.

Respecto a designaciones internacionales, Mazatlán cuenta con un Sitio Ramsar (Playa Tortuguera El Verde Camacho) ubicado en el ANP federal que lleva el mismo nombre.

2.2 Aspectos Históricos del Manejo y de Actividades Desarrolladas en el Estero del Yugo

2.2.1 Manejo y Gestión

La intervención humana en el Estero del Yugo comenzó en la década de los 70's con la construcción de la avenida Sábalo Cerritos en Mazatlán (Beraud *et al.*, 2009). Esta obra, que contempla únicamente un pequeño canal de aproximadamente dos metros de ancho por debajo de la avenida para el flujo del agua, influyó en la dinámica hidrológica del Estero. En la misma década (se desconoce la fecha exacta), la laguna del Estero fue dividida con la construcción de un bordo de tierra, resultando en dos lagunas, una al norte y otra al sur con hidrodinámicas particulares. Existen dos versiones del objetivo de esta obra: la primera refiere a la intención del propietario del Estero por generar una represa de agua dulce que permitiera que el ganado abrevara y se pudiera practicar la caza de patos (van der Heiden *et al.*, 1998). La segunda versión menciona que, al encontrarse la laguna original dentro de dos predios de distinto dueño, éstos decidieron construir el bordo para delimitar sus propiedades (A. Zamora, comunicación personal, 12 de abril 2019).

En 1993, un pequeño grupo de investigadores inauguraron las labores de la Unidad Mazatlán del CIAD en las instalaciones ubicadas dentro de un terreno ganado al mar adjunto al Estero del Yugo. Las líneas de investigación instituidas eran las de acuicultura y manejo ambiental en la zona costera. Al año siguiente, se conformó un equipo de trabajo interesado en el conocimiento y gestión del Estero del Yugo, área que en ese momento se encontraba como propiedad de particulares. Después de múltiples gestiones en coordinación con la Dirección General de ZOFEMAT de la SEMARNAP, éste órgano reconoció al Estero del Yugo como ZOFEMAT, por lo que el propietario del predio solicitó ante las autoridades catastrales municipales el deslinde de su propiedad de la ZOFEMAT correspondiente al Estero. Al solicitársele el Dictamen de Uso de Suelo del Estero del Yugo a la Dirección de Planeación del Desarrollo Urbano y Ecología del Ayuntamiento de Mazatlán, ésta dictaminó el área como de “Conservación ecológica”, limitando el desarrollo urbano en esa zona (CIAD, 1996). Finalmente, tras transcurrir tres años de gestiones con las autoridades, en 1997 el CIAD logró la obtención del Acuerdo de Destino de la ZOFEMAT del Estero del Yugo, con el objetivo específico de “realizar actividades de investigación en restauración de ambientes

costeros y labores de educación ambiental” (SEMARNAP, 1997). Con dicho documento, la institución contó con el permiso legal para iniciar el manejo del área para su conservación (CIAD, 1997).

En el mismo año de 1997, el equipo de trabajo del CIAD consolidó sus actividades en el Estero del Yugo bajo el esquema de un Centro de Interpretación Ambiental. En una primera etapa, este centro se conformaba por un “museo abierto”, consistente en los senderos interpretativos y las áreas naturales de la microcuenca del Estero. Adicionalmente, en una segunda etapa se planeaba la construcción de un Museo Regional de Historia Natural, el cual proyectaba la construcción de salas de exhibición y usos múltiples, bibliotecas, laboratorios, un auditorio y una librería (van der Heiden *et al.*, 1998). Sin embargo, a pesar de un intenso período de gestiones con dependencias gubernamentales y privadas nacionales e internacionales, el proyecto no pudo concretarse al no conseguirse el financiamiento necesario (S. Guido, comunicación personal, 21 de diciembre del 2018; información aportada en Informes anuales del CIAD 1996-2003).

En 1998, se obtuvo el apoyo económico de distintos medios para la construcción de infraestructura: en 1998, Ducks Unlimited de México (DUMAC) financió la construcción de una torre de madera de 12 metros, una pasarela elevada de madera sobre el espejo de agua con una longitud de 100 metros y la reparación de una plataforma de observación sobre la laguna sur (construida previamente por el CIAD). El CIAD instaló 35 mojoneras de concreto para delimitar visualmente la ZOFEMAT otorgada mediante el Acuerdo de Destino. Se habilitaron 1.4 kilómetros de senderos interpretativos en la ZOFEMAT del Estero y parte de su microcuenca con el apoyo de la VIII Zona naval militar y se instaló, paralela a la avenida Sábado Cerritos, la cerca de aproximadamente 100 metros lineales obtenida como donativo para la regulación del acceso del público (CIAD, 1998). Adicional a esta infraestructura, en años posteriores (1999-2002), el Programa Golfo de California de World Wild Foundation (WWF) financió la construcción de una palapa y bancos de madera para usarse en la plataforma de observación, así como la remodelación de la antigua caseta de vigilancia del CIAD para la habilitación de dos baños y una tienda de souvenirs. Con apoyo fiscal y recursos del CIAD, se construyó un módulo de educación ambiental; y por último, el Hotel Emerald Bay apoyó económicamente para la construcción de una cabaña de madera en la laguna norte para la observación de fauna, un puente de madera para cruzar el canal de demasías, un sendero rústico para conectar el módulo de educación ambiental con el inicio del sendero interpretativo y el mantenimiento de la infraestructura instalada previamente (CIAD, 2001). Con

la construcción de este conjunto de infraestructura, se propiciaron las condiciones para la atención de usuarios a través de actividades de educación ambiental, investigación científica, ecoturismo y recreación (Murúa, 2012).

A partir del año 1999, comenzó un rápido desarrollo urbano en la zona norte de Mazatlán, el cual se detonó por la construcción del Hotel Emerald Bay (dentro de la microcuenca del Estero del Yugo). A pesar de que el Gobierno del Estado de Sinaloa rechazó la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) del proyecto, debido a que la playa donde se pretendía construir estaba considerada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como Playa Índice a nivel mundial para el monitoreo de las poblaciones de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) y, sin que se tomase en cuenta la constante gestión del CIAD con las autoridades municipales para el cambio de uso de suelo de la microcuenca del Estero a la categoría de “Conservación ecológica”, este desarrollo turístico se llevó a cabo en su totalidad (CIAD, 1999; CIAD, 2000).

En el 2000, se presentó una nueva oportunidad de conservación para el Estero del Yugo, cuando el Gobierno del Estado de Sinaloa solicitó al CIAD la elaboración del proyecto “Ordenamiento Ecológico y Plan de Manejo de la Zona Costera Cerritos-Mármol Mazatlán, Sin.” donde se incluyó como propuesta que la microcuenca del Estero del Yugo y los remanentes de vegetación cercanos (200 hectáreas de extensión) tuvieran la categoría de “Área natural y Corredor natural”. El objetivo final de dicho proyecto era el de incorporarse en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de Mazatlán (CIAD, 2000). Asimismo, en el 2001, el CIAD solicitó a la SEMARNAT actualizar la ZOFEMAT del Estero del Yugo, con la finalidad de obtener la administración del canal que conecta al Estero con el mar, una porción de playa arenosa y de modificar 14 puntos delimitadores de las lagunas donde no se cumplía el ancho establecido para la ZOFEMAT estipulado por el artículo 119 de la Ley General de Bienes Nacionales. No obstante, a pesar de las gestiones realizadas, no se logró tal actualización de la ZOFEMAT (Higuera Ciapara, 2001).

En el 2004, el Estero del Yugo fue incluido dentro del polígono de 6,454 hectáreas del Sitio Ramsar Playa Tortuguera El Verde Camacho (Ramsar, 2004), el cual fue gestionado por la Unidad Mazatlán del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (ICMyL-UNAM) ante la Convención de Ramsar y en coordinación con la CONANP. Aunado a su riqueza biológica y valor social, económico y cultural, una razón particular para reconocer la importancia de conservación del área radicó en que en el área se registra la presencia

de cuatro especies de tortugas marinas (*Lepidochelys olivacea*, *Eretmochelys imbricata*, *Chelonia agassizi* y *Dermochelys coriacea*), todas protegidas por normas nacionales e internacionales (Ramsar, 2004).

En el mismo año 2004, la Unidad Mazatlán del CIAD, con el apoyo económico de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA) construyeron la Planta piloto de peces marinos junto a la laguna sur del Estero para el desarrollo de proyectos de investigación científica en acuicultura. Desde su construcción hasta la actualidad, esta obra ha extraído agua del mar a través de una bomba situada cerca de la boca estuarina del Estero del Yugo y se ha transportado por una tubería subterránea hasta la planta (J. Martínez, comunicación personal, 13 de marzo 2019), donde es filtrada y utilizada en el sistema de cultivo con circulación abierta, mientras que el agua excedente del cultivo y el agua residual del propio mantenimiento se han descargado de manera permanente en la laguna sur.

En los años posteriores (2005-2019), las gestiones del CIAD respecto al Estero del Yugo se enfocaron en la vinculación con distintos sectores de la sociedad para la obtención de recursos que permitieran brindarle mantenimiento al área y a su infraestructura, así como que fomentaran la realización de otras actividades. Por ejemplo, en el 2011 se obtuvo el apoyo económico y en especie de la empresa Rico's Café para la creación de una ciclopista de montaña utilizando los senderos interpretativos, que incluyó la habilitación de los mismos para el paso de bicicletas, así como la instalación de señalética informativa de especies relevantes del área y de actividades no permitidas como la caza y la extracción de la flora y la fauna (E. Murúa, comunicación personal, 30 de junio 2020). En adición, en distintas ocasiones se gestionaron donativos económicos y en especie principalmente para la rehabilitación de la palapa y cabaña de madera para la observación de aves, las cuales han sido dañadas por los factores ambientales y el paso del tiempo, así como vandalizadas recurrentemente por usuarios sin identificar (E. Murúa, comunicación personal, 30 de junio 2020). A partir del 2019, la gestión del CIAD se ha enfocado en tramitar ante SEMARNAT la actualización de la ZOFEMAT del Estero del Yugo. De igual manera, desde este último año (2019) hasta la fecha, el Estero del Yugo opera con la denominación de Reserva Ecológica y así es dado a conocer en sus redes sociales, como lo es en Facebook. Sin embargo, la Unidad Mazatlán del CIAD no cuenta con un documento que establezca los lineamientos de operación bajo este esquema (o el anterior) o con alguna estrategia institucional definida para el manejo y conservación de la ZOFEMAT del Estero del Yugo junto con los terrenos que lo rodean.

2.2.2 Vinculación Social

Con la creación de los senderos interpretativos y la instalación de la infraestructura para observación de la fauna, en 1998 el Estero del Yugo comenzó a realizar distintas actividades de educación ambiental y ecoturismo. Estas actividades consistieron en recorridos guiados, talleres, cursos de verano para niños, conferencias, capacitaciones para maestros, concursos de dibujo, eventos especiales, entre otras (CIAD, 1998; CIAD, 1999). Históricamente, la actividad más replicada ha sido el recorrido guiado (con una atención anual promedio de 1000 personas), donde el público que más lo ha solicitado es el local del nivel básico escolar (preescolar, primaria y secundaria) (E. Murúa, comunicación personal, 30 de junio 2020). Para la impartición de este servicio, así como para la promoción del senderismo, se crearon diversas guías de identificación de flora y fauna del Estero del Yugo (CIAD, 1999).

En 1999, se formaron distintos grupos voluntarios para apoyar las labores educativas y de mantenimiento del área: el grupo “Amigos del Estero del Yugo”, conformado principalmente por estudiantes de la comunidad local que se capacitaron sabatinamente como promotores ambientales y guías interpretativos y el grupo “Friends of Estero del Yugo”, similar al anterior, pero conformado por extranjeros. Además, se creó un patronato integrado por empresarios de Mazatlán, que apoyaron económicamente para la profesionalización del equipo a cargo del Estero del Yugo y la conceptualización del proyecto “Museo Regional de Historia Natural Estero del Yugo” (CIAD, 1999).

Paralelamente a las actividades educativas y ecoturísticas dentro del Estero del Yugo, el personal a cargo del área ha realizado actividades de educación ambiental a nivel local y estatal. En el municipio, ha impartido numerosos cursos y talleres ambientales a estudiantes. Así mismo, desde el 2012 ha capacitado a maestros de distintos niveles escolares a través de la Red de Instituciones Formadoras y Actualizadoras de Docentes (Red IFAD), de la cual forma parte (Murúa, 2012). A nivel estatal, desde 1996 el Estero del Yugo ha coordinado la Red Estatal de Educadores Ambientales de Sinaloa (REAS), realizando principalmente encuentros y talleres que buscan la profesionalización y articulación del trabajo de los educadores ambientales en el estado. En la actualidad, se continúan realizando distintas actividades de educación ambiental y vinculación social dentro y fuera del Estero del Yugo, de las cuales la más realizada es la atención de grupos escolares de la localidad a través de recorridos guiados.

2.2.3 Investigación Científica

En el Estero del Yugo, se han desarrollado diferentes investigaciones producto de las actividades docentes de la propia comunidad científica de la Unidad Mazatlán del CIAD y de la colaboración con otras instituciones educativas de la localidad y del estado. Se tiene el registro de 18 investigaciones, de las cuales la mayoría (10) son trabajos de tesis y reportes de residencias profesionales de nivel licenciatura y maestría de corta duración (de seis meses a dos años).

En cuanto al tema de investigación, el grupo biológico más estudiado ha sido la fauna, donde sobresalen cuatro estudios relacionados al grupo de invertebrados Polychaeta (Anguas, 2004; Méndez and Green, 2005; Méndez and Green, 2005; Méndez, 2006 y Méndez *et al.*, 2008), seguido de tres relacionados a las aves (Stokes and van der Heiden, 1998; Montijo, 2009 y Murúa *et al.* 2019) y uno sobre peces (Bravo, 2005). En el tema de flora, cuatro abordan grupos específicos como son los manglares (Meza y Robles, 2013), las cactáceas (Félix, 2019), las bromelias (López, 2019), las especies arbustivas y arborescentes (Gómez y Acevedo, 2014) y un estudio general sobre la riqueza de flora y fauna del Estero (CIAD, 1998). En el cuadro 4 se presenta el conocimiento del total de especies de los grupos de flora y fauna que se han estudiado en el Estero. En cuanto a otros temas, tres estudios abordan aspectos de hidrología (Elenes, 2009; Sánchez y Calvario, 2011; CIAD, 2016) y uno se enfoca a aspectos de pedagogía (Murúa, 2013).

Cuadro 4. Número de especies reportadas de vertebrados y plantas en los estudios realizados en el Estero del Yugo de 1998 a 2019.

Autores	Aves	Mamíferos	Peces	Anfibios	Reptiles	Plantas
CIAD (1998)	128	19		4	8	98
Stokes and van der Heiden (1998)	61 (aves acuáticas)					
Bravo (2005)			8			
Montijo (2009)	58 (aves acuáticas)					
Gómez y Acevedo (2014)						41(árboles y arbustos)
Félix (2019)						12 (Familia Cactaceae)
Murúa <i>et al.</i> (2019)	92					
López (2019)						3 (Familia Bromeliaceae)

3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cuáles son las especies, comunidades biológicas y sistemas ecológicos que existen dentro de la microcuenca del Estero del Yugo y cuáles son sus características principales y su estado de conservación?
- ¿Cuáles son los actores sociales que interactúan con la microcuenca del Estero del Yugo y qué conocimiento, percepción y capacidad de conservación tienen respecto al área?
- ¿Cuáles son los objetos prioritarios a conservar en la microcuenca del Estero del Yugo y cuál es su estado de viabilidad/integridad ecológica?
- ¿Cuáles son las presiones, las fuentes de presión y las amenazas que afectan a los objetos prioritarios a conservar en la microcuenca del Estero del Yugo?
- ¿Qué acciones se pueden recomendar al CIAD, A.C. para el manejo y conservación de los objetos prioritarios de conservación y de la microcuenca del Estero del Yugo en general?

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Realizar la evaluación socioecológica de la microcuenca del Estero del Yugo, Mazatlán, Sinaloa para el desarrollo de un proceso de planificación para su conservación.

4.2 Objetivos Específicos

1. Realizar una Evaluación Ecológica Rápida de la microcuenca del Estero del Yugo.
2. Realizar una evaluación social participativa sobre el conocimiento, percepción y capacidad de conservación de la microcuenca del Estero del Yugo.
3. Seleccionar los objetos naturales y socioculturales prioritarios a conservar en la microcuenca del Estero del Yugo y analizar su estado de viabilidad/integridad ecológica.
4. Identificar y evaluar las amenazas que afectan a los objetos prioritarios de conservación de la microcuenca del Estero del Yugo.
5. Proponer recomendaciones al CIAD, A.C. para la conservación de la microcuenca del Estero del Yugo.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Área de Estudio

5.1.1 Extensión y Ubicación

La microcuenca del Estero del Yugo tiene una extensión de 207.29 hectáreas y se localiza al noroeste de los límites de la zona urbana conocida como “Cerritos” de la ciudad de Mazatlán, en el sur de Sinaloa, México (figura 6) (González, 2016). Sus coordenadas extremas son 23°18'39.19"N-106°28'40.55"O al norte, 23°18'16.76"N-106°29'15.15"O al oeste, 23°18'35.93"N-106°27'53.48"O al este y 23°17'36.98"N-106°28'29.27"O al sur y abarca de 0 a 80 metros sobre el nivel del mar.

Se ubica dentro de la provincia fisiográfica Llanura costera del Pacífico, en la subprovincia fisiográfica de Mazatlán, presentando una topografía de llanuras (INEGI, 2001). La mayor proporción del material geológico que presenta la zona de estudio pertenece a la Era del Paleozoico con un tipo de roca de Esquisto (P (E)) y el grupo de suelo dominante en el área es regosol hiposódico (RGsow) (INEGI, 2013).

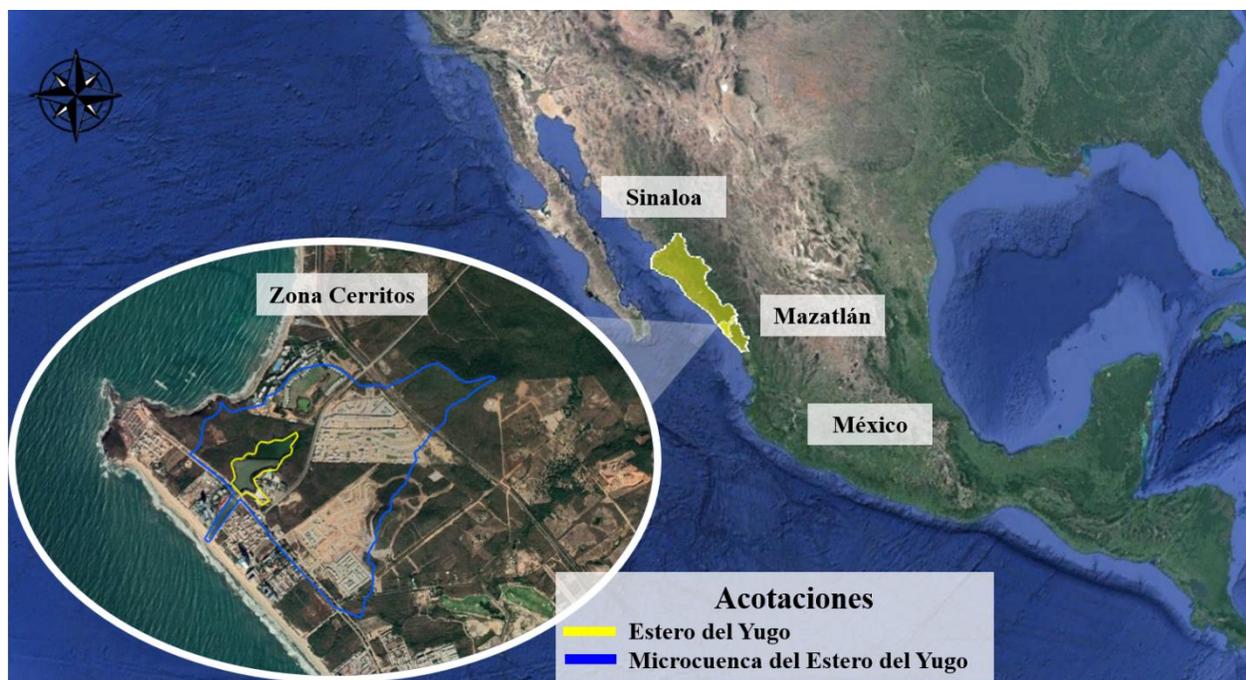


Figura 6. Ubicación de la microcuenca del Estero del Yugo en la zona Cerritos de la ciudad de Mazatlán, en el sur de Sinaloa, México. Elaborado con base en imágenes de Google Earth Pro, 2020.

5.1.2 Características Climáticas e Hidrológicas

El clima que le corresponde al área de estudio es el semiárido cálido (BS1(h') w), el cual presenta una temperatura media anual mayor a 22° C y una temperatura del mes más frío mayor a 18° C, con lluvias de verano y un porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual (García, 1998). De acuerdo al estudio realizado por Zúñiga (2011) con datos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional, se identifican tres épocas climáticas en la zona: 1) secas frías (de noviembre a febrero), 2) secas cálidas (de marzo a junio), y 3) lluvias (de julio a octubre). La precipitación media anual es de 904.80 milímetros (González, 2016). El área de estudio se encuentra dentro de la Región Hidrológica 11 Presidio-San Pedro, en la Cuenca Presidio (SEMARNAT-CONAGUA, 2018). De acuerdo con el Estudio hidrológico realizado en el CIAD, A.C. Unidad Mazatlán (González, 2016), existen once afluentes que se forman naturalmente durante la temporada de lluvias y que convergen en los cuerpos lagunares del Estero del Yugo. La laguna norte (3.50 hectáreas) y la sur (3.66 hectáreas), se comunican entre sí a través de un canal

de demasías de 2 metros de ancho ubicado en el extremo del bordo divisorio de tierra, el cual fue construido para que la laguna norte vertiera el exceso de agua a la sur. La laguna sur se comunica con el mar a través de un pequeño canal (menos de dos metros de ancho) que se encuentra por debajo de la Avenida Sábalo-Cerritos y que, a su vez, se conecta con un canal que finaliza con la boca estuarina efímera (figura 7), que consta de una barrera de arena que se forma naturalmente con el oleaje y que se abre temporalmente por la presión hidrostática de la laguna sur cuando se llena (generalmente en temporada de lluvias), por la fuerza del oleaje cuando existe marea alta o mecánicamente por acción humana. Adicionalmente, la laguna sur recibe de manera permanente las descargas de agua marina de un sistema de circulación abierta de cultivo de la Planta piloto de peces marinos de la Unidad Mazatlán del CIAD.



Figura 7. Cuerpos lagunares, canales, boca estuarina y bordo divisorio del Estero del Yugo. Elaborado con base en imágenes de Google Earth Pro, 2020.

5.1.3 Uso de Suelo

El uso de suelo de la microcuenca se conforma en un 56.8 % de zona urbana, con un 38.6 % de vegetación reportada como selva baja espinosa caducifolia por INEGI (2015) y un 4.46 % de los cuerpos lagunares (figura 8). En cuanto a la tenencia de la tierra, el 90 % pertenece a propietarios particulares, el 4.61 % conformado por los cuerpos lagunares y la ZOFEMAT del Estero del Yugo se encuentran bajo la administración legal del CIAD, un 4.4 % corresponde a vialidades y áreas verdes reguladas por el Ayuntamiento de Mazatlán y el 0.99 % restante corresponde al canal que comunica al Estero del Yugo con el mar del cual se desconoce la figura de su concesionario o administrador.



Figura 8. Uso de suelo y vegetación de la microcuenca del Estero del Yugo de acuerdo con el INEGI (2015). La línea azul delimita la microcuenca. Elaborado con base en imágenes de Google Earth Pro, 2020.

5.1.4 Infraestructura

La microcuenca del Estero del Yugo cuenta con elementos de infraestructura destinada a la realización de actividades principalmente de educación ambiental, ecoturismo e investigación científica (cuadro 5, figura 9). La mayoría la de infraestructura se encuentra dentro de la ZOFEMAT, exceptuando por algunos letreros de señalización. Cabe mencionar que la generalidad de los senderos interpretativos (cinco kilómetros) están distribuidos en los terrenos aledaños al Estero.

Cuadro 5. Infraestructura actual existente dentro de la microcuenca del Estero del Yugo.

Infraestructura	Descripción	Estado de la infraestructura
Senderos interpretativos	Seis kilómetros de senderos interpretativos de uno a dos metros de ancho (un kilómetro ubicado dentro de la ZOFEMAT y cinco kilómetros distribuidos en los terrenos aledaños).	Deteriorado
Instalaciones rústicas	Palapa de observación y plataforma elevada.	Deteriorado
	Torre de observación de metal de 10 metros de altura.	Deteriorado
	Cabaña de observación.	Deteriorado
Inmuebles	Caseta de vigilancia para el ingreso a la Unidad Mazatlán del CIAD y para el Estero del Yugo.	Conservada
	Módulo de educación ambiental, conformado por dos oficinas, un baño y un salón de usos múltiples.	Conservado
	Tienda de souvenirs y dos baños.	Conservado
Cercado	Malla ciclónica que delimita al Estero del Yugo de la avenida Sábalo Cerritos.	Deteriorado
Señalética	Letreros con contenido informativo y restrictivo ubicados a lo largo de los senderos interpretativos.	Deteriorado

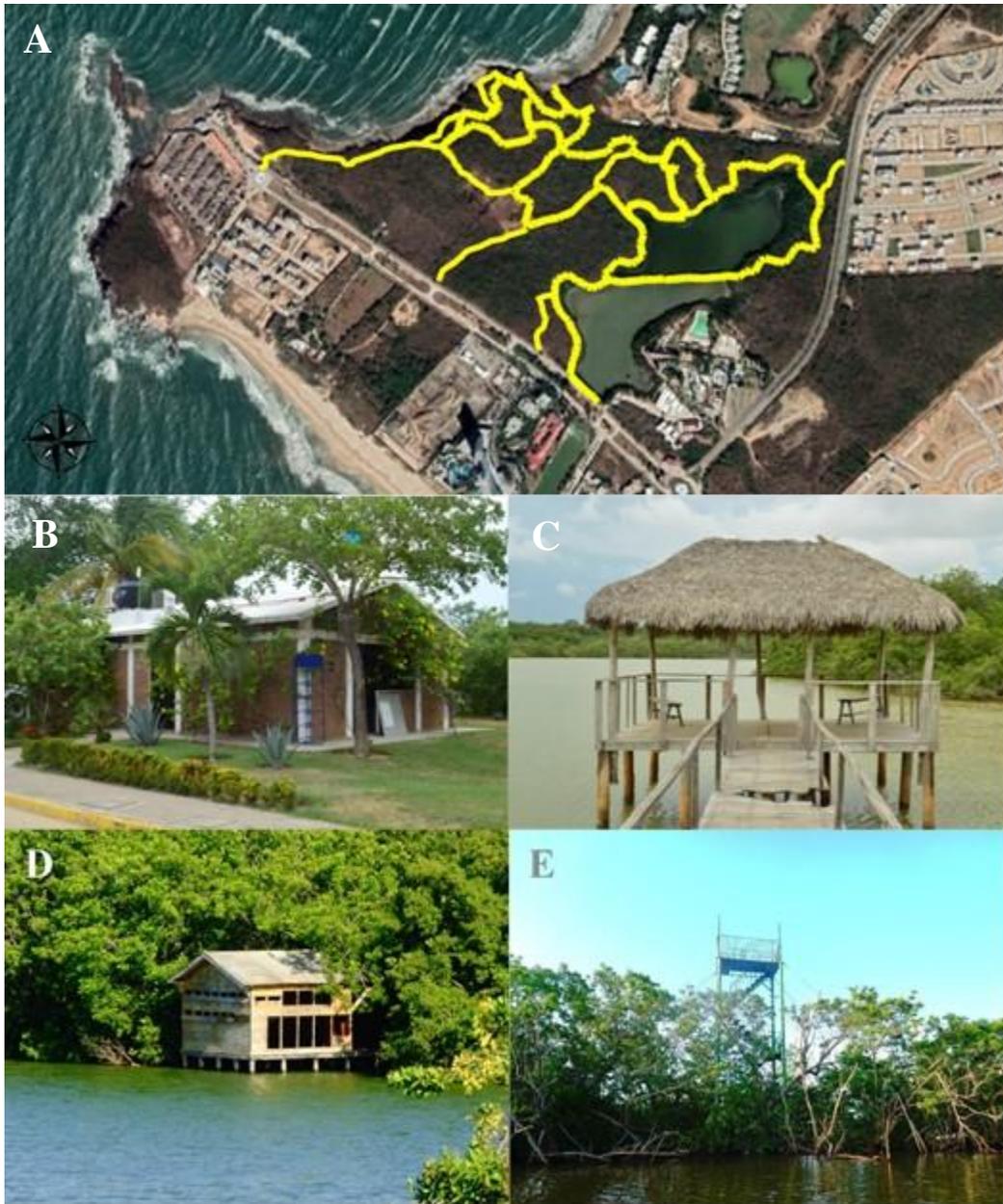


Figura 9. Elementos que integran la infraestructura existente dentro de la microcuenca del Estero del Yugo en el 2020. A: seis kilómetros de senderos interpretativos. Fuente de la imagen: Google Earth Pro, 2020). B: módulo de educación ambiental. C: plataforma elevada de observación con su palapa. D: Cabaña de observación. E: Torre de observación. Fuente de las fotografías: C. Peraza, 2019.

5.2 Metodología

5.2.1 Tipo de Investigación

El presente trabajo se realizó bajo un enfoque cualitativo y un diseño no experimental, al buscar describir las características actuales del área de estudio mediante la observación directa de sus elementos, sin la manipulación de alguno de éstos para la prueba de hipótesis (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Adicionalmente, la investigación fue de tipo aplicada, proyectando que la información generada se emplee para la conservación del área en cuestión.

5.2.2 Planificación para la Conservación de Áreas

Se tomó como directriz metodológica para el presente trabajo el Manual de Planificación para la Conservación de Áreas (PCA) diseñado por The Nature Conservancy (Granizo *et al.*, 2006), el cual es una herramienta basada en la Planificación Sistemática para la Conservación pero adaptada al contexto social de las ANP de América Latina. Este instrumento de planeación tiene como objetivos principales la identificación de prioridades de conservación en áreas de importancia para la biodiversidad y el diseño de estrategias para su manejo y conservación. Consiste en un proceso cíclico compuesto de diez etapas que se describen a continuación (figura 10).

1. Diagnóstico de la biodiversidad. Es la etapa más robusta del proceso de la PCA y consiste en la generación y/o recopilación de información de índole ecológica y social sobre la biodiversidad que integra el área en cuestión, así como la identificación de las problemáticas socio-ambientales que los afectan y las condiciones actuales en que se encuentran.



Figura 10. Esquema que representa las diez etapas de la PCA (en azul) con las que se diseñaron los objetivos específicos del presente trabajo de tesis (en verde).

2. Selección de los objetos de conservación. Los objetos de conservación son “todas aquellas entidades, características o valores que se desean conservar en un área”. Estos objetos se clasifican en naturales, pudiendo ser especies, comunidades, ecosistemas o algún aspecto importante de la biodiversidad; o en culturales, que a su vez se dividen en materiales (restos arqueológicos, sitios culturales, bienes históricos, entre otros) y en inmateriales (prácticas socioculturales, conocimiento histórico, grupos étnicos, entre otros). Identificar y seleccionar los objetos de conservación de un área permite plantear objetivos más enfocados y, por ende, optimizar los recursos en un proyecto de conservación. Así mismo, al conservar dichos objetos se busca conservar el resto de los valores naturales y culturales del área, al mismo tiempo que se aminoran las amenazas que los afectan. Algunas recomendaciones de TNC para la selección de objetos de conservación son que se elijan no más de ocho objetos en total, que éstos representen toda la biodiversidad del área, que reflejen las amenazas del sitio y que su conservación sea útil de acuerdo a la escala geográfica de la misma área (Granizo *et al.*, 2006).

3. Análisis de la viabilidad/integridad ecológica de los objetos de conservación. La viabilidad (en el caso de especies) o la integridad ecológica (en el caso de comunidades biológicas y sistemas ecológicos) se refieren a “la habilidad de un objeto de conservación de persistir por varias

generaciones, a través de largos períodos”. Conocer esta propiedad de los objetos de conservación tiene distintos beneficios, como el establecer con mayor claridad los objetivos y metas de conservación, así como monitorear la eficiencia de su manejo a través de indicadores específicos (Granizo *et al.*, 2006). Para determinar la viabilidad/integridad ecológica de un objeto, se deben seguir los siguientes pasos:

- 3.1 Seleccionar atributos ecológicos clave. Consiste en identificar propiedades intrínsecas de los objetos que correspondan al menos a una de tres categorías: su tamaño, su condición y su contexto paisajístico. Dichos atributos deben considerarse como críticos para que el objeto pueda subsistir a través del tiempo en el área en cuestión. Se recomienda la selección mínima de un atributo clave y la máxima de cinco por objeto de conservación.
- 3.2 Identificar indicadores para cada atributo ecológico clave. Para cada atributo ecológico clave seleccionado, se debe definir un indicador que permita medir sus cambios a lo largo del tiempo; dicho indicador debe cumplir, en la medida de lo posible, con las características de ser cuantificable, preciso y relevante desde el punto de vista socioecológico.
- 3.3 Determinar los rangos de variación aceptables para cada atributo ecológico clave. Consiste en establecer los umbrales de fluctuación en los que el indicador de cada atributo ecológico clave pueda tomar un valor de manera natural, sin comprometer su subsistencia.
- 3.4 Determinar el estado actual y el deseado de los atributos ecológicos clave. Se debe tomar en cuenta la información disponible de los objetos y en caso de ser insuficiente, apoyarse con la opinión de expertos. Posteriormente, se debe definir de forma crítica los valores actuales para cada indicador, además de establecer metas de tiempo para alcanzar el estado de viabilidad o integridad ecológica deseada de los objetos a futuro.

4. Identificación de las presiones. Una presión es el daño funcional o el deterioro de un atributo ecológico clave de un objeto de conservación, que influye negativamente en su viabilidad (Granizo *et al.*, 2006). Para la identificación de las presiones que afectan a los objetos, TNC sugiere valerse de la información disponible sobre el área o del apoyo de expertos. Posteriormente, cada presión es evaluada de acuerdo a su severidad (grado de daño que está generando al objeto) y su alcance (extensión geográfica de la presión sobre el objeto) (cuadro 6).

Cuadro 6. Criterios de evaluación de la presión. Fuente: Granizo *et al.* (2006).

		Severidad			
		Muy alto	Alto	Medio	Bajo
Alcance	Muy alto	Muy alto	Alto	Medio	Bajo
	Alto	Alto	Alto	Medio	Bajo
	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo
	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

5. Identificación de las fuentes de presión y las amenazas. Una fuente de presión es, por lo general, una actividad antrópica no sostenible que origina a su vez más de una presión y puede afectar a más de un objeto de conservación (Granizo *et al.*, 2006). Para identificarlas, TNC sugiere realizar un análisis de actores para, a su vez, conocer de dónde provienen las fuentes de presión y entender su existencia. Como paso siguiente, cada fuente es evaluada de acuerdo a su contribución (grado en que la fuente causa la presión) y su irreversibilidad (grado de dificultad para que se revierta el impacto del problema generado por la causa) (cuadro 7). Posteriormente, la conjunción de una presión con la fuente que la origina permite identificar a las amenazas (cuadro 8), lo que provee información para entender el porqué del estado actual de viabilidad/integridad ecológica de los objetos de conservación, al mismo tiempo que plantea dónde son requeridas las acciones de conservación de manera inmediata (Granizo *et al.*, 2006).

Cuadro 7. Criterios de evaluación de la fuente de presión. Fuente: Granizo *et al.*, 2006.

		Contribución			
		Muy alto	Alto	Medio	Bajo
Irreversibilidad	Muy alto	Muy alto	Alto	Alto	Medio
	Alto	Muy alto	Alto	Medio	Medio
	Medio	Alto	Medio	Medio	Bajo
	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Bajo

Cuadro 8. Identificación del valor de la amenaza. Fuente: Granizo *et al.*, 2006.

		Fuente de presión			
		Muy alto	Alto	Medio	Bajo
Presión	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Alto	Medio
	Alto	Alto	Alto	Medio	Bajo
	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo
	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	

6. Análisis del contexto humano. TNC define al contexto humano como “las interacciones entre los actores y su entorno natural y social”. A su vez, el entorno social se compone por los procesos históricos, políticos, económicos, ambientales, legales y sociales que han sucedido y están sucediendo en la actualidad en el área de interés. La metodología de la PCA sugiere realizar un análisis de dicho contexto durante tres etapas:

6.1 Antes de desarrollar la PCA, mediante el reunir toda la información económica, política y social del área en cuestión, la cual servirá de base para todo el proceso en general y el diseño de estrategias de conservación alineadas al contexto social.

6.2 Durante el diseño de las estrategias de conservación, a través de identificar a los actores con disposición a participar en la implementación de dichas estrategias.

6.3 Al terminar el proceso de la PCA, socializando el plan con todos los actores involucrados en el área que se desea conservar para incentivar su participación.

7. Capacidad de conservación. La capacidad de conservación se refiere a “la disponibilidad de aquellos elementos humanos, institucionales, financieros, legales, políticos y de participación requeridos para llevar a cabo el trabajo de conservación, es decir, para poder implementar las actividades que nos permitirán alcanzar los objetivos estratégicos, los cuales, a su vez, ayudarán a mitigar las amenazas o a mejorar la salud de los objetos de conservación” (Granizo *et al.*, 2006). Conocer los recursos con los que se cuentan en el presente permitirá diseñar estrategias de conservación más realistas y alcanzables.

8. Diseño de estrategias de conservación. Una estrategia de conservación es “una acción que permite alcanzar un objetivo específico, que reduce o minimiza una amenaza, aumenta la viabilidad de un objeto de conservación y mejora la capacidad de conservación” (Granizo *et al.*, 2006). En esta etapa, se emplea toda la información recabada en el diagnóstico previo y se elaboran estrategias que contengan principalmente objetivos medibles con plazos de tiempo definidos, acompañados

de las acciones para lograrlos y un sistema para monitorear los resultados. Este contenido puede instrumentarse en un plan de acción o más específicamente, en un plan operativo anual.

9. Aplicación de estrategias de conservación. Como su nombre lo indica, esta etapa consiste en la implementación de las estrategias en el plazo de tiempo previamente definido.

10. Evaluación del éxito en la conservación. De acuerdo con TNC, el éxito en la conservación consiste en “lograr avances sustanciales en la mitigación duradera de las amenazas críticas y en el mantenimiento o mejoramiento sostenido de la viabilidad de los objetos de conservación en los sitios identificados con tal fin” (Granizo *et al.*, 2006). Para conocer dicho éxito, es necesario el diseño e implementación de un plan de monitoreo, el cual es un instrumento compuesto por indicadores que proporcionan información sobre el impacto del proyecto en los objetos a conservarse y el sitio en general. Previo al diseño del plan de monitoreo, se recomienda definir algunos elementos como conocer la audiencia para quién se destinará la información generada en el plan, conocer qué aspecto del PCA se monitoreará (si la viabilidad/integridad ecológica de los objetos de conservación, la reducción de las amenazas o ambos), determinar las técnicas de recolección de información de acuerdo a su confiabilidad y costo, designar quién, cuándo y dónde se recopilará la información y establecer cómo se analizará y sistematizará la información.

Algunas de las ventajas de la implementación de la PCA son que es un proceso flexible y adaptable a los distintos tipos de ANP, es económico, rápido y fácil de realizar, permite trabajar con la información disponible del área, puede emplearse con el fin de conservar la biodiversidad en general y no solo de las ANP (Granizo *et al.*, 2006) y al ser un proceso de planificación, permite priorizar las acciones de manejo. Teniendo como base esta herramienta metodológica, se espera que a partir del conocimiento de las características socioecológicas y las problemáticas de un área, se puedan plantear estrategias para su manejo y conservación *in situ* (CONANP, 2018).

Como comentario final en este apartado, es importante puntualizar que en el presente trabajo de tesis se abordaron las etapas de la PCA del número uno a la octava, las cuales están orientadas al diagnóstico de los valores socioecológicos del área y el diseño de estrategias para su conservación. Asimismo, las ocho etapas desarrolladas se complementaron con otras herramientas metodológicas para obtener el tipo de información deseado sobre la microcuenca del Estero de Yugo.

5.2.3 Evaluación Ecológica Rápida de la Microcuenca del Estero del Yugo

La Evaluación Ecológica Rápida (EER) es un tipo de análisis sinóptico propuesto por TNC en 1992, el cual permite generar información básica sobre la biodiversidad de una forma flexible, rápida y sencilla para la toma de decisiones respecto al manejo de la misma (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010; Méndez, 2012). La EER realizada en la microcuenca del Estero del Yugo abordó aspectos hidrológicos, biológicos e índices ecológicos con el afán de tener una visión actualizada y general de sus características y su estado de conservación.

5.2.3.1. Caracterización hidrológica

5.2.3.1.1 Aportes de agua a los cuerpos lagunares. Se realizó un monitoreo en campo durante un año (mayo 2019-abril 2020) para la identificación y georreferenciación de los aportes de agua naturales y antrópicos en las lagunas del Estero del Yugo. Para ello, se tomaron como referencia los afluentes identificados previamente en el Estudio hidrológico del CIAD (González, 2016), así como posibles descargas señaladas por la comunidad del CIAD. En adición, se investigó en la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) del Organismo de cuenca Pacífico Norte la existencia de otras posibles descargas en el Estero.

5.2.3.1.2 Aporte de agua de la Planta piloto de peces marinos de la Unidad Mazatlán del CIAD. Se calculó el vertimiento de agua de la planta piloto con el objetivo de determinar qué cantidad de agua ingresa a las lagunas del Estero del Yugo en periodos de tiempo determinados y así generar más información sobre la dinámica hidrológica de la laguna sur. Para ello, se empleó una modificación de la metodología empleada por Montijo (2009), donde se midió el tiempo (en segundos) en que tardó en llenarse de agua una cubeta de 20 litros por cada uno de los tres tubos de descarga con los que cuenta el inmueble. Se realizaron 3 lecturas por cada tubo, 3 veces al día (mañana, medio día y tarde), cada 15 días, durante 6 meses (agosto 2019-enero 2020) (figura 11).

Las lecturas de cada tubo se promediaron y se sumaron para obtener el promedio diario y mensual de vertimiento de agua. Por último, para estimar en cuántos días se llena la laguna sur por el aporte de la planta piloto, se dividió el volumen estimado en la batimetría realizada en el presente trabajo entre el volumen del aporte diario de dicha planta piloto.



Figura 11. Ejemplificación de la medición del vertimiento de agua marina de la Planta piloto de peces marinos del CIAD hacia la laguna sur. Fuente de la fotografía: C. Peraza, agosto 2019.

5.2.3.1.3 Apertura de la boca estuarina. Se monitoreó la boca del Estero durante un ciclo anual (mayo 2019-abril 2020) con la intención de conocer el tiempo en que permanece abierta o cerrada y, por ende, los períodos de inundación y desecación al interior del Estero Para ello, se monitoreó mediante observación directa las ocasiones en que la boca estuarina se abrió, así como la causa de su apertura y el tiempo que duró abierta.

5.2.3.1.4 Batimetría de los cuerpos lagunares. Se realizó un muestreo en cada una de las lagunas cuando visualmente se percató que tenían un nivel elevado de agua que permitiera navegarlas. Para el caso de la laguna sur, el muestreo fue en julio 2019 mientras que para la laguna norte, en septiembre del mismo año. En cada muestreo, se empleó una lancha de fondo plano para realizar

transectos lineales en sentido norte-sur y de este-oeste, buscando cubrir la mayor área posible del espejo de agua dentro de las lagunas (Gómez, 2013). Se empleó una sonda batimétrica GPSmap 520s Garmin para medir la profundidad y su coordenada geográfica cada dos segundos. Los datos fueron procesados en el software QGIS Madeira 3.4 para la elaboración de un mapa de las profundidades de las dos lagunas del Estero del Yugo. Para calcular el volumen de almacenamiento, se multiplicó el promedio de las mediciones batimétricas por el área de cada laguna.

5.2.3.1.5 Estado trófico de los cuerpos lagunares. Para conocer el comportamiento de eutrofización del Estero del Yugo, se realizó un muestreo en cada una de las tres épocas climáticas empleadas por Zúñiga (2011), resultando el primer muestreo en junio 2019 (secas cálidas), el segundo en marzo 2020 (secas frías) y el tercero en julio 2020 (lluvias). En cada muestreo, se colectaron 500 mililitros de agua en cada una de las 14 estaciones (puntos geográficos referenciados) establecidas por Elenes (2009) (figura 12), de las cuales tres estaciones se encuentran distribuidas en la laguna norte y once en la laguna sur.

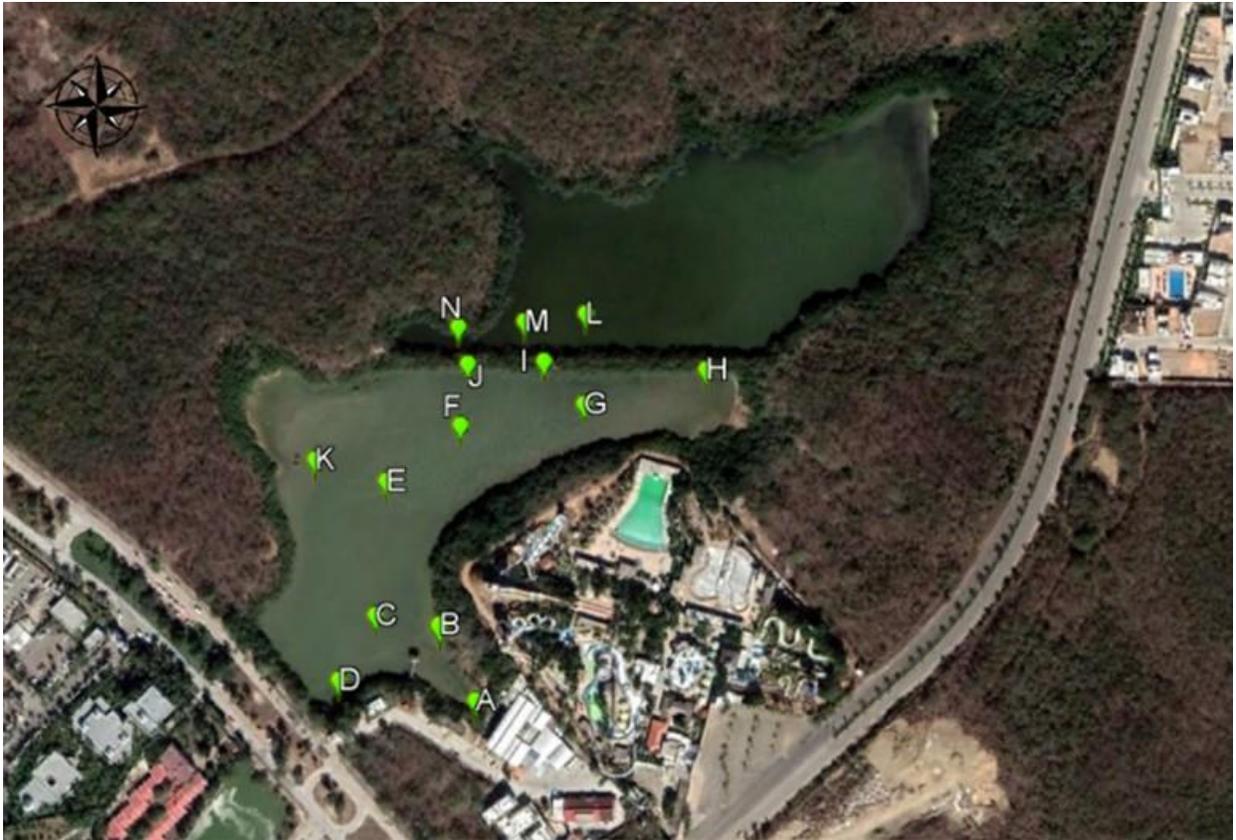


Figura 12. Estaciones de muestreo para el análisis del nivel de eutrofización de los cuerpos lagunares del Estero del Yugo. Elaborado con base en una imagen de Google Earth Pro, 2020.

En cada estación de muestreo se registró la temperatura y el nivel de oxígeno disuelto con un oxímetro YSI 52 y la salinidad con un refractómetro ATAGO S28E. Seguido de la obtención de las muestras, éstas fueron procesadas en el Laboratorio de Química y Productividad Acuática de la Unidad Mazatlán del CIAD, donde se procedió a determinar el nivel del estado trófico a través del Índice TRIX (Vollenweider *et al.*, 1998), el cual es el más empleado en México para ecosistemas costeros (Muciño *et al.*, 2017). Como su nombre lo indica, este índice determina el nivel trófico del agua y es resultado de la combinación de ocho variables físico químicas del agua: la temperatura, la salinidad, el oxígeno disuelto, el nivel de clorofila a, el nivel de nitrito, el nivel de nitrato, el nivel de fósforo total y el nivel de amonio. Su fórmula es:

$$(1) \quad TRIX = (\text{Log } 10 (Cl a \times Ad\% \times NID \times PT) + k)/m$$

Donde:

$Cl a$ = concentración de clorofila a

$Ad\%$ = valor absoluto de la desviación del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto

NID = nitrógeno inorgánico disuelto

PT = concentraciones de fósforo

k = 1.5 (constante)

m = 1.2 (constante)

Para el análisis de las variables de clorofila a , nitritos, nitratos, fósforo y amonio, se emplearon métodos colorímetros, apoyándose de un Espectrofotómetro UV-Visible 8453E Algilent para realizar la medición de cada uno. El Índice del estado trófico TRIX tiene valores dentro de la escala de cero a diez, organizadas en cuatro categorías relacionadas al nivel del estado trófico del agua y la productividad biológica (cuadro 9).

Cuadro 9. Valores del Índice TRIX. Fuente: Vollenweider *et al.*, 1998.

Valor	Estado trófico	Característica del agua
0-4	Oligotrófico	Pobrementemente productiva
4-5	Mesotrófico	Moderadamente productiva
5-6	Eutrófico	Entre moderada y alta productividad
6-10	Hipertrófico	Altamente productiva

5.2.3.2 Flora y vegetación

5.2.3.2.1 Composición florística y su estatus de conservación. Se realizaron numerosos recorridos durante un año (junio 2019-mayo 2020) por los parches de vegetación de la microcuenca del Estero del Yugo para el reconocimiento de su composición florística, especialmente de plantas vasculares. Éstas fueron identificadas con el apoyo de la bibliografía disponible (Standley, 1920; Bravo y Sánchez, 1978; Martínez, 1979; Toledo, 1982; Flores *et al.*, 1996; Villaseñor y Espinosa, 1998; Vega, 2000; Felger *et al.*, 2001; Rzedowski *et al.*, 2004; Pennington y Sarukhán, 2005; Vega y Villaseñor, 2008; Van Devender *et al.*, 2012; Rzedowski, 2015; CONABIO, 2020), la consulta de especialistas, la consulta de registros en la plataforma Naturalista (www.naturalista.mx) y la consulta de ejemplares pertenecientes al Herbario del CIAD (HCIAD) con sede en el Laboratorio de Ictiología y Biodiversidad del CIAD Unidad Mazatlán. Con las observaciones obtenidas durante el muestreo y la literatura mencionada, se elaboró un cuadro donde se ingresó el nombre científico y su respectiva familia, el nombre común, la forma de vida, si su distribución era natural, era una especie endémica de la región o era una especie introducida, si se encontró presente en el listado de Especies Prioritarias para la Conservación (EPC) (SEMARNAT, 2020), así como su estatus de conservación en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2019, los apéndices de especies protegidas por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Las especies no identificadas se fotografiaron y/o se recolectaron y herborizaron para su posterior identificación y depósito en el Herbario HCIAD.

5.2.3.2.2 Vegetación. Con base en la vegetación reportada por INEGI (2015) para la zona Cerritos (figura 8), se muestrearon los tipos de vegetación con estrato arbóreo y arbustivo, los cuales fueron el manglar y la selva baja espinosa caducifolia. Posteriormente, se emplearon imágenes satelitales disponibles en Google Earth Pro para determinar la extensión de los tipos de vegetación. En el caso de otros tipos de comunidades vegetales predominantemente herbáceas presentes en la zona, se determinó su composición florística y también se calculó su extensión.

5.2.3.2.1 Parámetros ecológicos de la vegetación. Para la selva baja espinosa caducifolia, se identificaron los parches más grandes, resultando cuatro (figura 13). Posteriormente, se realizó un muestreo dirigido con 26 cuadrantes o parcelas de 20 metros por 20 metros, que en conjunto representaron el 10 % del área cubierta con el mismo tipo de vegetación en la microcuenca, de acuerdo a la metodología propuesta por Gallina (2011) (parche 1: cuadrante 1-9; parche 2: cuadrante 10-17; parche 3: cuadrante 18-22; parche 4: cuadrante 23-26). En cada cuadrante, se registró la especie, la abundancia, la altura (mediante estimación visual) y la medición manual del diámetro a la altura del pecho (DAP) de los árboles y arbustos con un grosor mayor a 2.5 centímetros y/o una altura igual o mayor a 1.5 metros.



Figura 13. Distribución de cuadrantes en cuatro parches de vegetación en la microcuenca del Estero del Yugo para la evaluación ecológica rápida de la selva baja espinosa caducifolia. Elaborado con base en una imagen de Google Earth Pro, 2020.

En el caso del manglar, se realizó un muestreo sistemático siguiendo todo el contorno que bordea las dos lagunas y el bordo divisorio, resultando en 10 cuadrantes de 20 metros de largo por el ancho que tuviera la franja de manglar en cada cuadrante (figura 14). Al igual que para la selva baja

espinosa caducifolia, en cada cuadrante se registró la especie, la abundancia, el DAP de los árboles mayores a 2.5 centímetros de diámetro y la altura promedio de los árboles en el cuadrante.

Con los datos recabados, se obtuvieron los siguientes parámetros ecológicos tanto para la selva baja espinosa caducifolia como para el manglar:

- Estructura vertical y horizontal. Se elaboraron histogramas con la altura y el grosor de los individuos tomando como referencia las descripciones botánicas de Rzedowski (2006) y las categorías diamétricas empleadas por García (2005) y Velázquez *et al.* (2019).
- Diversidad alfa.
 - Riqueza específica (S). Consiste en el número de especies presentes en un determinado lugar (Loyola, 2015).

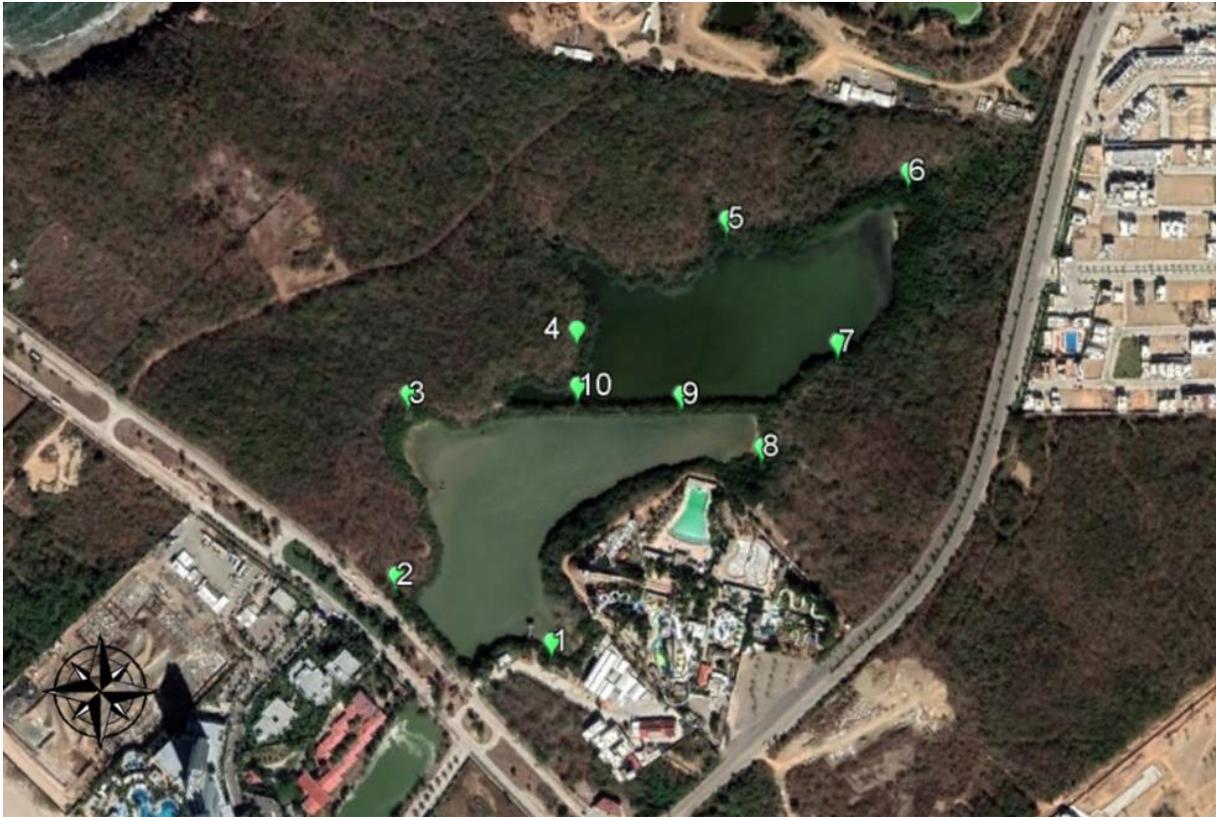


Figura 14. Distribución de cuadrantes en la microcuenca del Estero del Yugo para la evaluación ecológica rápida del manglar. Elaborado con base en una imagen de Google Earth Pro, 2020.

- Diversidad beta.
 - Índice de Sorensen (IS). Compara a dos comunidades, en este caso los parches de selva baja espinosa caducifolia, a través de la presencia/ausencia de especies en cada una (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Su fórmula es:

$$(2) \quad IS = (2C/A + B) * 100$$

Donde:

A = número de especies encontradas en la comunidad A

B = número de especies encontradas en la comunidad B

C = número de especies encontradas en ambas comunidades

- Coeficiente de similitud de Sorensen para datos cuantitativos (IScuant). Permite identificar el grado de similitud entre dos muestras de acuerdo a la abundancia de sus especies (Moreno, 2001), en este caso los cuadrantes muestreados en la vegetación del manglar. Su fórmula es:

$$(3) \quad IS_{cuant} = \frac{2Pn}{aN+bN}$$

Donde:

aN = número total de individuos en el sitio A

bN = número total de individuos en el sitio B

pN = sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios.

- Índice de Valor de Importancia (IVI): mide el nivel de influencia de las especies registradas en el equilibrio de las comunidades vegetales de un área determinada (Loyola, 2015). Su fórmula es:

$$(4) \quad IVI = Frecuencia\ relativa + Densidad\ relativa + Dominancia\ relativa$$

Donde:

Frecuencia relativa = se obtiene dividiendo el número de cuadrantes con la especie en cuestión, entre el número total de especies y se multiplica por 100.

Densidad relativa = se calcula dividiendo el número de individuos de la especie en cuestión entre el número total de individuos y se multiplica por 100.

Dominancia relativa = se obtiene dividiendo la superficie de la suma de las áreas basales de los individuos de la especie en cuestión entre la superficie de todas las áreas basales de todas las especies y se multiplica por 100.

Para obtener el área basal de cada individuo, se empleó la fórmula empleada por Loyola (2015):

$$(5) \quad AB = 0.7854 \times DAP^2$$

Donde:

AB = área basal

DAP = diámetro a la altura del pecho

5.2.3.2.2. Calidad de la vegetación. Se aplicó el Habitat Hectares Scoring Method, el cual permite evaluar la calidad de distintos tipos de vegetación (Department of Sustainability and Environment, 2004). El método plantea siete componentes relacionados a la condición (o calidad) de la vegetación de un área determinada, comparándola con las características de una vegetación hipotéticamente madura y sin alteración antrópica y tres componentes relacionados a su contexto paisajístico (cuadro 10). Como paso final, con la sumatoria de los valores de los 10 componentes se obtiene el puntaje del hábitat por sitio muestreado, donde los valores cercanos a 100 denotan una calidad de vegetación con poca o nula alteración. Para la selva baja espinosa caducifolia y el manglar, se emplearon los diez componentes del método, tomando en cuenta algunas modificaciones realizadas por García (2005). Como vegetación “modelo”, se emplearon las descripciones botánicas realizadas por Rzedowski (2006).

Cuadro 10. Componentes del Habitat Hectares Scoring Method. Fuente: Department of Sustainability and Environment, 2004.

Tipos de componentes	Componentes	Puntaje máximo por componente
Componentes relacionados a la condición del sitio	Árboles grandes	10
	Cobertura dosel	5
	Sotobosque	25
	Cobertura de malezas	15
	Rebrotos	10
	Materia orgánica	5
	Troncos	5
Componentes relacionados al contexto paisajístico del sitio	Tamaño del parche	10
	Conectividad con otros parches	10
	Distancia al área núcleo	5
Puntaje total		100

5.2.3.3 Fauna

5.2.3.3.1 Composición faunística y su estatus de conservación. Se realizaron numerosos recorridos diurnos y nocturnos no sistemáticos durante un año (junio 2019-mayo 2020) en los parches de vegetación más grandes de la microcuenca del Estero del Yugo. Se registró la presencia de las especies de vertebrados (aves, mamíferos, anfibios y reptiles) a través de observación directa e indirecta (identificación de rastros como huellas, excretas, cantos, sonidos, entre otros) (Méndez, 2012). La identificación de las especies y sus características se realizó gracias a la asesoría de especialistas, a la consulta de registros en la plataforma Naturalista (www.naturalista.mx) y a la descripción de especies de la base de datos virtual de Audubon (2020) (para el caso de aves).

Con las observaciones obtenidas durante el muestreo, se elaboró un cuadro donde se ingresó el nombre científico y su respectiva familia, el nombre común, su tipo de hábitat (terrestre o acuático), si su distribución era natural o era una especie introducida, si se encontró presente en el listado de

las EPC, así como su estatus de conservación en la NOM-059-SEMARNAT-2019, los apéndices de especies protegidas por la CITES y la Lista Roja de la UICN.

5.2.3.3.2 Calidad del hábitat para la fauna. Con la finalidad de identificar el grado de funcionalidad del Estero del Yugo como hábitat para la fauna que alberga, se empleó el Índice del Hábitat Adecuado (HSI, por sus siglas en inglés Habitat Suitability Index) propuesto por la asociación US Fish and Wildlife Service. De manera general, el desarrollo de este índice consiste en 1) identificar atributos del hábitat (físicos, ecológicos, biológicos) que resulten indispensables para la sobrevivencia de una especie (o grupo), 2) ponderarlos de acuerdo a su relevancia para la(s) especie(s), 3) otorgarles un puntaje de acuerdo a cómo se perciben en el área de estudio y 4) analizar los puntajes a través de la siguiente fórmula:

$$(6) \quad HSI = \frac{[(a_1 + a_2 + a_3 \dots)]}{\sum a_n} - Vp$$

Donde:

HSI = Índice de la Calidad del Hábitat

a₁, a₂, a₃ = atributos del hábitat

Vp = valor de presión (grado de conservación del paisaje, de acuerdo al criterio del evaluador)

De acuerdo al resultado obtenido en la fórmula, éste se clasifica en alguna de las cuatro categorías (inapropiada de 0 a 0.25, baja de 0.26 a 0.46, media de 0.47 a 0.67 y alta de 0.68 a 1), las cuales expresan la calidad del hábitat final para el área estudiada.

Para el presente estudio, se tomaron como referencia los trabajos realizados por Pérez (2002), Delfín *et al.* (2009), Gallina (2010), Rojas (2010) y Gallina *et al.* (2014) y se analizaron seis atributos del Estero del Yugo (cobertura vegetal para refugio, disponibilidad de alimento, disponibilidad de agua, presencia de competidores y depredadores, conectividad con otros relictos de hábitat y presencia de disturbios humanos) en relación a los cuatro grupos de vertebrados (aves,

mamíferos, anfibios y reptiles), los cuales se calificaron de acuerdo a la información generada en la evaluación ecológica previamente realizada y la información disponible del área.

5.2.4 Evaluación Social Participativa del Estero del Yugo

Con la intención de conocer cuáles son las personas/instituciones que se relacionan con el Estero del Yugo y cuáles son las actividades socioculturales que se realizan en el área, se llevó a cabo una evaluación social participativa, la cual consistió en identificar a los actores sociales del Estero del Yugo, así como indagar acerca de su conocimiento, percepción y capacidad de conservación en relación con el área.

5.2.4.1 Identificación de la percepción y conocimiento de los actores sociales respecto al Estero del Yugo. De acuerdo con Granizo *et al.* (2006), “los actores sociales son los grupos humanos y los individuos vinculados con el área y sus recursos, independientemente de cuán cerca o lejos del lugar se encuentren”. Identificar a los actores sociales de un área y conocer sus preocupaciones, interés y disposición de participación permitirá diseñar mejores estrategias de conservación, donde, además se cuente con su apoyo para lograr los objetivos planteados.

Como paso inicial, se realizó un mapeo de los actores sociales involucrados en el área de estudio con el apoyo del personal responsable del Estero del Yugo. Posteriormente, los actores fueron clasificados en subgrupos tomando en cuenta la actividad principal que desarrollan en el área, además de si contaban con injerencia legal en su manejo. Por último, para indagar sobre el conocimiento y percepción del estero por parte de los actores, se aplicaron entrevistas semiestructuradas y se realizó un taller consultivo.

5.2.4.2 Entrevistas semiestructuradas. Se diseñó un guión de entrevista con 21 preguntas, las cuales se encontraron divididas en cuatro aspectos de interés: 1) conocimiento sobre el Estero del Yugo (siete preguntas), 2) valoración del Estero del Yugo (siete preguntas), 3) conocimiento de las

amenazas del área (cuatro preguntas) y 4) identificación de alianzas estratégicas (dos preguntas) (anexo 1). Se trató de entrevistar a la mayor cantidad de actores en un período de tres meses (febrero-mayo 2020). La información obtenida en las entrevistas fue transcrita en una base de datos en el programa Microsoft Excel, para su posterior revisión mediante un análisis de contenido (Álvarez, 2003). Éste último, es una técnica de interpretación de textos, grabaciones o cualquier otro registro, que, mediante una interpretación apropiada, puede ofrecer información más allá del mensaje explícitamente registrado sobre algún tema en particular. Se compone principalmente de cuatro etapas que consisten en: 1) el establecimiento de los objetivos del análisis, 2) la codificación previa de las posibles respuestas a obtenerse, 3) la categorización de la información obtenida y 4) la inferencia de la misma (Abela, 2002).

5.2.4.1 Taller consultivo. El 26 de febrero de 2020 se realizó un taller en el salón de usos múltiples, ubicado en el módulo de educación ambiental del Estero del Yugo, para consultar la opinión técnica de profesionistas de la región con experiencia en ecología, manejo y conservación de la biodiversidad, así como un amplio conocimiento del Estero del Yugo (figura 15). Los especialistas fueron organizados en cinco mesas temáticas: flora, fauna, hidrología, ordenamiento territorial y cultura, sociedad y productividad. El taller se dividió en tres etapas: 1) selección de objetos de conservación, 2) amenazas del área y 3) recomendaciones de conservación, donde se desarrollaron dinámicas para consultar el punto de vista de los especialistas con base en su experiencia profesional y su conocimiento sobre el Estero de Yugo. Las dinámicas fueron diseñadas con base en la metodología de PCA de TNC (Granizo *et al.*, 2006), que contempló la utilización de algunos formatos impresos. Así mismo, la conversación y discusión generada en cada mesa temática fue grabada en audio para posteriormente revisarse mediante la técnica de análisis de contenido.



Figura 15. Taller consultivo con especialistas en conservación, realizado el 26 de febrero de 2020 en las instalaciones del Estero del Yugo.

5.2.4.2 Capacidad institucional de conservación. Para identificar el nivel de capacidad de conservación del CIAD como administrador directo de la ZOFEMAT del Estero del Yugo, se aplicó el cuestionario del programa “Parques en Peligro”, desarrollado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y TNC (Granizo *et al.*, 2006). Dicho instrumento de recolección de información se compone de 17 indicadores organizados en cuatro categorías: 1) planeación estratégica, 2) protección básica en el sitio, 3) financiamiento a largo plazo y 4) apoyo de los grupos activos locales al proyecto. Al promediar los valores resultantes en cada indicador, se obtiene el nivel de avance de cada categoría y el global. La escala de valores resultantes varía de uno a cinco; en el cuadro 11 se expone el significado de cada valor.

Cuadro 11. Niveles de capacidad de conservación. Fuente: Granizo *et al.*, 2006.

Valor global	Descripción
5	Excelente (está asegurado el manejo apropiado del área del proyecto).
4	Suficiente (la mayoría de las amenazas y los elementos prioritarios de conservación del área del proyecto es administrada adecuadamente)
3	Se ha progresado (el manejo adecuado del área del proyecto tiende a ser adecuado)
2	El trabajo se ha iniciado (el manejo adecuado del área del proyecto ha progresado poco)
1	No se ha hecho ningún trabajo (el área del proyecto aún no ha sido administrada)

Se indagó el nivel de capacidad de conservación del CIAD mediante la aplicación de dicho cuestionario a las personas que se consideraron directamente involucradas por su cargo en la institución con el manejo y la gestión del Estero del Yugo, las cuales fueron el Director General del CIAD, A.C., el Coordinador de CIAD-Unidad Mazatlán y la Técnico Académico Responsable del Estero del Yugo.

5.2.5 Selección de los Objetos de Conservación y Análisis de su Estado de Viabilidad/Integridad Ecológica

5.2.5.1 Selección de los objetos de conservación. Para la selección de los objetos de conservación de la microcuenca del Estero del Yugo, se tomó como referencia a las especies, comunidades, sistemas ecológicos y actividades socioculturales identificadas en la EER y en la evaluación social participativa previas. Adicionalmente, se tomaron en cuenta los criterios de selección y puntajes propuestos por Granizo *et al.* (2006) y Roncancio y Vélez (2019) (anexo 2). El nivel de importancia de conservación (baja, media o alta) de cada elemento natural y cultural evaluado se definió con base en su puntaje total. Como paso final, se realizó la selección de los ocho objetos de conservación que recomienda la PCA con el apoyo de especialistas en conservación con amplio conocimiento del Estero del Yugo.

5.2.5.2 Análisis de la viabilidad/integridad ecológica de los objetos de conservación. Se realizó este análisis con el objetivo de identificar en qué grado los objetos de conservación seleccionados cuentan con la habilidad para sobrevivir en el futuro y con ello, emitir las recomendaciones apropiadas para mejorar el estado actual de dichos objetos. Tomando como base la metodología de la PCA anteriormente descrita (Granizo *et al.*, 2006) y la información generada en la EER y la evaluación social participativa, se creó una matriz de indicadores mixtos para evaluar a los objetos de conservación seleccionados y al Estero del Yugo en general.

5.2.6 Identificación y Evaluación de las Amenazas

Para la identificación de las amenazas existentes en la microcuenca del Estero del Yugo, se empleó la metodología de la PCA. Ello consistió, en un primer paso, en identificar y calificar las presiones de los objetos de conservación (cuadro 6); posteriormente, en identificar y calificar a las fuentes de presión que originan a dichas presiones (cuadro 7) y, por último, en conjuntar a las presiones y fuentes de presión que obtuvieron las calificaciones más altas para identificar a las amenazas prioritarias para cada objeto de conservación, así como el nivel global de amenaza del Estero (cuadro 8).

5.2.7 Recomendaciones al CIAD, A.C. para la Conservación de los Objetos Prioritarios

Con base en la evaluación socioecológica realizada, la identificación del estado de viabilidad/integridad ecológica de los objetos de conservación y la detección de las amenazas principales, se diseñaron una serie de recomendaciones dirigidas al personal responsable del Estero del Yugo, a la Coordinación de la Unidad Mazatlán y a la Dirección General del CIAD, A.C. Dichas recomendaciones se enfocaron en los aspectos sugeridos por la metodología PCA, los cuales principalmente son: 1) reducir las principales amenazas, 2) mejorar el estado de conservación de los objetos seleccionados y 3) mejorar la capacidad de conservación del CIAD, A.C.

Se tomaron como referencia a los seis ejes de la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México y Plan de Acción 2016-2030 (generación de conocimiento, restauración, conservación, uso y manejo sustentable, atención a los factores de presión, integración y gobernanza, educación, comunicación y cultura) que propone la CONABIO (2016) para la categorización y orientación de las mismas recomendaciones. Por último, a cada recomendación se le propuso un plazo de tiempo para su cumplimiento de acuerdo a los recursos institucionales identificados en el análisis de actores sociales.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Evaluación Ecológica Rápida de la Microcuenca del Estero del Yugo

6.1.1 Caracterización Hidrológica

6.1.1.1 Aportes de agua a los cuerpos lagunares. Se identificaron 20 aportes de agua al Estero del Yugo, de los cuales dos corresponden a la Planta piloto de peces marinos del CIAD Unidad Mazatlán (uno permanente y otro esporádico), dos a descargas de drenaje pluvial de complejos turísticos contiguos al canal de conexión al mar, uno a la boca estuarina y 15 a escorrentías superficiales que se forman en temporada de lluvias (figura 16). La descripción más detallada de dichos aportes, su origen, tipo y temporalidad se presenta en el anexo 3.

Respecto a la investigación con la CONAGUA del Organismo de la Cuenca Pacífico Norte sobre las descargas de drenaje no pluvial registradas legalmente, únicamente se identificó la de la planta piloto del CIAD. Por otro lado, la identificación del aporte eventual de agua marina de la planta de peces (aporte número 2 en la figura 16) fue nueva e inesperada, ya que no se había reportado anteriormente en algún estudio.



Figura 16. Aportes de agua al Estero del Yugo registrados en 2019 y 2020. Elaborado con base en una imagen de Google Earth Pro, 2020.

En los aportes de drenaje pluvial, a pesar de que la infraestructura urbana tiene como propósito el vertimiento de únicamente agua de lluvia, han sido frecuentes las ocasiones en que las aguas residuales de los complejos turísticos (y de la vía pública) se mezclan con la pluvial o incluso en temporada de secas, estas aguas encuentran su escape en estos puntos. Lo anterior debido a que frecuentemente el alcantarillado se obstruye por residuos sólidos urbanos y se colapsa, lo que genera que se desborde el drenaje (J. Tirado, comunicación personal, 22 de septiembre de 2020). Jáuregui *et al.* (2007) y Sandoval *et al.* (2018) reportan estas situaciones como nocivas para los cuerpos de agua, ya que el aporte de altas concentraciones de materia orgánica y otros contaminantes incrementan la actividad bacteriana y de otros microorganismos los cuales demandan altas concentraciones del oxígeno disuelto en el agua, generando finalmente la mortandad de flora y fauna de los sistemas acuíferos por hipoxia. Un claro ejemplo de ello fue el evento registrado el día 19 de septiembre de 2020, cuando una tubería de aguas negras cercana a la descarga pluvial del complejo turístico Cerritos Resort tuvo una falla por obstrucción de

residuos, vertiéndose en el canal de conexión al mar, generando una mortandad de peces, además de mal olor y aspecto del agua (figura 17) (Ceballos, 2020); efectos negativos que también se extendieron hacia el interior del Estero, en la laguna sur (M. Ruiz, comunicación personal, 19 de septiembre de 2020).



Figura 17. Mortandad de peces en el canal de conexión al mar del Estero del Yugo por vertimiento de aguas negras el 19 de septiembre de 2020. Fuente de la fotografía: <https://www.noroeste.com.mx/publicaciones/view/reportan-mortandad-de-peces-en-estero-del-yugo-en-mazatlan-1209064>

En las escorrentías, se pudo corroborar la aún existencia de 12 de las 13 escorrentías reportadas en el Estudio Hidrológico del CIAD (González, 2016) a través de observar directamente partes del marcaje natural de sus caudales en el suelo que aún no ha sido urbanizado, e incluso se identificaron tres escorrentías que no habían sido reportadas anteriormente (el aporte 17, 18 y 20 en la figura 16). Sin embargo, debido a que la evaluación ecológica que se realizó en este estudio fue de carácter rápido, no se analizaron cuestiones como la modificación del volumen de agua que transportan o de su ruta debido al inminente cambio de uso de suelo a urbanización en gran parte de la microcuenca. En este sentido, estudios como los realizados por Vidal y Romero (2010) y Camarasa *et al.* (2018) en cuencas hidrológicas en proceso de urbanización exponen que los suelos

urbanizados alteran el flujo natural de las escorrentías y aumentan la velocidad y la cantidad de agua que fluye en ellas debido a la drástica disminución de la infiltración del suelo. Adicionalmente, estos autores también indican que la pérdida de la cobertura vegetal en estas zonas propicia la erosión del suelo, depositándose los sedimentos en el fondo de los cuerpos lagunares y con ello favoreciendo su azolvamiento. Por lo anteriormente mencionado, es posible inferir que las escorrentías de la microcuenca del Estero del Yugo hayan incrementado los aportes de agua y sedimento a las lagunas. Esto puede relacionarse con el hecho de que, desde hace un par de años, después de un evento lluvioso, es común observar una capa de arcilla rojiza en el fondo de la laguna sur (figura 18), la cual podría estarse formando gradualmente debido a la urbanización de los terrenos aledaños al Estero (M. Ruiz, comunicación personal, 3 de diciembre de 2020). Además, es notoria la continua erosión de los bordes de algunos tramos de los senderos interpretativos del Estero y el canal de descarga de la Planta piloto hacia la laguna sur. No obstante, se requieren más estudios que permitan determinar la magnitud y los efectos del reciente aumento en el aporte de sedimentos a los cuerpos lagunares del Estero de Yugo.



Figura 18. Apreciación del fondo de la laguna sur del Estero del Yugo compuesto principalmente por arcillas posterior a un evento lluvioso en el mes de agosto de 2019. Fuente de las fotografías: cortesía M. Ruiz, agosto de 2019.

Respecto a otras descargas que se han registrado en esta misma microcuenca, como son la descarga proveniente del Parque acuático Mazagua (ubicado junto a la laguna sur) señalada por Bravo

(2005), Elenes (2009) y Meza y Robles (2013), así como de la planta tratadora de aguas residuales del Hotel Emerald Bay (ubicada en el extremo norte de la laguna norte) señalada por distintos actores durante la evaluación social participativa, no se observó indicio de que ambos inmuebles descargaran agua al Estero, al menos durante el año que duró el presente estudio.

6.1.1.2 Aporte de agua de la Planta piloto de peces marinos de la Unidad Mazatlán del CIAD. Los volúmenes de agua marina que la planta piloto aportó mensualmente al estero se presentan en la figura 19. En ella, se puede observar que el menor volumen promedio fue de 12.9 litros/segundo en agosto y el mayor fue de 20.9 litros/segundo en enero de 2020. Se determinó una descarga promedio de 17.2 litros/segundo, que por minuto representa 1,032 litros. Al extrapolar esta cantidad a un valor semanal, se determinó la cantidad de 10,402 metros cúbicos, lo que, de acuerdo con la estimación del volumen que puede captar la laguna sur realizada en el presente estudio, este valor representa el 27 % de la capacidad calculada y se necesitarían 25 días para llenar el volumen total de dicha laguna.

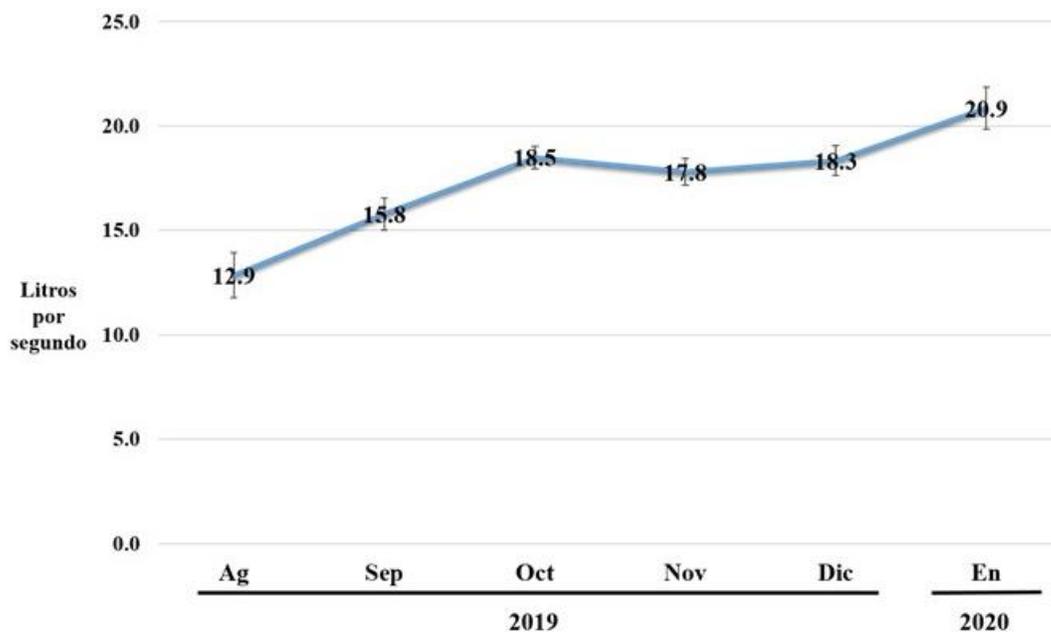


Figura 19. Promedio mensual (litros/segundo) del aporte de agua permanente de la Planta piloto de peces marinos del CIAD Unidad Mazatlán de agosto 2019 a enero 2020. Las barras verticales representan la desviación estándar de cada promedio mensual.

Comparando los datos obtenidos en el presente estudio con los de Montijo (2009) en los años 2008-2009, el aporte de agua marina proveniente de la planta piloto se mantuvo relativamente estable, al existir una diferencia de solo 1.3 litros a la previamente registrada (18.5 litros/segundo). Esta ligera diferencia puede deberse a que no existe un patrón establecido durante el año en el requerimiento de agua marina para los bioensayos, si no que se consume de acuerdo a los proyectos que se van desarrollando (J. Martínez, comunicación. personal, 13 de marzo de 2019). Respecto al aporte de agua eventual proveniente de la misma planta piloto (número 2 en la figura 15), ésta no pudo ser medida debido a su aporte ocasional en comparación con la descarga principal de manera permanente (número 1). Sin embargo, se sugiere que en estudios futuros se analice cuánta agua vierte este aporte, con qué frecuencia y, sobre todo, se evalúe su posible impacto sobre la vegetación o el hábitat, ya que coincide con una zona donde el manglar está visualmente deteriorado (M. Ruiz, comunicación personal, 8 de agosto de 2020).

De acuerdo con los datos obtenidos en este muestreo y a observación directa, es posible afirmar que la laguna sur pasa la mayor parte del tiempo con un nivel que permite la formación de un espejo de agua marina. Basándose en otros estudios, esta situación puede generar varios efectos ecológicos y sociales negativos en el contexto que lo rodea. Por ejemplo, el dificultar que las aves vadeadoras puedan buscar su alimento en el fango por estar inundado (Bo y Malvárez, 1999; Montijo, 2009); la salinización progresiva del suelo a través de la infiltración y por ende, la desaparición de especies vegetales que no toleran niveles de salinidad más altos que anteriores (Llop y Álvarez, 2002) y en caso de catástrofes ambientales o grandes proporciones de precipitación en un solo evento, el riesgo latente de inundaciones en las instalaciones del CIAD Unidad Mazatlán (González, 2016).

Por otro lado, en el escenario de que no existiera el aporte constante de agua de la planta piloto, es probable que el Estero del Yugo retomaría un régimen hídrico más cercano al original, adquiriendo agua dulce en la temporada de lluvias, la cual se evaporaría gradualmente durante el ciclo anual (Cervantes, 2007). Esto beneficiaría a la fauna que requiere de agua dulce, así como a la que temporalmente se alimenta en el fango (como es el caso de las aves vadeadoras). No obstante, en el caso de que existieran períodos de sequía prolongados o poca incidencia de mareas altas que permitan el flujo adecuado de agua marina hasta el Estero, la sequía podría ser un factor que afectara gravemente a la vegetación de los humedales que requieren niveles y períodos específicos de inundación, así como a la fauna acuática (Ortega y Velasco, 2013), por mencionar dos ejemplos. Además, la falta de recambio de agua en los cuerpos lagunares durante largos periodos de tiempo

podría influir en la eutrofización gradual de los cuerpos lagunares (Potter, 2010).

Por los vacíos de información existentes, se espera que los resultados obtenidos contribuyan a una caracterización hidrológica más robusta de la microcuenca del Estero del Yugo a futuro, donde se puedan establecer predicciones sobre cómo afectará o beneficiará la descarga de la planta piloto en la viabilidad/integridad ecológica de las comunidades biológicas que naturalmente han habitado el área.

6.1.1.3 Apertura de la boca estuarina. Se registraron cinco aperturas de la boca estuarina durante el año de monitoreo, cuatro de las cuales fueron causadas por eventos ambientales (lluvias y marea alta) y una por acción antrópica (figura 20). Respecto a la duración de las aperturas, la más larga (agosto 2019) fue de dos semanas y se registraron dos aperturas que solo duraron un día.

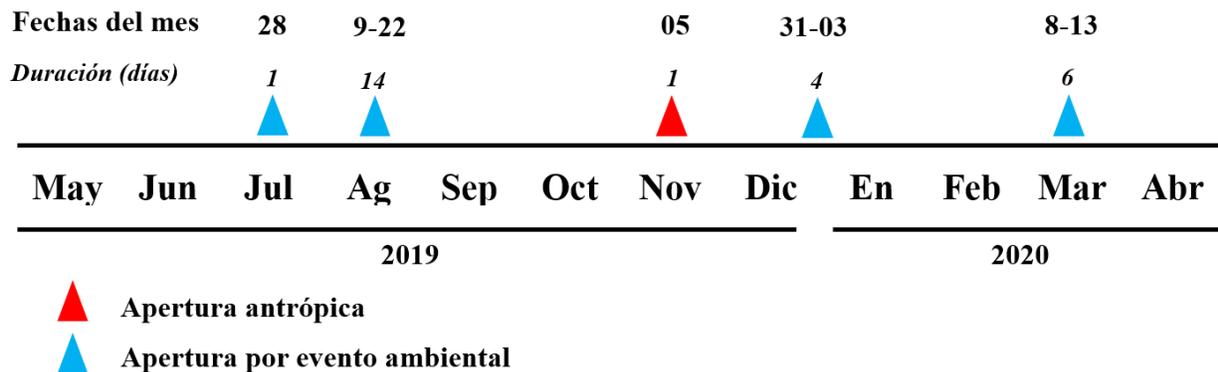


Figura 20. Eventos donde se registró la apertura de la boca estuarina del Estero del Yugo en el período de mayo 2019-abril 2020. Se indica el número de días de duración de cada evento.

Los registros de este monitoreo demostraron que el estero permanece cerrado la mayor parte del año, con una comunicación con el mar de solo el 7.12% de un ciclo anual (26 días en total), lo que de acuerdo con Snow y Taljaard (2007), clasificaría a este estero como de apertura/cierre temporal. Sobre las aperturas, en las ocasionadas por lluvia, solo la registrada entre diciembre y enero estuvo fuera de la temporada de lluvias. Sin embargo, esta lluvia fue causada por un frente frío, donde las tormentas invernales son comunes (CONAGUA, 2019). En el caso de la apertura causada por

marea alta, también se considera un evento normal, al coincidir con la semana en que hubo luna llena en el mes de marzo de 2020, asociada al aumento de mareas mensualmente (CICESE, 2020). Respecto a la apertura antrópica, ésta fue realizada por pescadores locales sin identificar, quienes aprovecharon el flujo de agua proveniente del estero hacia al mar para atrapar peces mediante redes (A. Bojórquez, comunicación personal, 05 de noviembre del 2019). Este tipo de apertura de la boca estuarina ya había sido señalada por Bravo (2005), Montijo (2009) y Elenes (2009) no existiendo un registro previo que demuestre algún patrón para realizar esta actividad. Adicionalmente, el personal de la planta piloto se ha visto en la necesidad de abrir la boca estuarina en distintas ocasiones, cuando el nivel de agua de la laguna sur amenaza con inundar las instalaciones del CIAD (L. Ibarra, comunicación personal, marzo 2019).

Comparando los resultados propios con los obtenidos por Montijo en el 2009 también en el Estero del Yugo, la autora registró una cantidad de aperturas similares (cuatro), donde dos aperturas se presentaron en la época de lluvias (julio-septiembre del 2009) y dos en temporada de secas frías (noviembre-marzo 2009). Sin embargo, en el estudio previo no se especificaron las causas de las aperturas. Complementariamente, los resultados de este estudio coinciden con las descripciones de los estuarios (palabra sinónimo de estero según Farreras, 2006) de apertura/cierre temporal o de boca efímera, así como con los resultados de algunos casos de estudio alrededor del mundo, que señalan que cuando los escurrimientos de agua dulce son insuficientes, se produce el cierre de la boca estuarina por meses en la temporada de estiaje, además de que la mayoría de las aperturas son producidas por eventos climáticos (lluvias y mareas altas) (Snow y Taljaard, 2007; Shallenberg *et al.*, 2009; Whitfield *et al.*, 2012; Chávez y Rocha, 2020).

En el caso particular de las aperturas antrópicas, la literatura menciona que esta práctica se ha empleado para reducir los efectos de la eutrofización y evitar las inundaciones de tierras aledañas (Shallenberg *et al.*, 2009). No obstante, el aumento de la frecuencia de tales aperturas ha ocasionado daños ecológicos como la alteración de los patrones de alimentación y anidación de la avifauna (Whitfield *et al.*, 2012) o el enriquecimiento de nutrientes en el agua (Snow y Taljaard, 2007). Por esta razón, Whitfield *et al.* (2012) insta a que el manejo de la boca estuarina mantenga el sano funcionamiento del ecosistema, para así seguir obteniendo sus valores ecológicos, económicos y sociales.

6.1.1.4 Batimetría de los cuerpos lagunares. La distribución de las profundidades de las dos lagunas se presenta en la figura 21. En la laguna norte, la profundidad máxima registrada fue de 1.75 metros (en la zona adjunta al bordo de tierra divisorio), la profundidad mínima registrada fue de 40 centímetros y el volumen de agua total aproximado fue de 40,549 metros cúbicos. En la laguna sur, la profundidad máxima fue de 1.55 metros (en la zona cercana al pequeño canal que pasa por debajo de la avenida Sábalo Cerritos y que a su vez comunica con el canal conectado al mar), la mínima fue de 40 centímetros y el volumen de agua total aproximado fue de 38, 520 metros cúbicos.

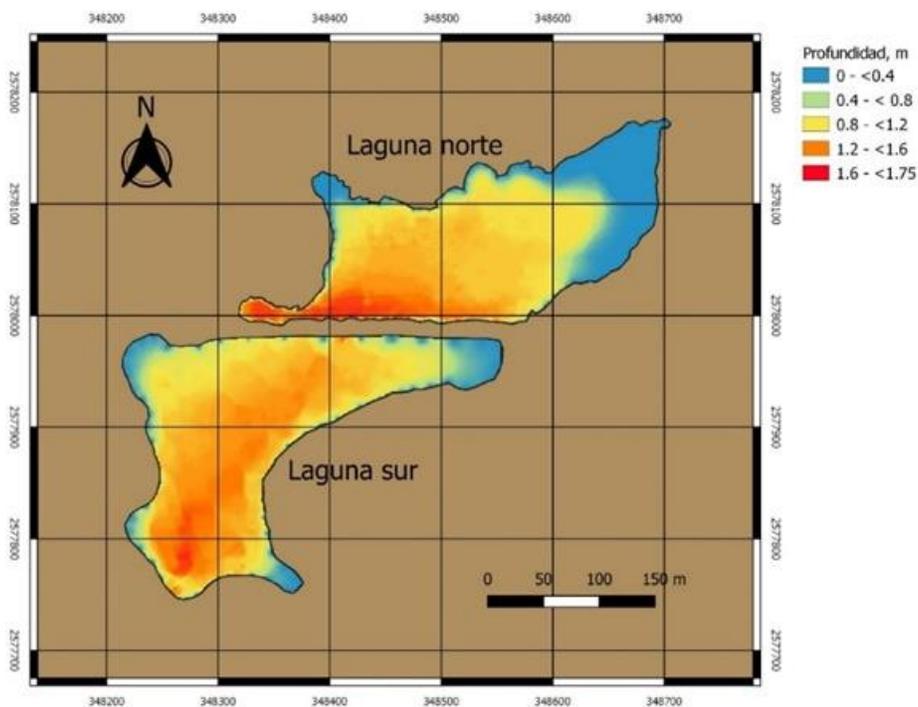


Figura 21. Batimetría de los cuerpos lagunares del Estero del Yugo realizada en los meses de junio (laguna sur) y septiembre (laguna norte) del 2019. El gradiente de colores cambia del azul para las zonas más someras al rojo para las zonas más profundas. La profundidad máxima registrada fue de 1.75 metros (laguna norte) y la mínima de 40 centímetros (ambas lagunas).

Las profundidades de los cuerpos lagunares del Estero del Yugo se encuentran dentro del rango de las descritas para los esteros con apertura/cierre temporal, donde se mencionan poseer poca profundidad (Tweedley *et al.*, 2018), teniendo como máximo cinco metros (Pritchard, 1967) y una superficie menor a 250 hectáreas (Chávez y Rocha 2020).

Comparando los resultados obtenidos con otros similares en el Estero del Yugo, es importante mencionar que la batimetría realizada en este estudio para la laguna norte se constituye como el primer análisis de profundidad para esta laguna. En cuanto a la laguna sur, la profundidad máxima registrada (en el mes de junio) fue superior a la señalada en el 2009 por Elenes (1.20 metros) y por Montijo (1.30 metros). No obstante, ambas autoras no mencionaron en sus estudios los meses en los que obtuvieron tales profundidades máximas; además, debido a las fluctuaciones en las entradas y salidas de agua del Estero del Yugo, los estudios batimétricos reflejan la profundidad específica del momento del muestreo; por lo que para reflejar las profundidades de las lagunas por temporadas o determinar un promedio anual, se requiere de un monitoreo constante durante un periodo específico de tiempo (M. Sánchez, comunicación personal, 6 de agosto de 2019).

En el aspecto de la estimación del volumen de agua de la laguna sur, el valor actual encontrado (38,520 metros cúbicos) fue prácticamente igual al reportado por Montijo (38,777 metros cúbicos), pero se desconoce el mes en que la autora realizó el cálculo. Esta similitud podría indicar que la cuenca de la laguna sur se ha mantenido sin cambios aparentes en la última década. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, se ha percibido un problema de azolvamiento en la laguna sur (figura 17), pudiendo ser ocasionado por lo que sugiere Camarasa *et al.* (2018) respecto a que la pérdida de la cobertura vegetal aumenta el arrastre de sedimentos en las escorrentías, que se depositan en el fondo de las lagunas y con ello, aumenta el espejo de agua. Por tanto, se requiere de estudios especializados (de perfiles sedimentológicos, por ejemplo) que permitan verificar si realmente existe un problema de azolvamiento en los cuerpos lagunares.

6.1.1.5 Estado trófico de los cuerpos lagunares. En la época de muestreo de “secas cálidas”, el nivel de eutrofización de la laguna norte fue hipertrófico (8.37) y el nivel de la sur eutrófico (5.01). En la temporada de “secas frías” ambas lagunas presentaron un nivel oligotrófico (con un valor de 1.7 en la laguna norte y de 1.6 en la sur).

En la temporada de lluvias, la laguna norte presentó un nivel eutrófico (5.8) y la laguna sur hipertrófico (6.1). Promediando los resultados obtenidos en los tres muestreos, la laguna norte presentó un nivel eutrófico (5.3), la laguna sur mesotrófico (4.3) y analizándolas en conjunto, presentaron un nivel mesotrófico (4.8) (figura 22).

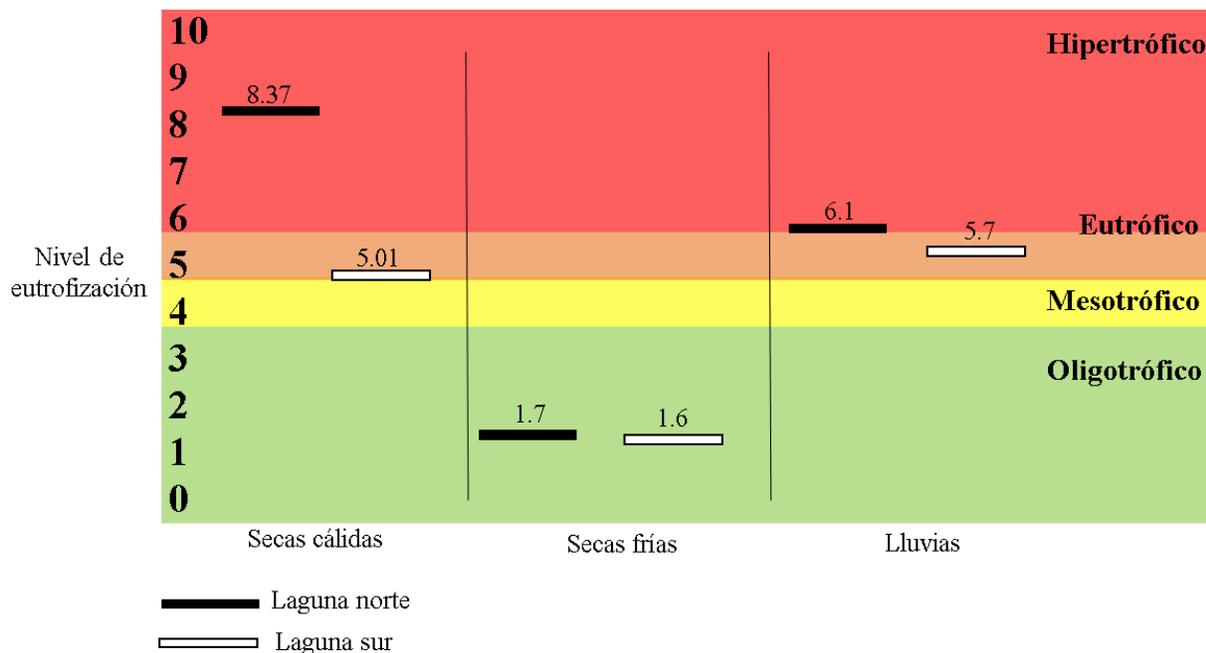


Figura 22. Nivel de eutrofización por épocas climáticas de los cuerpos lagunares del Estero del Yugo durante 2019-2020.

A pesar de encontrarse divididas por el bordo de tierra, las lagunas del Estero del Yugo tuvieron niveles de eutrofización similares entre sí durante el ciclo anual de muestreo, con excepción del muestreo de secas cálidas. En esta temporada, la laguna norte presentó un nivel hipertrofico posiblemente por la evaporación gradual del agua que quedaba de la época de lluvias anterior (julio-octubre 2018). A su vez, ambos factores pudieron haber provocado la concentración de los nutrientes previamente transportados por las escorrentías (principalmente el fósforo y el nitrógeno) (Muciño *et al.*, 2017) y por ende, hubo un incremento en la producción primaria (reflejada en microalgas y clorofila a) (Calvario *et al.*, 2011). Esto concuerda con Potter (2010), el cual alude al cierre temporal de la boca estuarina y el cese de aportes de agua como factores que generan condiciones de hipersalinidad en el agua. Por su parte, la laguna sur presentó un nivel menor de eutrofización que la laguna norte (eutrofico), posiblemente el aporte constante de agua marina de la planta piloto, además de posibles aperturas de la boca estuarina previas a la fecha de muestreo, favorecieron la circulación de agua.

En la época de secas frías, ambas lagunas presentaron un nivel oligotrofico. Esta condición pudo deberse a que la laguna norte se encontraba llena de agua dulce, que incluso vertió su agua por varios días a la sur, favoreciendo la mezcla de aguas. Lo anterior coincide con lo obtenido por

Izaguirre (2012), donde también en esta temporada encontró los valores más bajos de eutrofización, atribuyéndolos a la dilución de nutrientes y, por ende, la disminución de la producción primaria. Complementariamente, Ruiz (2017) atribuye los bajos niveles de eutrofización a factores como las bajas temperaturas y las corrientes de viento, los cuales favorecen la solubilidad del oxígeno en el agua.

En la época de lluvias, ambas lagunas presentaron eutrofización (hipertrófico, aunque reducido, para la laguna norte y eutrófico para la sur), posiblemente por los aportes de nutrientes de las escorrentías, de las aperturas de la boca estuarina e incluso de descargas residuales provenientes de fraccionamientos dentro de la microcuenca del Estero del Yugo (A. Bojórquez, comunicación personal, 2 de julio de 2020). Chávez y Rocha (2020), registraron en esta temporada niveles de eutrofización similares, reportando además alta turbidez en el agua debido al exceso de materia orgánica arrastrada por las aguas fluviales, así como los sedimentos resuspendidos en la columna de agua.

Como comentarios finales en este apartado, es posible deducir que la eutrofización en las lagunas del Estero del Yugo fluctúa de acuerdo a las temporadas climáticas, así como a los aportes de agua a los que está expuesto. Sin embargo, se sugiere en estudios futuros un monitoreo más constante, ya que el Índice TRIX empleado en este estudio solo refleja las condiciones puntuales de eutrofización cuando se realizó el muestreo, además de que como lo exponen algunos autores (Chávez, 2017; Ruiz, 2017), los esteros de tamaño pequeño (menores a 250 hectáreas) son susceptibles a cambios radicales en periodos cortos de tiempo. Adicionalmente, se sugiere identificar la composición físico-química del aporte de agua marina de la planta piloto, el cual representa el mayor aporte de la laguna sur, para determinar el grado de influencia en su nivel de eutrofización.

6.1.2 Flora y Vegetación

6.1.2.1 Composición florística y su estatus de conservación. Se registró una composición florística de 47 familias, 113 géneros y 157 especies (anexo 4). Las familias botánicas con mayor representación fueron Fabaceae (23 especies), Poaceae (16), Cactaceae (13 especies) y

Euphorbiaceae (12 especies). Los géneros con mayor número de especies fueron *Opuntia* (6), *Caesalpinia* (4), *Ipomoea* (4) y *Bursera* (3). En cuanto a formas de vida, el 47.7 % de las especies fueron árboles, el 31.8 % hierbas, el 14.6 % arbustos, el 3.8 % tuvieron un crecimiento arborescente y el 1.9 % se denominaron como bejucos. La mayoría de las especies se identificaron como nativas de México (92.4 %), identificándose solo a 12 (7.6 %) como introducidas, de las cuales se registraron pocos individuos y de manera localizada.

Respecto a especies protegidas a nivel nacional e internacional, se registraron 21 en total, de las cuales tres se reconocen como EPC, siete se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2019 (seis en la categoría de Amenazada y 1 en Protección especial), 12 especies dentro del Apéndice II de CITES y seis en la Lista Roja de la UICN (cuatro en la categoría de Vulnerable y dos en Casi amenazada). El papelillo (*Bursera arborea*) se encontró presente dentro de tres de los instrumentos de conservación (anexo 4).

Con el conocimiento florístico recabado en el presente estudio, se incrementó el número de especies registradas para la microcuenca del Estero del Yugo, ya que se encontraron 59 especies y 42 familias más de las registradas por CIAD (1998) en la primera descripción florística del Estero del Yugo, la cual se llevó a cabo hace un poco más de veinte años. Además, se identificaron 35 especies de árboles más de los identificados por Gómez y Acevedo en la caracterización silvícola del área realizada en el 2014. Cabe mencionar que el esfuerzo y el área de muestreo del presente trabajo fueron considerablemente mayores que el de los dos estudios florísticos anteriores, ya que estos se restringieron a muestrear únicamente en la ZOFEMAT del Estero.

En cuanto a las cuatro familias botánicas con mejor representatividad (Fabaceae, Cactaceae, Euphorbiaceae y Poaceae), se identificaron, a su vez, como típicas de los bosques secos neotropicales (Márquez *et al.*, 2019), coincidiendo con los resultados de otras ANP del municipio de Mazatlán y sus alrededores, tal como el APFF Meseta de Cacaxtla (tomando en cuenta su extensión mayoritariamente dentro del municipio de San Ignacio, Sinaloa) y la Zona de Reserva Ecológica y Zona de Refugio de Aves Marinas y Migratorias y de Fauna y Flora Silvestre Isla Venados e Isla Pájaros (Flores *et al.*, 1996; Vega *et al.*, 2001; Márquez *et al.*, 2019). Por último, el número de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2019 identificadas en el presente estudio (siete especies) fue muy similar al reportado en las otras ANP del estado, siendo menor que el de la APFF Meseta de Cacaxtla (nueve especies) (van der Heiden *et al.*, 2019) y que el de las Islas del Golfo de California (ocho especies) (Díaz, 2008) pero mayor que el del Santuario Playa

Tortuguera El Verde Camacho (seis especies) (Ramsar, 2004) y el de la Región Prioritaria para la Conservación Monte Mojino (CONANP, 2014) (cinco especies).

6.1.2.2 Vegetación. Se registraron cuatro tipos de vegetación, los cuales fueron: 1) la selva baja espinosa caducifolia, 2) el manglar, 3) el tular y 4) la vegetación halófila (figura 23). En la selva baja espinosa caducifolia, se determinó una extensión de 75.56 hectáreas, lo que representa el 36.5 % del total de la microcuenca. Fisonómicamente, se encontró compuesto en su mayoría por árboles, algunos individuos de hasta 15 metros, teniendo como especies más representativas al casiguano (*Caesalpinia eriostachys*), el palo prieto (*Piranhea mexicana*), el papelillo (*Bursera arborea*) y el nanche de la costa (*Ziziphus amole*), las cuales se encontraron distribuidas de manera homogénea por casi toda la microcuenca.

En el manglar, se determinó una extensión de 3.81 hectáreas para esta vegetación, representando el 1.84 % de la microcuenca. Esta vegetación se encontró conformada por únicamente dos especies arbóreas, el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). En cuanto a su distribución, ésta se restringió a formar una franja de altura baja a mediana (de 4.5 hasta 15 metros) y ancho variable (hasta 20 metros) en el contorno de las dos lagunas del Estero del Yugo, así como sobre el bordo de tierra divisorio, encontrando a las dos especies de mangle de manera homogénea.

El tular se identificó con una extensión de 0.67 hectáreas, representando el 0.32 % de la microcuenca. Se ubicó como un polígono irregular en el extremo norte de la laguna norte, el cual permanece anegado todo el año por agua dulce. Se encontró conformado fisonómicamente, en su mayoría, por especies herbáceas como el tule (*Typha domingensis*), el papiro (*Cyperus ligularis*) y otras especies de malezas que no son propiamente de la vegetación, como el pasto de Guinea (*Megathyrsus maximus*), la coronita (*Antigonon leptopus*), el tumbavaqueros (*Funastrum cynanchoides*) y la higuera (*Ricinus communis*).



Figura 23. Tipos de vegetación de la microcuenca del Estero del Yugo. Elaborado con base en una imagen de Google Earth Pro, 2020.

En la vegetación halófila, se identificaron únicamente tres especies herbáceas, las cuales fueron el vidrillo (*Batis maritima*), el chamizillo (*Sesuvium verrucosum*) y la verdolaga de playa (*S. portulacastrum*). En cuanto a su distribución, el vidrillo se identificó formando mosaicos de tamaño irregular que se ubican a lo largo de la pleamar del Estero del Yugo, junto a la franja de manglar. El chamizillo se localizó en una sola población junto al tular y la franja del manglar y la verdolaga de playa también se concentró en un único punto dentro de la laguna norte, contigua a la población de chamizillo (figura 24).



Figura 24. Distribución espacial de las tres especies que conforman la vegetación halófila en el Estero del Yugo durante 2019-2020. Elaborado con base en una imagen de Google Earth Pro, 2020.

Los tipos de vegetación encontrados en el Estero del Yugo se consideran de común presencia en sistemas estuarinos, al coincidir con los estudios de vegetación de otros esteros y ríos de México. Por sus requerimientos biológicos, es común encontrar al manglar en los humedales costeros como lagunas, ríos y estuarios, ya que son especies que están adaptadas a vivir en suelos anegados, con cambios en la salinidad del agua y del suelo, así como de distribuirse en las regiones tropicales del país y del mundo (Rzedowski, 2006). Esta vegetación también puede observarse en otros esteros de Mazatlán como el de La Sirena (Álvarez, 1977), los que integran el ANP Santuario Playa El Verde Camacho (esteros El Verde, Escopama y Salinitas) (Ramsar, 2004), El Sábalo, El Infiernillo, y Urías (Páez, 2012).

En el caso de la selva baja espinosa caducifolia, se pudo corroborar su presencia en el Estero del Yugo al ser el tipo de vegetación prevaleciente de la planicie costera de Sinaloa (Vega, 2003). En

este sentido, autores como Contreras *et al.* (2014) y Conservation International (2003) encontraron vegetaciones similares (selvas bajas) adjuntas al manglar e incluso, interactuando con esta en los esteros que estudiaron.

El tular es un tipo de vegetación que, de acuerdo con Rzedowski (2006), puede encontrarse de manera cosmopolita en un amplio gradiente altitudinal, así como en climas calientes y fríos, siendo la condicionante principal la cercanía a cuerpos de agua poco profundos, dulces o salobres. Comparando los resultados con la literatura, aunque frecuentemente el tular es reportado como puro o casi puro en cuanto a composición de especies (Rzedowski, 2006), en el presente estudio se identificaron otras especies no estrictamente de este tipo de vegetación, que incluso, son consideradas como especies invasoras, como el pino salado (*Tamarix ramosissima*) (Lowe *et al.*, 2014), la casuarina (*Casuarina equisetifolia*) (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010), la higuera (*Ricinus communis*) y el pasto de Guinea (*Megathyrsus maximus*) (CONABIO, 2020), por mencionar algunos ejemplos. En este sentido, la perturbación de este parche de vegetación y la desaparición de algunos mosaicos que se encontraban a lo largo de la pleamar del Estero del Yugo (M. Ruiz, comunicación personal, 2 de julio 2020) podría deberse a la salinización de las lagunas, como lo sugirió Montijo al estudiar el área en el 2009, además de la pérdida de la cobertura vegetal en gran parte de la microcuenca.

En cuanto a la vegetación halófila, es común encontrarla en lugares cercanos a la costa que se caractericen principalmente por tener un clima árido y suelos con alto contenido de sales solubles, húmedos la mayor parte del año (Rzedowski, 2006). A pesar de esto, en el caso del Estero del Yugo, la vegetación halófila registrada posiblemente proliferó como consecuencia de la salinización de los cuerpos lagunares, ya que Montijo (2009) indicó que, del año 2000 en adelante, se observó especies como el vidrillo (*Batis maritima*). Respecto a otros trabajos, Páez (2012), Contreras *et al.* (2014), Ruiz (2017) y Ornelas (2018) encontraron de forma similar a especies halófilas bordeando los manglares en los sistemas estuarinos que respectivamente estudiaron.

6.1.2.2.1 Parámetros ecológicos de la selva baja espinosa caducifolia. **Estructura horizontal y vertical.** De manera general, se muestrearon 2,742 individuos de árboles y arbustos. En la estructura horizontal, la clase diamétrica dominante fue de 6 a 11 centímetros y en estructura vertical, el rango de altura más registrado fue de 1.5 a 5 metros. Asimismo, se analizaron estos parámetros para cada uno de los cuatro parches de vegetación muestreados (figura 25 y figura 26).

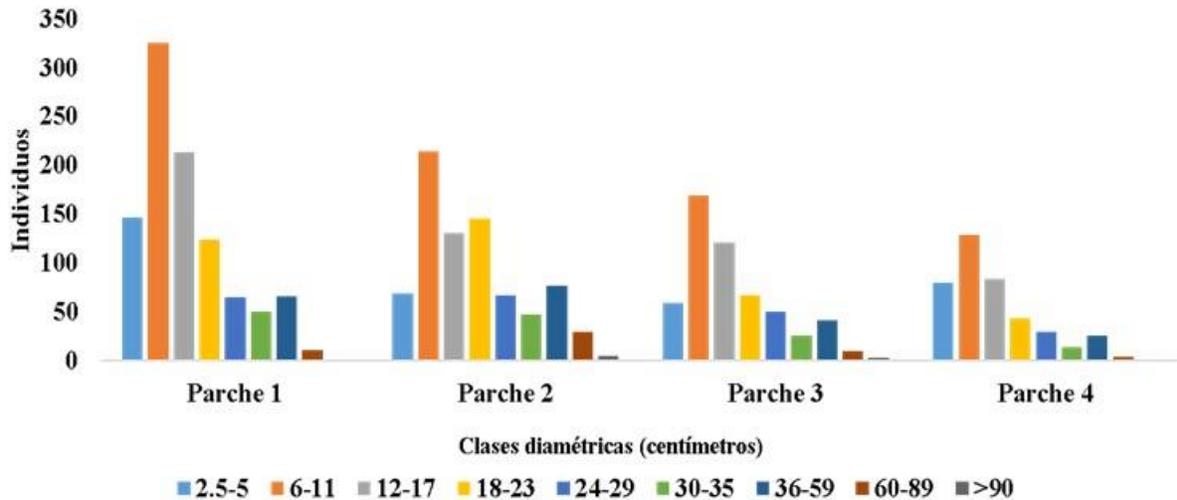


Figura 25. Estructura horizontal de la selva baja espinosa caducifolia en los cuatro parches muestreados en la microcuenca del Estero del Yugo durante 2019-2020. Se incluyen los intervalos para cada clase diamétrica.

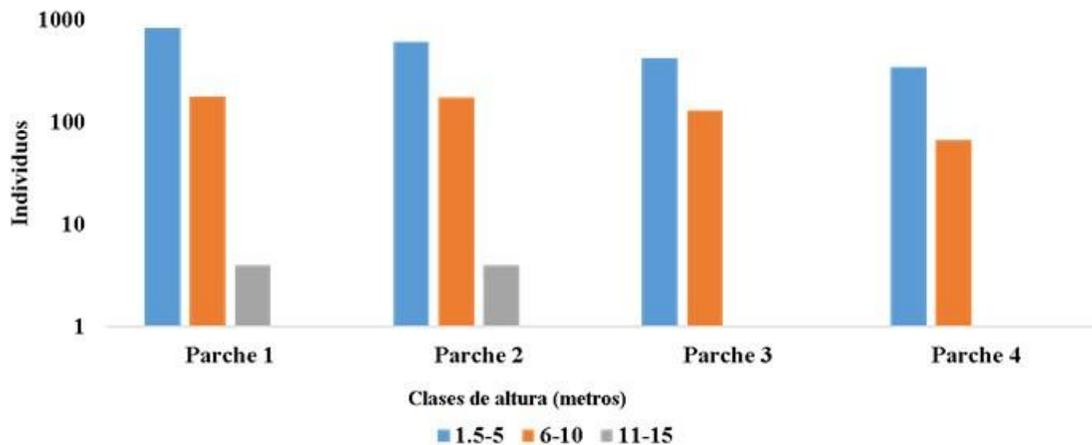


Figura 26. Estructura vertical de la selva baja espinosa caducifolia en los cuatro parches muestreados en la microcuenca del Estero del Yugo durante 2019-2020.

Al comparar la estructura horizontal entre los cuatro parches, se observó que todos tuvieron proporciones muy similares en cuanto al número de individuos por clases diamétricas. De igual manera que en el resultado global, la clase diamétrica dominante fue la de árboles de 6 a 11 centímetros, seguido de tallas por debajo de los 23 centímetros de DAP. Esta distribución de frecuencias se relaciona con lo expuesto por Zamora (2010), el cual menciona que, en los primeros años de vida, una gran cantidad de individuos son capaces de establecerse, pero conforme aumenta

la clase diamétrica, la competencia por los recursos reduce la cantidad de árboles que pueden llegar a mayores tallas. De acuerdo con García (2005), la abundancia de estas tallas indica individuos jóvenes, relacionada posiblemente a perturbaciones en el pasado, naturales o antrópicas. Una posible evidencia de ello consta de que en el parche 1, 2 y 3 se observaron numerosos individuos de palo prieto (*Piranhea mexicana*) que denotan haber sido talados en el pasado, ya que presentan un DAP mayor a 30 centímetros en la base de su tronco, seguido de un crecimiento de ramas secundarias con forma arbustiva (figura 27). Finalmente, dado que no se encontró información respecto a cuántos, en qué fechas y de qué magnitud sucedieron las posibles perturbaciones antrópicas pasadas en la microcuenca del Estero del Yugo, se sugiere a futuro calcular la edad de las especies arbóreas más abundantes, para con ello estimar la edad promedio de la vegetación y por ende, estimar posibles eventos de perturbación.



Figura 27. Individuos adultos de palo prieto (*Piranhea mexicana*) que denotan haber sido talados en el pasado por el crecimiento de ramas secundarias a partir la parte baja de su tronco.

En el caso de la estructura vertical, al igual que el resultado global, el rango de altura predominante en cada parche fue el de 1.5 a 5 metros, coincidiendo todos los parches en una menor proporción de individuos de 6 a 10 metros y siendo casi nula la presencia de árboles de 11 metros de altura en adelante. De acuerdo con Rzedowski (2006), el rango de altura de los árboles maduros de esta vegetación oscila de los 5 a los 8 metros, por lo que la altura más registrada (1.5 a 5 metros) denota una comunidad de individuos jóvenes. Esta situación puede relacionarse a un evento de

reclutamiento producido por una posible perturbación natural en el pasado, tal como se ha documentado en otras áreas naturales del sur de Sinaloa en proceso de conservación (García, 2005).

Diversidad alfa y beta. En el aspecto de riqueza específica, se identificó un total de 76 especies de árboles y arbustos. La riqueza por parche se presenta en el cuadro 12.

Cuadro 12. Riqueza específica de los parches de selva baja espinosa caducifolia muestreados en la microcuenca del Estero del Yugo durante 2019-2020.

Parche	Riqueza específica
1	46
2	40
3	38
4	39

La riqueza específica fue similar entre los cuatro parches, encontrándose como máxima diferencia a ocho especies entre el parche 1 y 3. Estos resultados indican una selva baja espinosa caducifolia homogénea en la microcuenca del Estero del Yugo en cuanto a riqueza de especies. Comparando con otros estudios pasados en el Estero del Yugo, se registraron 15 especies más de las reportadas por CIAD (1998), así como cinco más de las encontradas por Gómez y Acevedo (2014) en la ZOFEMAT del Estero. En comparación con otras ANP de Mazatlán, se determinó que éste parámetro ecológico fue mayor que el de la Zona de Reserva Ecológica y Zona de Refugio de Aves Marinas y Migratorias y de Fauna y Flora Silvestre Isla Venados (con 126 especies registradas por Flores *et al.*, 1996), la isla Lobos y Pájaros (con 57 y 56 especies registradas respectivamente por Vega *et al.*, 2001) y el del APFF Meseta de Cacaxtla (con 92 especies identificadas por Márquez *et al.*, 2019).

En cuanto al índice de Sorensen como un estimador de la diversidad beta, los resultados de los cuatro parches muestreados se presentan en el cuadro 13, los cuales reflejan una similitud promedio global del 58 %; de acuerdo a estos valores, los parches con mayor similitud fueron el 3 y el 4 (65.8 %).

Cuadro 13. Comparación de los valores del índice de Sorensen de los parches de selva baja espinosa caducifolia muestreados en la microcuenca del Estero del Yugo durante 2019-2020. El valor máximo de similitud fue del 65.8 % entre el parche 3 y 4.

Parches	1	2	3	4
1	1	61.1 %	60.9 %	48.6 %
2		1	56.3 %	55.3 %
3			1	65.8 %
4				1

Los cuatro parches presentaron similitudes parecidas por arriba del 50 %, lo que de acuerdo a Fernández *et al.* (2013), denota homogeneidad en la vegetación. A pesar de que se esperaría una similitud más elevada entre los parches por su ubicación prácticamente contigua, la variabilidad entre ellos podría deberse a la influencia de la cercanía a los cuerpos lagunares (efecto de microambiente) o al grado del impacto antrópico al que cada parche está expuesto (García, 2005). **Índice del Valor de Importancia (IVI).** En el aspecto de importancia ecológica, las diez especies con mayor valor del índice se presentan en el cuadro 14, donde el casiguano (*Caesalpinia eriostachys*) obtuvo el mayor porcentaje (37.5 %); así mismo, esta especie fue la que demostró mayor dominancia y mayor frecuencia en el muestreo. Por otro lado, la especie más abundante, fue el palo prieto (*Piranhea mexicana*).

Cuadro 14. Las diez especies con el mayor Índice de Valor de Importancia ecológica (IVI) en la microcuenca del Estero del Yugo en el período de junio 2019-enero 2020. Se resaltan en negritas los valores más altos de cada columna.

Especie	IVI (%)	Abundancia (no. de individuos)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Densidad relativa (%)
<i>Caesalpinia eriostachys</i>	37.6	271	5.5	97.3	9.9
<i>Piranhea mexicana</i>	11.1	789	4.1	0.4	28.8
<i>Piptadenia obliqua</i>	4.0	200	4.6	0.1	7.3
<i>Lysiloma divaricatum</i>	2.9	96	5.0	0.2	3.5
<i>Bursera arborea</i>	2.6	78	4.8	0.1	2.8
<i>Croton sp.1</i>	2.4	86	3.2	0.8	3.1
<i>Ziziphus amole</i>	2.4	94	3.6	0.1	3.4
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	2.1	126	1.6	0.2	4.6
<i>Neea psycotrioides</i>	2.1	73	3.6	0.0	2.7
<i>Caesalpinia sclerocarpa</i>	2.1	48	4.3	0.2	1.8

A pesar de que el palo prieto (*Piranhea mexicana*) se constituyó como la especie más abundante de la microcuenca, el casiguano (*Caesalpinia eriostachys*) lo superó como la especie de mayor importancia ecológica debido a su presencia en la mayoría de los cuadrantes, así como tener individuos de mayores dimensiones a comparación de la mayoría de los juveniles del palo prieto. Comparando con otros estudios previos del Estero del Yugo, en el primer censo biológico realizado por el CIAD (1998) se identificó a *Trichilia parvifolia* (especie sinónima de *T. trifolia*) como la especie de mayor dominancia e importancia. Sin embargo, contrastando con los resultados actuales, en los cuales *T. trifolia* estuvo escasamente representada con únicamente 3 individuos, lleva a pensar que hubo un error de identificación en lo reportado en 1998, puesto que existe cierto parecido morfológico entre *T. trifolia* y el palo prieto *P. mexicana*, lo que afirma que la especie más abundante en el Estero del Yugo desde 1998 hasta la fecha sigue siendo *P. mexicana*. Por su parte, Gómez y Acevedo (2014) registraron al ébano prieto (*Caesalpinia sclerocarpa*) como el de mayor importancia ecológica y dominancia, dato que también contrasta con los resultados propios, al identificar a esta especie en el 11avo lugar de importancia ecológica. Sin embargo, los tres estudios florísticos realizados hasta el momento coinciden con la elevada relevancia ecológica de tres especies: el casiguano (*C. eriostachys*), el mauto (*Lysiloma divaricatum*), y el papelillo (*Bursera* sp.). En adición, Rzedowski (2006) reconoce al nanche de la costa (*Ziziphus amole*) y al mauto (*L. divaricatum*) como dos de las especies más frecuentes que se encuentran en los bosques secos de Sinaloa.

6.1.2.2.2 Parámetros ecológicos del manglar. **Estructura horizontal y vertical.** De manera global, se muestrearon 798 individuos. En la estructura horizontal, la clase diamétrica dominante para el mangle botoncillo (*C. erectus*) fue de 2.5 a 5 centímetros, para el mangle blanco (*L. racemosa*) fue de 15.1 a 20 centímetros y en promedio global para las dos especies, de 2.5 a 5 centímetros (figura 28). En cuanto a estructura vertical, el promedio de altura de la franja de manglar fue de 6.7 metros, encontrándose ejemplares de hasta 10 metros en el cuadrante 6 (figura 29).

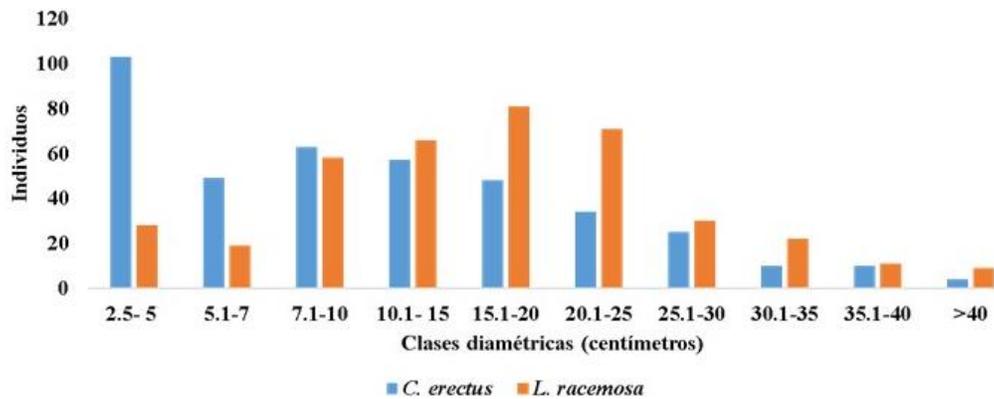


Figura 28. Estructura horizontal de los individuos muestreados del manglar de la microcuenca del Estero del Yugo durante el 2019. Se muestran los intervalos para cada clase diamétrica.

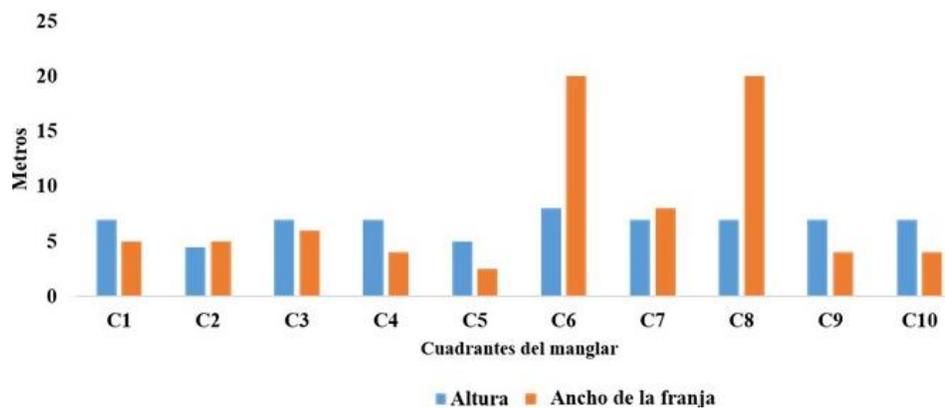


Figura 29. Altura promedio de los árboles y ancho de la franja del manglar registrado en diez cuadrantes de muestreo en el Estero del Yugo durante el 2019.

En la estructura horizontal, se determinó que la población del mangle botoncillo (*C. erectus*) está menos desarrollada en cuanto a DAP que la del mangle blanco, donde la mayoría de sus individuos registran tallas de 10 a 25 centímetros. En este sentido, Navarro *et al.* (2019) menciona que el desarrollo estructural del manglar se asocia a su edad, por lo que, dado que la mayoría de los individuos del Estero del Yugo no superan los 5 centímetros, podría asumirse que el manglar de este sistema es relativamente joven. Comparando la altura promedio de la franja del manglar con la máxima estipulada en la descripción botánica general de la vegetación por Rzedowski (2006) (hasta 25 metros de altura), esta diferencia posiblemente se explica por el gradiente latitudinal en la medida de altura del manglar en México, donde las regiones con mayor humedad presentan manglares de mayor altura (Portillo y Ezcurra, 2002). Adicionalmente, las presiones antrópicas

(particularmente la salinización de los cuerpos lagunares) a las que está expuesto el manglar del Estero del Yugo podrían estar impidiendo su desarrollo óptimo.

En cuanto al ancho de la franja del manglar, se identificó que el ancho promedio fue de 7.8 metros, sobresaliendo el ancho registrado en los cuadrantes 6 y 8, que coincidió con la presencia de los árboles de manglar de mayor altura. Este desarrollo estructural más avanzado puede deberse a, como Navarro *et al.* (2019) lo expone, una mayor captación de agua dulce proveniente de las escorrentías anuales de lluvia, a comparación del resto de las zonas de la franja del manglar.

Diversidad alfa y beta. Como se mencionó anteriormente, en riqueza específica solo se encontraron dos especies de manglar, número que se ha mantenido estable desde el primer estudio del cual se tiene registro del Estero del Yugo (Stokes y van der Heiden, 1998). En cuanto al coeficiente de Sorensen como estimador de la diversidad beta, las similitudes entre los cuadrantes se presentan en el cuadro 15, los cuales reflejan una similitud promedio global de 0.59 (nivel intermedio-alto).

Con base en el análisis de la diversidad alfa y beta, pudo identificarse una comunidad homogénea en cuanto a composición de especies a lo largo de la franja de manglar, ya que en todos los cuadrantes se encontraron presentes tanto el mangle botoncillo (*C. erectus*) como el mangle blanco (*L. racemosa*). Sin embargo, pudo identificarse una heterogeneidad en la abundancia de ambas especies en las distintas zonas muestreadas, al encontrarse una gran variedad de coeficientes de similitud en un rango desde 0.15 (entre los cuadrantes 1 y 5, por ejemplo) hasta similitudes de 0.93 (cuadrante 3 y 6).

Cuadro 15. Comparación de los valores del Coeficiente de Sorensen para datos cuantitativos de los cuadrantes de manglar muestreados en la microcuenca del Estero del Yugo durante el 2019. Se resalta en negritas el valor mínimo y el máximo del coeficiente.

Cuadrantes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0.84	0.61	0.26	0.15	0.67	0.70	0.55	0.51	0.39
2		1	0.54	0.31	0.22	0.60	0.61	0.67	0.68	0.57
3			1	0.44	0.42	0.93	0.84	0.70	0.37	0.26
4				1	0.73	0.47	0.24	0.53	0.32	0.22
5					1	0.45	0.15	0.54	0.31	0.28
6						1	0.75	0.71	0.41	0.29
7							1	0.43	0.37	0.29
8								1	0.64	0.47
9									1	0.79
10										1

Aunque se esperarí­a que los mayores coeficientes de similitud hubieran sido entre los cuadrantes que se encontraron espacialmente más próximos entre sí, no se identificó un patrón de similitud de acuerdo a distancia que aplicara para todos los cuadrantes. En este punto, únicamente en los cuadrantes 1 y 2 y respectivamente en los 9 y 10 se cumplió esta condición relacionada a la cercanía, presentando similitudes mayores a un coeficiente de 0.75. Considerando otros factores que podrían intervenir en la similitud, en los cuadrantes 3 y 6, 3 y 7 y respectivamente 6 y 7 (pares con similitudes también mayores a 0.75) se identificó la presencia de escorrentías de agua dulce, por lo que posiblemente este factor podría estar generando un efecto de microambiente en tales puntos. Sin embargo, esto no aplicó para otros cuadrantes donde también hay presencia de otras de las escorrentías de la microcuenca del Estero del Yugo.

Debido a la relativamente pequeña extensión del Estero del Yugo, se requiere que en estudios futuros se analicen los posibles factores específicos que influyen en la heterogeneidad de abundancia de las dos especies presentes de manglar a lo largo de la franja que forman.

ndice de Valor de Importancia. Se identificó al mangle blanco (*L. racemosa*) como el de mayor importancia de las dos especies del Estero del Yugo con un valor del 50.03 %, pero muy similar al del mangle botoncillo (*C. erectus*) (46.97 %). Los valores de este análisis se presentan en el cuadro 16.

Cuadro 16. ndice de Valor de Importancia ecológica de las dos especies de manglar de la microcuenca del Estero del Yugo durante el 2019. Se resalta en negritas el valor máximo de cada columna.

Especie	IVI (%)	Abundancia (no. de individuos)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Densidad relativa (%)
<i>Conocarpus erectus</i>	46.97	406	50	40.04	50.87
<i>Laguncularia racemosa</i>	50.03	392	50	59.96	49.13

Las dos especies de manglar del Estero del Yugo presentaron valores muy similares en cuanto a abundancia, frecuencia relativa, dominancia relativa y densidad relativa, lo que explica que ambas especies hayan tenido un IVI muy similar también. El hecho de que el mangle blanco (*L. racemosa*) haya sobre salido en importancia ecológica respecto al mangle botoncillo (*C. erectus*) puede

deberse a que presentó un mayor desarrollo estructural (individuos más altos y gruesos), lo que se traduce en una mayor dominancia relativa en la comunidad de manglar que forman ambas especies.

6.1.2.2.3 Calidad de la selva baja espinosa caducifolia. Se determinó el valor global de la calidad de la vegetación de 55.3 %. Al analizar la calidad por parche, el parche 3 se determinó como el de mejor calidad (65 %) y el parche 4 como el de calidad más baja (49.4 %). Los valores de los criterios evaluados por cuadrantes y parches de vegetación se presentan en el anexo 5.

Los cuatro parches de vegetación presentaron valores relativamente similares, que al encontrarse en el rango del 49 al 65 %, podrían considerarse denotar una calidad intermedia al compararse con la selva baja espinosa caducifolia ideal. El parche 3 obtuvo el valor de calidad más alto (65 %) posiblemente debido al encontrarse en un lomerío con mayor dificultad de acceso para las personas que talan en comparación de los otros tres parches, además de estar más alejado de la zona urbana. Por el contrario, el parche 4 obtuvo la menor calidad posiblemente por encontrarse actualmente en un proceso de intervención para la construcción de desarrollos urbanos; además, en este parche se identificó la presencia del neem (*Azadirachta indica*), registrada como una especie invasora, el vinolo (*Vachellia campechiana*), la vinorama (*Vachellia farnesiana*), el guamúchil (*Pithecellobium dulce*) y el mezquite (*Prosopis juliflora*), todas ellas indicadoras de perturbación (Vázquez *et al.*, 1999; Vera *et al.*, 2007).

Respecto a los cuadrantes del parche 1 los cuales se encontraron dentro de la ZOFEMAT del Estero del Yugo, obtuvieron el segundo mejor puntaje promedio final (después del parche 3). Este resultado fue inesperado, ya que, al encontrarse dentro de dicho parche gran parte de los senderos, se predecía que se encontrara con índices de perturbación debido a factores como la erosión y compactación del suelo, la pérdida de la vegetación, la disminución del paso de la fauna y la concentración de los usuarios (Casals, 2013). Sin embargo, a diferencia del parche 2, que obtuvo un puntaje ligeramente menor, se encontró de manera general, una mayor abundancia y variedad de especies de árboles grandes y sotobosque en los cuadrantes (posiblemente por la cercanía a los cuerpos lagunares). Los resultados de este estudio son similares a los obtenidos por García (2005), donde al evaluar la calidad de la vegetación de una zona agrosilvopastoril del sur de Sinaloa obtuvo valores intermedios de calidad (53.8 % en promedio), debido a la intensidad de las actividades productivas de la zona.

6.1.2.2.4 Calidad del manglar. Se determinó una calidad global de la vegetación del 30.8 %. Analizando la calidad por cuadrante, el número 6 obtuvo el valor más alto (40 %) y el número 3 el más bajo (27 %) (figura 30). Al compararse la calidad promedio de los cuadrantes presentes en 1) la laguna sur, 2) el borde que divide a las lagunas y 3) la laguna norte, ésta última área presentó la mejor calidad con el 33 %. Los valores de los criterios evaluados por cuadrante se presentan en el anexo 5.

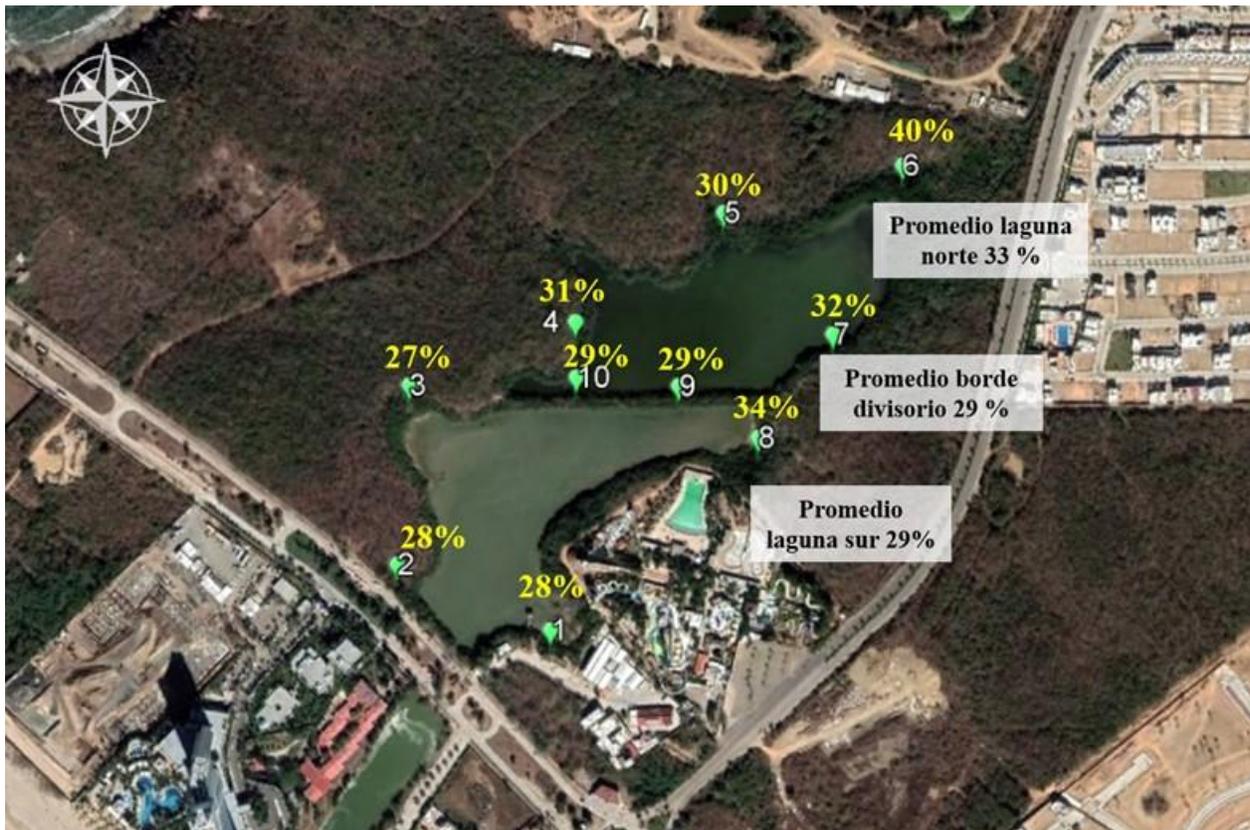


Figura 30. Calificación en porcentaje de la evaluación de la calidad del manglar en diez cuadrantes del Estero del Yugo. Elaborado con base en una imagen de Google-Earth Pro, 2020.

Al determinar que los valores de calidad de vegetación de los cuadrantes evaluados se encuentran por debajo del 50 %, se puede decir que la calidad del manglar del Estero del Yugo es baja. Posiblemente, la franja de manglar de la laguna norte presentó la mejor calidad al contar con una mayor disponibilidad de agua dulce durante el ciclo anual. Esto podría relacionarse con lo expuesto por Flores *et al.* (2003), que establecen como condición óptima de desarrollo para los manglares

salinidades de 15 ups, así como que el mangle blanco prefiere ambientes con poca influencia de mareas y el mangle botoncillo se ubica en el margen tierra adentro de los sistemas estuarinos o marismas.

Por su parte, el manglar de la laguna sur (con excepción del cuadrante número 8) presentó los valores más bajos de calidad de vegetación probablemente al tener una mayor exposición a cambios drásticos en su hidrodinámica, así como estar expuesto todo el ciclo anual a condiciones de alta salinidad. En esta laguna se tiene la descarga constante de agua marina de la planta piloto del CIAD, el vaciado repentino de la laguna por la apertura de la boca estuarina y además la descarga pluvial del lado este de la microcuenca, que en temporada de lluvias acarrea sedimentos de las áreas deforestadas y drenaje de las zonas urbanizadas (incluyendo en ocasiones el de la Unidad Mazatlán del CIAD). Estas deducciones se ven reforzadas por los resultados obtenidos por Meza y Robles (2013), donde identificaron una mayor sobrevivencia de plántulas de las dos especies de mangle en la laguna norte del Estero. En este sentido, Díaz (2011) identifica como factores de perturbación para los manglares a problemas como la hipersalinización de los cuerpos lagunares y el azolvamiento, factores presentes en el Estero. Sin embargo, debido a la escasa información respecto a los manglares del Estero del Yugo, se sugiere realizar más estudios que permitan corroborar el impacto de las descargas antrópicas de agua en la calidad del manglar.

6.1.3 Fauna

6.1.3.1 Composición faunística y su estatus de conservación. Se registraron 125 especies, organizadas en 4 clases, 57 familias y 95 géneros (anexo 6). La mayoría de las especies registradas fueron aves (106), seguido de reptiles (11), mamíferos (7) y por último 1 anfibio. Del total, se identificaron a 121 especies como nativas y a 4 como introducidas. En el grupo de las aves, la casi totalidad de las especies se identificaron como nativas (105). El 66 % de las especies se identificó como residente y el 31 % como migratoria. Las familias con mayor riqueza fueron Ardeidae (9 especies), Parulidae (9), Scolopacidae (7) y Tyrannidae (6). Los géneros con mayor riqueza de especies fueron *Egretta* (3), *Passerina* (3) y *Vireo* (3). En cuanto a especies protegidas a nivel nacional e internacional, se registraron 23 en total, de las cuales 9 se reconocen como EPC, 12 se

encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2019 (9 en la categoría de Protección especial, 2 en Amenazada y 1 en Peligro de extinción), 9 especies dentro CITES (8 en el Apéndice II y 1 en el Apéndice I) y 2 en la categoría de Vulnerable de la Red List de la UICN. El cocodrilo (*Crocodylus acutus*) se encontró presente dentro de cada uno de estos cuatro instrumentos de conservación.

Comparando con estudios previos de fauna en el Estero del Yugo, se registraron 36 especies menos que las reportadas por el CIAD (1998), el cual, hasta antes del presente estudio, se constituía como el único censo general de fauna en el área. En cuanto a los estudios previos de la avifauna acuática del Estero, solo se registraron 26 de las 61 especies identificadas por Stokes y van der Heiden (1998); se registraron 38 de las 58 especies identificadas por Montijo (2009) y se observaron 22 de las 32 especies acuáticas reportadas por Murúa *et al* (2019). Durante el periodo de 22 años que comprenden estos cuatro estudios de avifauna, solo 20 especies estuvieron presentes en todos los estudios. En este punto, es importante mencionar que los tres estudios previamente mencionados no fueron realizados bajo la misma metodología y con el mismo esfuerzo de muestreo. No obstante, esta disminución en el número de especies de aves acuáticas registradas podría relacionarse a los cambios percibidos en la hidrodinámica del Estero, como lo expone Montijo (2009). De igual manera, la notoria abundancia de individuos de ciertas especies indicadoras de perturbación como el gorrión común (*Passer domesticus*) (la única especie identificada como introducida), el zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*) y la paloma alas blancas (*Zenaida asiática*) (Barrientos *et al.*, 2018) podrían denotar el impacto de la urbanización de la microcuenca del Estero del Yugo en su composición avifaunística. Sin embargo, a pesar de que ya no se encontraron algunas especies registradas anteriormente, en el presente trabajo se reportó la presencia de 34 especies de aves que no se habían registrado anteriormente en el Estero (3 acuáticas y 31 terrestres).

En cuanto a los otros grupos de fauna, fueron numerosos los comentarios de actores sociales que mencionaron percibir la desaparición de distintas especies en los últimos diez años. Las más mencionadas fueron el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el jabalí (*Pecari tajacu*), el armadillo (*Dasypus novemcinctus*) y una gran abundancia de sapos y cangrejos (especies sin identificar). Algunos de los principales factores que posiblemente han influenciado la disminución de la riqueza y abundancia de fauna en el Estero son la pérdida y modificación del hábitat por el desarrollo urbano (Stokes y van der Heiden, 1998; Gómez y Acevedo, 2014; Murúa *et al.*, 2019), la alteración del sistema hidrológico (Bravo, 2005), la salinización del sistema lagunar (Montijo, 2009) y la fragmentación del hábitat.

6.1.3.2 Calidad del hábitat para la fauna. Se determinó un nivel de calidad del hábitat bajo para los cuatro grupos de fauna, siendo el de los mamíferos el de mayor puntaje (0.39), seguido de los reptiles (0.33), los anfibios (0.33) y por último las aves (0.27). Los valores de cada atributo del hábitat evaluado se presentan en el anexo 7.

De los seis atributos del hábitat evaluados, los que recibieron mejor calificación fueron el de cobertura vegetal para refugio (valor de 0.67 para todos los grupos de fauna) y el de disponibilidad de agua (0.67 igualmente para todos los grupos). El valor de la cobertura vegetal se fundamenta al considerarse óptima la cantidad de árboles grandes y la salud del dosel del estero, de acuerdo a la evaluación de la calidad de vegetación también realizada en el presente estudio, tomando adicionalmente en cuenta que la mayor parte del año la selva baja espinosa caducifolia pierde su follaje. Por su parte, se calificó óptimamente el atributo de disponibilidad de agua por la reserva de agua dulce que representa la laguna norte durante la temporada de lluvias y una parte de la temporada de secas frías. El atributo que recibió menor calificación fue el de presencia de disturbios humanos, calificado cualitativamente como alto (valor de 0 para todos los grupos de fauna), debido a que en la evaluación socioecológica realizada pudo identificarse la presencia permanente de distintos tipos de alteraciones antrópicas en el área. Esto concuerda con el trabajo de Gómez y Cochero (2013), los cuales identificaron que los sitios más alejados de las zonas urbanas obtienen mejores valores de calidad de hábitat. Por su parte, en el atributo de presencia de competidores/depredadores naturales, a pesar de que la evaluación ecológica rápida realizada en el presente estudio no ahondó en determinar la abundancia de las especies de fauna, la observación cada vez más frecuente de especies invasoras como perros (*Canis lupus familiaris*) y gatos (*Felis silvestris catus*), así como el continuo reporte de caza ilegal por las personas, son indicadores de que los grupos de fauna tienen una amenaza de depredación latente.

Como comentario final, al realizar la búsqueda de estudios similares con los cuales comparar los resultados del presente trabajo, se identificó que la mayoría de las evaluaciones de calidad de hábitat se enfocan a evaluar los atributos del hábitat clave de una especie o un grupo taxonómico en específico. Por lo anterior, se sugiere que, para realizar futuras evaluaciones de calidad de hábitat, se genere un mayor conocimiento de los requerimientos ecológicos de los grupos específicos de fauna que habitan el Estero del Yugo, así como se tomen en cuenta las distintas temporadas climáticas, ya que la disponibilidad de recursos es altamente susceptible en este tipo de sistemas estuarinos (Guzmán *et al.*, 2014).

6.2 Evaluación Social Participativa del Estero del Yugo

6.2.1 Identificación de la percepción y conocimiento de los actores sociales respecto al Estero del Yugo.

Se identificaron dos grupos principales de actores sociales relacionados al Estero del Yugo, los cuales fueron los actores clave y los usuarios (figura 31). A continuación, se describe cada grupo.

- **Actores clave.** Se determinaron como aquellos actores sociales con una fuerte influencia política o económica en el manejo del área (Reymond, 2013). Este grupo se conformó por directivos y subordinados de 12 dependencias gubernamentales (siete de nivel federal y cinco municipales) con injerencia legal (y/o potencial) en la conservación del Estero del Yugo, así como por el grupo de empresas y propietarios particulares de los terrenos que integran la microcuenca en cuestión.
- **Usuarios.** Se identificaron como aquellos actores que hacen uso de los sistemas de recursos del área, afectándolos o siendo afectados por los mismos (del Mar Delgado y Ramos, 2015). Este grupo, a su vez, se dividió en dos subgrupos, los cuales fueron la comunidad de personas que integra al CIAD Unidad Mazatlán y, por otro lado, 12 perfiles de usuarios externos que visitan el Estero del Yugo para realizar actividades específicas.

De estos dos grupos de actores sociales, se estableció contacto con una muestra de 160 personas, del cual el 93 % correspondió a usuarios y el 7 % a actores clave. Del total del grupo de usuarios (132 personas), el 67 % correspondió a la comunidad del CIAD y el 33 % a los usuarios externos. En cuanto al género del total de la muestra, el 52 % fueron hombres y el 48 % mujeres. El rango de edades comprendió de los 21 a los 73 años, siendo el grupo más numeroso el de personas entre 40 y 50 años (25.6 %). La gran mayoría (96.5 %) fueron residentes de Mazatlán.



Figura 31. Actores sondeados en el análisis social de la microcuenca del Estero del Yugo.

A pesar de la relativamente pequeña extensión de la microcuenca del Estero del Yugo, se identificó una variada red de perfiles de actores sociales, la cual, de acuerdo al personal encargado del manejo del Estero del Yugo y de los comentarios personales de distintos investigadores del CIAD Unidad Mazatlán, en muchos casos, las personas están entrelazadas positivamente por cuestiones laborales y personales.

De los dos grupos principales de actores sociales, el más grande en cantidad de personas fueron los usuarios, particularmente la comunidad del CIAD y los profesores de los distintos niveles educativos que regularmente han visitado el Estero llevar a sus grupos escolares a los recorridos guiados. En este último grupo, pudo identificarse un número considerable de personas debido a los recibos de pago que se generan cada que un profesor otorga un donativo por el recorrido guiado que recibió en el Estero del Yugo; sin embargo, aunque no se cuenta con una base de datos de los usuarios que diariamente visitan el área, mediante comentarios personales de la comunidad del CIAD, así como por observación directa, pueden considerarse también como grupos numerosos a los turistas, ciclistas y deportistas.

Como comentario final, debido a la contingencia sanitaria generada por el COVID-19 en marzo de 2020, no se le pudo dar seguimiento a establecer comunicación con la dependencia gubernamental CONAGUA ni con el grupo de desarrolladores de la microcuenca del Estero del Yugo; por su alto nivel de influencia en la conservación de la microcuenca, se sugiere que en el futuro se establezca comunicación

6.2.1.1 Entrevistas semiestructuradas

6.2.1.1.1 Categoría Conocimiento sobre el Estero del Yugo. Como resultados generales en esta categoría, la mayoría de los entrevistados visitó el Estero del Yugo al menos una vez (85.4 %) y mencionó tener de 0 a 5 años conociéndolo (46.7 %) (anexo 8). Dado que la intención de realizar la evaluación social en el presente estudio fue obtener la mayor riqueza de información del Estero del Yugo, se seleccionaron de manera dirigida a usuarios externos donde se tuviera la certeza de que conocieran el área más allá de sólo una visita. Sin embargo, en el caso de los actores clave y la comunidad del CIAD, se buscó el sondeo de la mayor cantidad de personas, inclusive considerando a aquellos que nunca han visitado el Estero. Con base en esto, 21 de las personas que no conocieron el estero pertenecieron al CIAD y el resto (1) fue un actor clave. Algunas de las razones más mencionadas de no haber visitado el área fueron la falta de algún motivo en particular, la falta de tiempo y/o información y el miedo por considerar el lugar como inseguro. De manera contrastante, el mismo grupo del CIAD fue el que tuvo la mayor cantidad de personas que conocía al Estero desde hace más de diez años (33), muy probablemente por la ubicación del estero junto al CIAD.

Respecto a la frecuencia de visita al Estero, la mayor frecuencia residió en el grupo de los usuarios externos y la comunidad del CIAD, con un promedio de dos a cinco visitas al año para realizar principalmente actividades de disfrute personal, donde el senderismo (46.7 %) fue la actividad más mencionada. Por el contrario, en los actores clave, la mayoría mencionó visitar el Estero muy esporádicamente y por cuestiones laborales.

En el conocimiento del área como protegida, la gran mayoría de los entrevistados (88.1 %) no conoció si el Estero se encontraba protegido por alguna institución o legislación. Este último alto

porcentaje de desconocimiento pudiera deberse a la falta de alguna declaratoria o plan de comunicación institucional y/o local.

6.2.1.1.2 Categoría Valoración del Estero del Yugo. En esta categoría, el 100% de los entrevistados que conocen el Estero afirmaron que este ofrece algún tipo de servicio ambiental, siendo los más mencionados la conservación de la biodiversidad (78 %), la educación ambiental (54 %) y el mejoramiento de la calidad del aire (29 %) (anexo 8). El objeto natural que más se mencionó como prioritario para los usuarios (externos y CIAD) fue el conjunto de todos los elementos naturales que integran la microcuenca (36.8 %) y para los actores clave, el sistema hidrológico de la microcuenca. Como recomendaciones más mencionadas, se identificó el controlar el acceso al área y la gestión organizada con el gobierno local. En cuanto al objeto cultural, la mayoría de los tres grupos entrevistados identificaron como prioridad a los recorridos guiados (35.2 %), con las recomendaciones más repetidas de difusión y mantenimiento del área a conservar.

La percepción totalitaria de los entrevistados respecto al Estero como generador de servicios ambientales puede constituir un elemento favorable para el futuro involucramiento de los actores en estrategias específicas. El hecho de que más de la mitad de los entrevistados hayan identificado al Estero como área de conservación de la biodiversidad y de fomento a la educación, así como la elección de los recorridos guiados como la prioridad cultural de conservación, refleja que posiblemente este sea el mensaje más exitoso que el área ha transmitido al CIAD y a la comunidad local desde su apertura.

6.2.1.1.3 Categoría Conocimiento de las amenazas del Estero del Yugo. En esta categoría, el 98.3 % de los encuestados que han visitado el Estero del Yugo percibieron el área como amenazada (anexo 8); esta respuesta casi unánime es evidencia de la notoriedad pública del área como perturbada. La amenaza prioritaria más mencionada por los actores clave y la comunidad del CIAD fue la urbanización, contrastando con los usuarios externos que identificaron a la basura como el mayor problema existente. Posiblemente, el que la mayoría de los usuarios hayan identificado como problema principal a la basura por encima de la urbanización refleja cómo está siendo afectado su interés en particular al visitar el Estero, el cual para este grupo fue el practicar

senderismo. Por su parte, el que para la mayoría del CIAD y de los actores clave el problema principal fuera el avance de la urbanización en la zona puede significar un mayor conocimiento de cómo se ha ido transformando rápidamente la zona norte de la ciudad sin un programa que contemple la conservación de los relictos de áreas naturales.

En las recomendaciones de conservación para abordar la urbanización, la más mencionada fue la gestión con el gobierno local. Esto puede denotar dos escenarios: una visión paternalista del gobierno como responsable de remediar el problema o el conocimiento de que la ruta estratégica para conservar al Estero implica necesariamente coordinarse con este actor. Sin embargo, muy pocos de los entrevistados (6.9 %) mencionaron específicamente a las dependencias locales que legalmente se encargan de regular el desarrollo urbano (IMPLAN y Dirección de Planeación del Desarrollo Urbano Sustentable), comparado con un mayor número de personas (22.2 %) que identificaron a la Dirección de Ecología del Gobierno Municipal de Mazatlán como la que se encarga de ello. Este resultado fue similar al obtenido por Brenner (2010), donde la percepción de los actores sociales de un ANP respecto a la capacidad de influir en el manejo del área se recargó en aquellos con poder económico o legal, considerando a la sociedad en general sin la capacidad de incidir en ello. En este punto, resultó interesante el que sólo el 22.9 % de los entrevistados identificara a los dueños de los predios de la microcuenca del Estero del Yugo como aliados potenciales para conservar el área.

6.2.1.1.4 Categoría Identificación de alianzas estratégicas del Estero del Yugo. La disposición casi totalitaria de los entrevistados (98.6 %) a participar en la conservación del Estero del Yugo (anexo 8), aunado a la buena valoración del área conforman dos elementos de la conciencia ambiental (Gómez *et al.*, 2012), que a su vez tiene el potencial de traducirse en acciones tangibles para la conservación del Estero.

En cuanto al aliado estratégico identificado por los actores, de manera global, el más mencionado fue el gobierno municipal (43.7 %), seguido de SEMARNAT (24.3 %) y la Dirección de Ecología (22.2 %).

Como resultados de la última pregunta, la forma de participación más mencionada fue asistiendo a campañas de limpieza que se realicen en el área (27.7 %). Esto podría identificarse como una participación de tipo pasiva, ya que la mayoría de los entrevistados delegó la organización de esta actividad al personal responsable del Estero del Yugo. De manera similar, la mayor parte de los

usuarios externos mencionó apoyar a la conservación del área haciendo difusión con sus conocidos para que lo visitaran y ayudaran. Por su parte, sólo tres de los actores clave mencionaron participar mediante las facultades legales que les otorgan sus dependencias gubernamentales; el resto comentó acciones de apoyo, pero desde un nivel personal. Aunado a lo anterior, la respuesta más popular de participación de cada uno de los grupos de actores sociales no fue congruente con abordar la problemática prioritaria que identificó cada uno. Por ejemplo, los usuarios externos identificaron como principal amenaza la basura presente en el Estero del Yugo, pero propusieron apoyar con actividades de difusión. Por su parte, la comunidad del CIAD señaló a la urbanización como el mayor problema del Estero, pero propuso participar en su conservación al asistir a campañas de limpieza.

6.2.1.2 Taller consultivo. Se contó con la asistencia de 16 especialistas pertenecientes a cinco organizaciones/instituciones de la región con experiencia en conservación y manejo de la biodiversidad, las cuales fueron el CIAD Unidad Mazatlán, la Escuela de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa, el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM Unidad Académica Mazatlán (ICMyL), la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) (anteriormente conocida como Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), Conselva Costas y Comunidades A.C. y Paco's Reserva de Flora y Fauna.

Como resultados globales, el objeto natural prioritario más mencionado fue el sistema hidrológico (55 %), bajo el argumento de la mayoría de las mesas de trabajo (a excepción de la de fauna), que a través de su conservación se protegerían a las especies, comunidades y sistemas naturales de la microcuenca. Por su parte, la mesa de fauna seleccionó como objetos prioritarios a la chara sinaloense (*Cyanocorax beecheii*) y a los árboles que proveen alimento a esta ave endémica de la región.

Como objetos culturales prioritarios, se eligieron tres de manera equitativa: la educación ambiental (33.3 %), la investigación científica (33.3 %) y el ecoturismo (33.3 %). Respecto a estas respuestas, tres mesas temáticas propusieron a la investigación científica como prioritaria, posiblemente por el perfil científico de los asistentes; sin embargo, al igual que como lo hicieron los actores sociales entrevistados, se reconoció la importancia de continuar realizando educación ambiental y ecoturismo en el área.

En las amenazas, la urbanización fue identificada como elemento prioritario (44 %), coincidiendo

con la mayoría de los otros actores sociales entrevistados. De manera particular, en tres mesas se enfatizó la necesidad de prohibir la práctica del ciclismo de montaña debido a que se le considera una actividad incompatible con otras, particularmente con la investigación científica, la observación y fotografía de aves y demás fauna silvestre, por perturbar a la flora y fauna y, de manera general, no ser congruente con los fines de conservación pactados en el Acuerdo de Destino por parte del CIAD ante la SEMARNAT. Sin embargo, al constituirse la comunidad de ciclistas como una de las más abundantes y visitantes frecuentes, además de contar con la posibilidad económica de contribuir al mantenimiento del área, se sugirió sondear otras formas de involucramiento y participación en el Estero del Yugo.

Como recomendación general para la conservación del área, la más repetida fue el desarrollo de la investigación científica (30.7 %), reconociéndose la importancia de esta actividad por primera vez en la evaluación social realizada. Como comentario final, más allá de obtener solamente la opinión técnica de los especialistas, este ejercicio permitió incrementar la información histórica del Estero del Yugo, se recibieron variadas recomendaciones de fácil implementación y se crearon lazos profesionales para posibles colaboraciones a futuro a favor de la conservación del Estero del Yugo.

6.2.2 Capacidad Institucional de Conservación

El nivel de capacidad de conservación del CIAD resultado del cuestionario aplicado a los directivos obtuvo el valor promedio de 2 (figura 32), el cual significa que “el trabajo de conservación en el área se ha iniciado, pero el manejo adecuado ha progresado poco” (Granizo *et al.*, 2006). En planificación estratégica del sitio (categoría 1) y en financiamiento a largo plazo (categoría 3), se obtuvieron valores menores a 2, significando que “no se ha desarrollado un proceso adecuado de administración”. En cuanto a protección básica del área (categoría 2) y apoyo de los grupos activos locales (categoría 4), se obtuvieron valores del 1 al 5 con un promedio de 3, significando “bajo progreso”. Los indicadores mejor evaluados fueron el de declaratoria legal de conservación del área (indicador 2.6) y el de ejecución un programa de educación ambiental y comunicación (indicador 4.5).

Se identificó una disparidad en las respuestas proporcionadas por los directivos respecto a las obtenidas por la persona responsable directamente del Estero del Yugo, coincidiendo únicamente

en el nivel de avance del indicador relacionado a la consolidación del programa educativo (indicador 4.5). De manera general, el directivo de la Unidad Mazatlán del CIAD presentó una percepción de capacidad de conservación institucional más cercana al nivel expresado por el personal del Estero del Yugo, quien puntualizó un nivel bajo de avance en el manejo del área. Por su parte, el directivo general del CIAD expresó una percepción de un nivel de capacidad de conservación más alto, donde la mayoría de los indicadores evaluados se encontraban en un estado de consolidación. Esta diferencia de respuestas podría asociarse a la falta de un esquema institucional de comunicación tripartita entre la matriz del CIAD, la Coordinación Regional Mazatlán y los manejadores del Estero del Yugo, de tal manera que todos pudieran conocer los avances en conservación, al mismo tiempo que se involucrara a dichas partes en el apoyo del área. Finalmente, el bajo nivel de capacidad de conservación identificado en el CIAD brindó información respecto a cuáles son las necesidades institucionales urgentes a atender para poder brindarle un manejo adecuado al Estero. Además, este ejercicio propició el involucramiento de ambos directivos del CIAD en la situación actual del área, proponiendo recomendaciones de gran relevancia, como la de incluir al Estero de Yugo como un proyecto institucional coordinado por el comité de la iniciativa La Veta Verde.

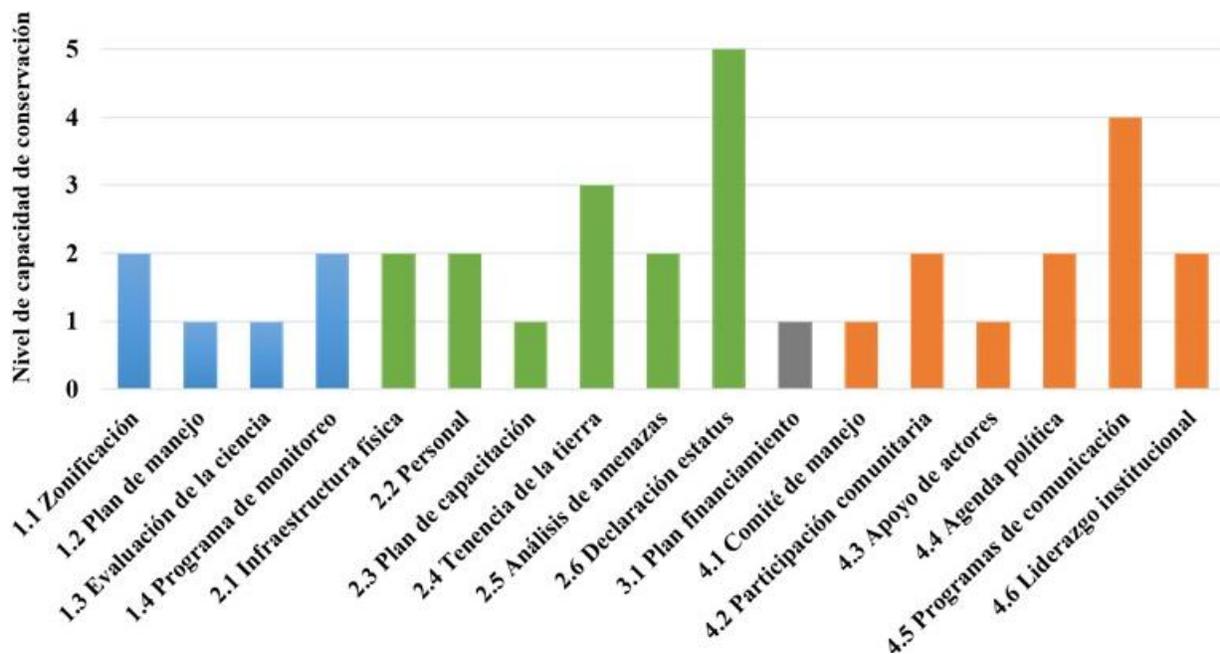


Figura 32. Nivel de capacidad de conservación en el CIAD para cada categoría y sus respectivos indicadores. Categorías: 1) planeación estratégica; 2) protección básica en el sitio; 3) financiamiento a largo plazo y 4) apoyo de los grupos activos locales.

6.3 Selección de los Objetos de Conservación y Análisis de su Estado de Viabilidad/Integridad Ecológica

6.3.1 Selección de los objetos de conservación

Se seleccionaron ocho objetos de conservación prioritarios, de los cuales cinco son naturales y tres culturales. En el cuadro 17, se presentan de forma resumida los criterios que caracterizan a cada objeto seleccionado y los valores otorgados en su evaluación.

Cuadro 17. Criterios de selección y valores de los objetos de conservación seleccionados de la microcuenca del Estero del Yugo.

No.	Objeto de conservación	Criterios de selección	Valor obtenido
1	Sistema hidrológico Se compone de la boca estuarina, el canal que conecta a los cuerpos lagunares con el mar, las dos lagunas y las escorrentías temporales superficiales.	Su escala geográfica es viable para conservar. Al protegerse, se conservarían a las especies, las comunidades biológicas y los procesos ecológicos que se asocian a este sistema ecológico. Se encuentra afectado por el 42.8 % de las fuentes de presión identificadas. En la EER se identificó su relevancia ecológica. Los actores sociales lo consideran como prioritario para conservar. Al ser un bien nacional, los cuerpos lagunares se encuentran legalmente protegidos. Posee una belleza escénica muy particular.	6.83
2	Selva baja espinosa caducifolia Consiste en este tipo de vegetación que se encuentra dentro de la microcuenca.	Comunidad vegetal que, al conservarla, se conservaría a las especies y comunidades que alberga. Está afectado por el 38.4 % de las fuentes de presión identificadas. En la EER se identificaron especies vegetales de alto valor ecológico, económico y cultural. Los actores sociales lo consideran como prioritario para conservar. Consta de 19 especies vegetales protegidas por las legislaciones nacionales e internacionales.	5.83
3	Humedales Comprende las comunidades vegetales del manglar, el tular y la vegetación halófila.	Su escala geográfica es viable para conservar. Al protegerse, se conservarían las comunidades biológicas y especies acuáticas asociadas. Son afectados por el 30.9% de las fuentes de presión existentes. Por su valor ecológico y económico, el manglar fue sugerido como objeto prioritario por el grupo de especialistas. Consta de 2 especies vegetales protegidas por las legislaciones nacionales e internacionales.	5.83
4	Fauna terrestre	Se encuentra afectada por el 50 % de las fuentes de	4.16

	Comprende las comunidades de aves, reptiles y mamíferos que pasan la mayor parte de su tiempo en el medio terrestre.	presión identificadas. Una gran proporción de esta comunidad tiene potencial como especie bandera. Se identificaron a 29 especies de animales protegidas nacional e internacionalmente por su valor ecológico, económico y cultural.	
5	Fauna acuática Consiste en las comunidades de aves, reptiles, anfibios y peces que pasan la mayor parte de su tiempo en el medio acuático.	Se encuentra amenazada por el 50 % de las fuentes de presión identificadas. Una gran proporción de esta comunidad tiene potencial como especie bandera. Incluye a diez especies de animales que se encuentran protegidas nacional e internacionalmente por su valor ecológico, económico y cultural.	3.40
6	Recorrido guiado Actividad educativa donde un guía autorizado dirige a un grupo de personas a través de la microcuenca del Estero del Yugo.	La escala geográfica del área de estudio es suficiente para asegurar que la actividad continúe realizándose. La actividad se encuentra afectada por el 59.7 % de las fuentes de presión del área. Los actores sociales la consideraron como actividad prioritaria de conservación. La actividad se asocia a un valor cultural y económico positivo.	4.08
7	Senderismo Caminata libre y autónoma por los senderos interpretativos de la microcuenca del Estero del Yugo con fines recreativos y/o, educativos. Incluye actividades como la observación y fotografía de la flora y fauna en general.	La escala geográfica del área de estudio es suficiente para asegurar que la actividad continúe realizándose. Se encuentra afectada por el 61.5 % de las fuentes de presión del área. Los actores sociales entrevistados consideraron este objeto como prioritario. La actividad se asocia a un valor cultural y económico positivo	4.08
8	Investigación científica Consiste en el desarrollo estudios basados en el método científico con fines de generación y divulgación de conocimiento y su aplicación para un mejor manejo del área.	La escala geográfica del área de estudio es suficiente para asegurar que la actividad continúe realizándose. La actividad se encuentra afectada por el 61.5 % de las fuentes de presión del área. La actividad se asocia a un valor cultural y económico positivo.	3.08

En los objetos naturales, se seleccionó al sistema hidrológico por considerarse el objeto más representativo del Estero del Yugo (complementario a los criterios de selección mencionados anteriormente), además de que, gracias a su existencia, el Estero se ha mantenido como lo que es, un sistema acuático. Esta selección de objeto coincide con otros estudios como los de Guevara

(2011), la Subdirección de Administración de Recursos Naturales y Áreas Protegidas (2013) y Villegas (2017) los cuales reconocen la importancia del recurso del agua dulce para sostener gran parte de la red trófica de las áreas naturales que estudiaron.

En cuanto a los objetos a niveles de comunidades biológicas y especies, a pesar de que se identificaron numerosas especies de flora y fauna de alto valor ecológico, económico y cultural, no se identificó alguna en particular que demandara requerimientos especiales como para seleccionarse por sí sola como un objeto de conservación. Por ejemplo, el papelillo (*Bursera arborea*) y el cocodrilo (*Crocodylus acutus*) fueron las especies de flora y fauna con el valor más alto de conservación (5.5 y 4.3 respectivamente), sin embargo, forman parte de otras comunidades biológicas también existentes en el Estero y con requerimientos similares. Por ende, tomando las recomendaciones de la metodología PCA y de experiencias de otras ANP en América Latina, para este trabajo se consideró más estratégica la selección de las comunidades biológicas (humedales, selva baja espinosa caducifolia, fauna acuática y fauna terrestre) más representativas del Estero del Yugo, para buscar la conservación de todas las especies identificadas en la EER. Una estrategia que combina ambos niveles (especie y comunidades) fue la empleada por Roncancio y Vélez (2019), donde seleccionaron “especies paisaje” como objetos de conservación, las cuales son un conjunto de especies animales con características de especies sombrilla y bandera (entre otros criterios) a las que se les determina una extensión territorial para cubrir sus requerimientos ecológicos (en su caso, grandes carnívoros de Colombia), la cual precisamente es el área natural que se pretende conservar.

Como otro ejemplo similar, Guevara (2011) seleccionó a la pava andina (*Penelope montagnii*) y a los colibríes (familia Trochilidae) de su área de estudio por su representatividad cultural, su potencial como especies bandera y por encontrarse bajo categorías internacionales de protección como estrategia para proteger a todo el hábitat donde estas especies habitaban. Cabe mencionar que, como la PCA lo expone, la selección de los objetos de conservación de un área es un proceso flexible y perfectible en el tiempo, que puede irse adaptando de acuerdo a la información y necesidades que se vayan generando en el área que se quiere conservar.

En cuanto a los tres objetos culturales seleccionados, estos fueron identificados como “valores inmateriales” (Granizo *et al.*, 2006), los cuales comprenden valores “espirituales, recreativos, identitarios, artísticos, estéticos, educativos, científicos (investigación y monitoreo), asociados a la paz y terapéuticos”. A diferencia de otras ANP en la región noroeste del país que cuentan con

vestigios arqueológicos (como los petroglifos de la Zona Arqueológica Las Labradas dentro de la APFF Meseta de Cacaxtla o los petroglifos de la Isla Venados en la APFF Islas del Golfo) o la presencia de etnias que residan en ellas (como la comunidad Seri en la Isla Tiburón en la APFF Islas del Golfo de California), en el Estero del Yugo no se han reportado este tipo de valores culturales.

6.3.2 Análisis de la Viabilidad/Integridad Ecológica de los Objetos de Conservación

El valor global del análisis de la integridad ecológica de la microcuenca del Estero del Yugo fue regular. El objeto de conservación humedales fue el único cuyos atributos cumplieron un estado de conservación bueno y, por el contrario, los objetos sistema hidrológico e investigación científica denotaron un estado de conservación pobre. El resto de los objetos tienen un valor regular. En el cuadro 18, se presenta el resumen del análisis de la viabilidad/integridad ecológica de los objetos de conservación y en el anexo 9, se presentan detalladamente los atributos e indicadores empleados para realizar este análisis.

Cuadro 18. Resumen del análisis de la viabilidad/integridad ecológica de los objetos de conservación de la microcuenca del Estero del Yugo.

Objetos naturales				
Objeto de conservación	Tamaño	Condición	Contexto paisajístico	Valor global
Sistema hidrológico	Sin indicador	Pobre	Sin indicador	Pobre
Selva baja espinosa caducifolia	Regular	Bueno	Pobre	Regular
Humedales	Bueno	Regular	Muy bueno	Bueno
Fauna terrestre	Sin indicador	Muy bueno	Pobre	Regular
Fauna acuática	Sin indicador	Muy bueno	Pobre	Regular
Objetos culturales				
Objeto de conservación	Funcionalidad	Transmisibilidad	Contexto	Valor global
Recorridos guiados	Regular	Pobre	Regular	Regular
Senderismo	Regular	Pobre	Regular	Regular
Investigación científica	Sin indicador	Pobre	Pobre	Pobre
Valor global del Estero del Yugo				Regular

A pesar de la poca información ecológica disponible para el Estero del Yugo, y tomando en cuenta las sugerencias del TNC para estos casos, se optó por el diseño de indicadores mixtos (con información de tipo cualitativa y cuantitativa) con la información generada en la EER y la evaluación social participativa del presente estudio. Un caso similar fue el de Guevara (2011), quien para evaluar la viabilidad de las especies prioritarias que seleccionó, dada la poca información ecológica de sus poblaciones, empleó la información de la calidad del hábitat y su extensión geográfica para crear sus indicadores.

De manera general, la mayoría de los objetos naturales presentaron un estado de conservación regular. En el caso de la selva baja espinosa caducifolia y la fauna acuática y terrestre denotaron buenos valores asociados a su condición (la mayoría de las especies tienen una distribución natural en el área y la riqueza biológica es alta); sin embargo, al promediarse con los atributos asociados al contexto paisajístico, el resultado final disminuye de calificación, ya que la cobertura vegetal de la microcuenca se ha visto severamente reducida y fragmentada por la urbanización. De manera particular, el objeto humedales presentó el mejor estado de todos los objetos naturales debido a que presentó buenos valores asociados a su condición, así como que, a nivel de microcuenca, ha sufrido poca reducción de tamaño y fragmentación. En el caso de los objetos culturales, los objetos recorridos guiados y senderismo presentaron un estado regular, ya que se valoró como positiva la realización relativamente frecuente de la actividad. Sin embargo, la falta de recursos para operarlos, promoverlos y regularlos son aspectos que afectan su calificación final. En el caso de la investigación científica, su valor final fue pobre ya que, a pesar de su importancia, la actividad ha sido muy poco desarrollada por la falta de recursos institucionales y por la inseguridad percibida, entre otros factores.

6.4 Identificación y Evaluación de las Amenazas

Para identificar las amenazas, se analizaron las presiones y luego las fuentes de presión, tal como se resume en el anexo 10. En los objetos naturales, la urbanización fue la mayor fuente de presión en común para la selva baja espinosa caducifolia, la fauna acuática y la terrestre, generando en la vegetación la disminución de su cobertura y en la fauna la pérdida de la conectividad biológica.

Para el sistema hidrológico y los humedales, las descargas de aguas residuales domésticas y acuícolas no reguladas fueron la fuente de presión prioritaria, generando como presiones prioritarias la alteración del régimen hídrico natural y la degradación de la calidad del manglar. Estas dos amenazas prioritarias identificadas coinciden en gran parte con la actividad socioeconómica y la problemática socioambiental que más afectan a las ANP de México (Lagunas *et al.*, 2016), las cuales se reportan como el avance del desarrollo urbano y la perturbación del agua y el suelo por contaminantes antrópico. En el caso particular del Estero, la zona Cerritos (donde se ubica), tiene una fuerte presión por parte del desarrollo urbano, ya que el giro general con el que está designada es turístico-residencial, habitacional, comercio y servicios (IMPLAN, 2017). Además, otras fuentes de presión identificadas en el Estero, como lo son la cacería y la tala ilegal, la introducción de especies exóticas, la extracción de flora y fauna y el mal manejo de residuos sólidos coincidieron con las fuentes de presión más frecuentes también en las áreas naturales en el país (Lagunas *et al.*, 2016).

En cuanto a los tres objetos culturales, la mayor fuente de presión para ellos fue la falta de recursos institucionales para operarlos, desarrollarlos y perpetuarlos, teniendo como una de las principales consecuencias el avanzado estado de deterioro de la infraestructura del Estero del Yugo, lo cual afecta directamente a dichos objetos. La falta de recursos económicos es uno de los problemas más comunes que enfrentan no sólo las áreas prioritarias de conservación, sino una gran cantidad de iniciativas de conservación. La FAO (2010) menciona que muchos países ricos en biodiversidad, pero en vías de desarrollo deben priorizar sus fondos a programas sociales y económicos y por ende, designan fondos muy bajos para operar programas de conservación. En el caso particular del Estero del Yugo, el hecho de que ésta área ya no se encuentre reconocida como un proyecto institucional por parte del CIAD posiblemente ha limitado la obtención de fondos institucionales y de fondos externos. Por último, es importante mencionar que, dado a que la evaluación socioecológica que se realizó en el Estero fue de carácter rápido, es necesario el desarrollo de estudios a mayor profundidad para identificar cómo y en qué grado las amenazas identificadas están afectando a los objetos de conservación.

6.5 Recomendaciones al CIAD, A.C. para la Conservación de los Objetos Prioritarios

Se diseñaron 77 recomendaciones para el manejo de los objetos de conservación (anexo 11), la mayoría de ellas relacionadas al manejo de los humedales (44), seguido de la fauna acuática (43) y del sistema hidrológico (42). Cabe mencionar que cada recomendación pudo relacionarse a uno o más objetos de conservación.

En cuanto al eje temático al que correspondieron, 16 se relacionaron a la generación de conocimiento necesario para el manejo del área, 10 a restauración y conservación, 14 a uso y manejo sustentable, 15 a atención de factores que originan las presiones, 12 a gestión de integración y gobernanza y 10 a actividades de educación, comunicación y cultura.

Respecto al plazo de tiempo, la mayoría de las recomendaciones (47) se consideraron viables a realizarse a corto plazo (un año), seguido de recomendaciones a mediano plazo (21).

A pesar de que se buscó diseñar recomendaciones de conservación específicas para cada uno de los objetos de conservación, fue notorio identificar que dichas recomendaciones impactarían positivamente a todos los objetos de manera indirecta. Asimismo, las recomendaciones se relacionan de manera que al buscar resolver una amenaza, indirectamente se abordan otras. Por ejemplo, al resolverse el problema más mencionado de la falta de recursos institucionales para operar los objetos culturales, se podrían obtener los recursos humanos y económicos necesarios para gestionar la conservación del Estero del Yugo con los desarrolladores urbanos, o el mejoramiento de la infraestructura en estado de deterioro, o el acceso no regulado del público.

En el aspecto del plazo de tiempo, la mayoría de las recomendaciones se consideraron viables a realizarse a corto plazo (un año), ya que se relacionan con socializar el proyecto de conservación del Estero del Yugo ante la comunidad del CIAD y los distintos actores sociales identificados en la evaluación socioecológica. No obstante, es importante tomar en cuenta que debido a la contingencia sanitaria por COVID-19, los plazos de tiempo de algunas recomendaciones podrían verse seriamente afectados.

En el aspecto de los responsables en la implementación de las recomendaciones y estrategias, fue de notoria utilidad el implementar el enfoque socioecológico en el presente trabajo de tesis, ya que se identificó que casi la totalidad de las recomendaciones dependen de las alianzas con la mayoría de los grupos de actores sociales identificados en la evaluación social participativa. Es necesaria la

realización de dichas alianzas ya que los actores sociales contemplados cuentan con información valiosa sobre las amenazas que afectan a los objetos de conservación, así como poseen el interés y algunos de los recursos necesarios para el manejo del área.

Con la intención de resumir y dirigir las recomendaciones a acciones más concretas de conservación, en el cuadro 19 se plantearon estrategias generales de acuerdo a cada objeto de conservación, que responden a su estado (identificado en el objetivo específico 3) y a reducir la principal amenaza que lo afecta (señalada en el objetivo específico 4). De igual forma, este ejercicio de diseño de estrategias podría ser tomado como referencia para, a futuro, concretar en acciones el resto de las recomendaciones de conservación, implementarlas y evaluar su medida de éxito (etapas nueve y diez de la PCA).

Se espera que las recomendaciones y estrategias aquí planteadas puedan ser tomadas en cuenta por la actual administración del CIAD, ya que para lograr la conservación *in situ* del Estero del Yugo, el continuar con el resto de las etapas de la metodología de la PCA, sería de gran apoyo para finalmente implementar un instrumento institucional de planeación, como lo es un plan de manejo de las ANP. Dicho instrumento, más allá de plantear recomendaciones, demanda los recursos humanos, financieros y de tiempo para definir institucionalmente cuáles serán las acciones de manejo que decidirán el futuro del área. En este sentido, aunque el panorama pudiera resultar desalentador por la contingencia sanitaria actual, así como los cada vez más evidentes recortes presupuestales a los proyectos ambientales y de ciencia en México, se espera que el CIAD tome el liderazgo correspondiente con los actores sociales involucrados y en conjunto, se apliquen las acciones que satisfagan las necesidades de desarrollo económico de la región, a la par de la conservación de la biodiversidad.

Cuadro 19. Diagrama de Amenazas-Estado-Estrategias para la conservación de los objetos prioritarios de la microcuenca del Estero del Yugo.

Objeto de conservación	Amenaza	Estado de conservación	Estrategias
Sistema hidrológico	Alteración del régimen hídrico y calidad del agua por descargas de aguas residuales	Pobre	<ul style="list-style-type: none"> • Restauración de la calidad del agua y el régimen hídrico de los cuerpos lagunares. • Rehabilitación y conservación de arroyos y escorrentías.

Selva baja espinosa caducifolia	Disminución de la extensión de la cubierta vegetal por el cambio de uso de suelo debido a la urbanización	Regular	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones para la conservación del corredor biológico Cerritos-Mármol. • Reforestación con especies nativas.
Humedales	Degradación de la calidad del hábitat debido a descargas de aguas residuales	Bueno	<ul style="list-style-type: none"> • Restauración de la calidad del agua y el régimen hídrico de los cuerpos lagunares. • Erradicación de especies vegetales introducidas e invasoras. • Reforestación con especies nativas.
Fauna terrestre	Pérdida de la conectividad biológica por cambio de uso de suelo por urbanización y cacería ilegal	Regular	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones para la conservación del corredor biológico Cerritos-Mármol. • Vigilancia permanente. • Acciones para la habilitación de pasos de fauna entre parches de vegetación.
Fauna acuática	Degradación de la calidad del hábitat debido a descargas de aguas residuales	Regular	<ul style="list-style-type: none"> • Restauración de la calidad del agua y el régimen hídrico de los cuerpos lagunares.
Recorridos guiados	Infraestructura deteriorada e inseguridad en el área	Regular	<ul style="list-style-type: none"> • Reparación y mantenimiento periódico de la infraestructura. • Implementación de un programa de voluntariado. • Vigilancia permanente. • Control de acceso al público en puntos estratégicos.
Senderismo	Infraestructura deteriorada e inseguridad en el área	Regular	<ul style="list-style-type: none"> • Reparación y mantenimiento periódico de la infraestructura. • Vigilancia permanente. • Control de acceso al público en puntos estratégicos. • Señalización del reglamento del área.
Investigación científica	Falta de recursos, pérdida de interés por la comunidad científica e inseguridad en el área	Pobre	<ul style="list-style-type: none"> • Oficialización del Estero del Yugo como un proyecto institucional de la Unidad Mazatlán de CIAD. • Acciones para promover e involucrar a la comunidad académica local. • Vigilancia permanente. • Control de acceso al público en puntos estratégicos.

7. CONCLUSIONES

- El sistema hidrológico del Estero del Yugo se compone de dos cuerpos lagunares someros, divididos entre sí por un bordo de tierra deteriorado y ambos con evidencia de azolvamiento en aumento; una red de 15 escorrentías temporales cuyo flujo y estado de salud aún desconocido y la entrada de descargas pluviales, domésticas y acuícolas de diferente grado de magnitud y temporalidad.
- Por la apertura esporádica de su boca estuarina, el Estero del Yugo se clasifica como un estuario de apertura/cierre temporal, pasando la mayor parte del año sin comunicación directa con el mar. La boca estuarina se abre principalmente por eventos naturales, pero también por un manejo antrópico no regulado.
- La descarga permanente de agua marina de la Planta piloto de peces marinos de la Unidad Mazatlán del CIAD se ha mantenido relativamente estable en los últimos 11 años, con capacidad de igualar el volumen de almacenamiento total del Estero en aproximadamente 25 días, ocasionando que la laguna sur mantenga un volumen considerable cuando la boca está cerrada. Esta situación ha modificado el régimen hídrico original del Estero del Yugo; sin embargo, es un factor que promueve el recambio constante de agua en los cuerpos lagunares.
- La laguna norte presenta niveles de eutrofización ligeramente mayores en comparación con la laguna sur debido a un recambio de agua menos constante. El comportamiento de eutrofización de los cuerpos lagunares durante un ciclo anual resulta equiparable al de otros sistemas lagunares de la región.
- La composición florística y el número de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2019 de la microcuenca del Estero del Yugo es similar a las de otras ANP de Mazatlán, pero en Riqueza de especies es superior.
- La selva baja espinosa caducifolia es la vegetación de mayor extensión en la microcuenca y se compone principalmente de árboles jóvenes, de tallos delgados y de baja altura (menores a 5 metros). Las especies más representativas de la vegetación son el casiguano (*Caesalpinia eriostachys*), el palo prieto (*Piranhea mexicana*) y *Piptadenia obliqua*. La calidad de la vegetación es de un nivel promedio intermedio-alto.

- La franja del manglar posee homogeneidad en cuanto a la riqueza de especies (dos) pero posee heterogeneidad, en la abundancia de las mismas en los distintos puntos muestreados. El mangle blanco (*L. racemosa*) presenta un valor de importancia ecológica más alto que el mangle botoncillo (*C. erectus*). debido a un mayor desarrollo estructural. El nivel de calidad de esta vegetación es bajo.
- El tular se distribuye únicamente en un parche menor a 1 hectárea en la parte superior de la laguna norte y, aunque es una comunidad casi pura compuesta por el tule (*T. domingensis*), también alberga algunas especies invasoras no propias de la vegetación.
- La vegetación halófila se compone de solo tres especies, siendo el vidrillo (*B. maritima*) la de mayor distribución a lo largo de la pleamar del Estero, formando mosaicos de tamaño variable.
- El grupo de fauna con mayor representatividad es el de las aves, seguido en orden de riqueza por reptiles, mamíferos y anfibios. La mayoría de las especies son nativas de México. La calidad del hábitat para la fauna tiene un nivel promedio bajo.
- Los actores sociales de la microcuenca del Estero del Yugo están conformados principalmente por los usuarios de la comunidad del CIAD Unidad Mazatlán, seguido de los usuarios externos. La mayoría de los actores identifica al Estero como proveedor de servicios ecosistémicos y muestra buena disposición para participar en la conservación del Estero del Yugo.
- Se propone al sistema hidrológico, la selva baja espinosa caducifolia, los humedales, la fauna acuática y la fauna terrestre como los objetos naturales prioritarios a conservar en el Estero, con los cuales se conservaría el resto de las especies, comunidades biológicas y sistemas ecológicos presentes en el área.
- Los recorridos guiados, el senderismo y la investigación científica son los tres objetos culturales prioritarios a conservar en el Estero, con los cuales se perpetuaría el resto de las actividades socioculturales positivas que se realizan en la zona.
- La microcuenca del Estero del Yugo y la mayoría de sus objetos de conservación presentan un nivel de integridad ecológica regular. Los humedales son el objeto mejor conservado (nivel bueno), mientras que el sistema hidrológico y la investigación científica son los que cuentan con la menor calificación (nivel pobre).

- Las principales amenazas que afectan a los objetos naturales de conservación son la urbanización de la microcuenca y las descargas de aguas residuales domésticas y acuícolas. La mayor amenaza de los objetos culturales es la falta de recursos institucionales para operar dichas actividades.
- La mayoría de las recomendaciones a corto plazo para la conservación de la microcuenca del Estero del Yugo se relacionan con la socialización del tema con actores sociales relevantes, para en un mediano plazo obtener los recursos necesarios para llevar a cabo la conservación de los objetos de conservación y la mitigación de las amenazas prioritarias.
- Las estrategias planteadas en el presente trabajo de tesis se constituyen como un ejemplo de concreción de las recomendaciones de conservación, que podrían abordarse a mediano o largo plazo como seguimiento a las etapas nueve y diez de la metodología de Planificación y Conservación de Áreas.
- La metodología de la Planificación para la Conservación de Áreas representó una herramienta útil para recabar información socioecológica relevante sobre el estado del Estero del Yugo, así como permitió identificar las acciones urgentes a realizar para la conservación de sus objetos prioritarios.

8. REFERENCIAS

- Álvarez, R. 1977. Estudio hidrobiológico de los esteros del Astillero, Urías y La Sirena adyacentes a Mazatlán, Sinaloa, México (tesis de maestría). Centro de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Mazatlán.
- Álvarez, J. 2003. Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología. Paidós Mexicana, primera edición. Distrito Federal. 222 pp.
- Anguas, D. 2004. Evaluación de la toxicidad del plaguicida organofosforado metamidofos sobre crecimiento y egestión de *Capitella* sp. procedente del estero del Yugo, Mazatlán (tesis de maestría). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Mazatlán, Sinaloa.
- Audubon. 2020. Guía de aves de América del Norte. National Audubon Society. Recuperado de <https://www.audubon.org/es/guia-de-aves>
- Ban, N., Mills, M., Tam, J., Hicks, C., Klain, S., Stoeck, N., Bottrill, M., Levine, J., Pressey, R., Satterfield, T. and Chan, K. 2013. A social–ecological approach to conservation planning: embedding social considerations. *Frontiers Ecology Environment*. 11(4): 194–202.
- Barrientos, R., Cobos, V. y Gómez, E. 2018. Avifauna del parque poniente Paseo Verde de Mérida, Yucatán. *Bioagrobiencias*. 11(2): 24-33.
- Bautista, R. 2017. Caracterización de las áreas verdes urbanas para determinar los servicios ecosistémicos que brindan a la ciudad de Mazatlán, Sinaloa (tesis de maestría). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Mazatlán. Mazatlán, Sinaloa.
- Beraud, J., Covantes, C. y Beraud, I. 2009. Vulnerabilidad socioambiental en Mazatlán, México. *Cuadernos Geográficos*. 45(2): 31-62.
- Berlanga, H., Gómez de Silva, H., Vargas, V., Rodríguez, V., Sánchez, L., Ortega, R. y Calderón, R. 2019. Aves de México. Lista actualizada de especies y nombres comunes. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, Distrito Federal.
- Bermejo, R. 2014. Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis. Instituto de Estudios sobre Desarrollo y Cooperación Internacional.
- Bravo, H. y Sánchez, H. 1978. Las cactáceas de México. Vol. I. Segunda edición. Dirección General de Publicaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 755.
- Bravo, M. 2005. Aspectos ecológicos de la ictiofauna del Estero del Yugo, Mazatlán, Sinaloa (informe final de prácticas profesionales de licenciatura). Universidad de Occidente, Unidad Los Mochis y Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Unidad Mazatlán.
- Brenner, L. 2010. Gobernanza ambiental, actores sociales y conflictos en las Áreas Naturales Protegidas mexicanas. *Revista Mexicana de Sociología*. 72(2): 283-310.
- Bó, R. y Malvárez, A. 1999. Las inundaciones y la biodiversidad en humedales. Un análisis del

efecto de eventos extremos sobre la fauna silvestre. Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica. 147-68.

- Borrini, G., Dudley, N., Jaeger, T., Lassen, B., Pathak, N., Phillips, A. y Sandwith, T. 2014. Gobernanza de áreas protegidas: de la comprensión a la acción. No. 20 de la Serie Directrices para buenas prácticas en áreas protegidas. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Gland, Suiza: UICN. 123.
- Cabezudo, B., Blanca, G., Hernández-Bermejo, J. E., Herrera, C. M., Molero Mesa, J., Muñoz, J. y Valdés, B. 1999. Libro rojo de la flora silvestre amenazada de Andalucía. I. Especies en peligro de extinción. Junta de Andalucía.
- Camarasa, A., Caballero, M., y Iranzo, E. 2018. Cambios de uso del suelo, producción de escorrentía y pérdida de suelo. Sinergias y compensaciones en una rambla mediterránea (Barranc del Carraixet, 1956–2011). Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles. 78: 127–153.
- Calvario, O., Sánchez, M., Angulo, X., Beltrán, V., Gómez, A., Armenta, L., Mejía, A., Navarro, L., Marván, F., Blanco, R., Jurado, J., Tamayo, A., Larios, A., Corona, J. y Rodríguez, G. 2011. Dispersión de contaminantes por corrientes costeras y difusión en playas de la bahía de Mazatlán Informe de Proyecto de CONAGUA-CONACYT. Mazatlán.
- Casals, C. 2013. Evaluación de Impacto Ambiental: Caso estudio Sendero Rocazul (tesis de maestría). Universidad de Holguín. Centro de Estudios de Gestión Empresarial. Holguín, Cuba.
- Ceballos, N. 2020. Reportan mortandad de peces en Estero del Yugo, en Mazatlán. Periódico Noroeste Recuperado de: [https://www.noroeste.com.mx/publicaciones/view/reportanmortandad-de-peces-en-estero-del-yugo-en-mazatlan-1209064#:~:text=El %20 Estero%20del%20Yugo%20recibi%C3%B3,junto%20a%20un%20desarrollo%20tur%C3%ADstico](https://www.noroeste.com.mx/publicaciones/view/reportanmortandad-de-peces-en-estero-del-yugo-en-mazatlan-1209064#:~:text=El%20Estero%20del%20Yugo%20recibi%C3%B3,junto%20a%20un%20desarrollo%20tur%C3%ADstico)
- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). 2020. Calendario de mareas (marzo 2020), Mazatlán, Sinaloa. CICESE. Oceanografía física. Recuperado de <http://predmar.cicese.mx/calmen/pdf/mzt/mzt2003.pdf>
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD). 1996. Informe anual de actividades. Documento de trabajo.
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD). 1997. Informe anual de actividades. Documento de trabajo.
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD). 1998. Informe anual de actividades. Documento de trabajo.
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD). 1999. Informe anual de actividades. Documento de trabajo.
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD). 2000. Informe anual de actividades. Documento de trabajo.
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD). 2001. Informe anual de actividades. Documento de trabajo.
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD). 2002. Informe anual de

actividades. Documento de trabajo.

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD). 2003. Informe anual de actividades. Documento de trabajo.

Cervantes, M. 2007. Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México: 37-67. En: Sánchez, O., Herzig, M., Peters, E., Márquez, R. y Zambrano, L. (ed.). Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Instituto Nacional de Ecología. Distrito Federal, México. 287.

Chávez, R. 2017. Estuarios ciegos en la costa de Veracruz, México. *Biocyt: Biología, Ciencia y Tecnología*. 10(37): 697-721.

Chávez, R. y Rocha, A. 2020. Composición de la comunidad de peces en el estuario ciego laguna El Llano, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 91:1-11.

Cole, L., McPhearson, T., Herzog, C. and Russ, A. 2017. Green infrastructure. *Urban environmental education review*. 261-270.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2016. Estrategia Nacional Sobre Biodiversidad de México y Plan de Acción 2016-2030. Gobierno de la República. Primera edición. México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2020. Malezas de México. CONABIO. Recuperado de: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2019. Pronóstico Meteorológico General. No. de aviso: 728. CONAGUA. Recuperado de: https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Formularios/Pron/C3%B3stico%20Meteorol%C3%B3gico%20General/Pron%C3%B3stico%20Meteorol%C3%B3gico%20General_3562.pdf

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2000. Programa de manejo Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo. Primera edición. México, Distrito Federal.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2014. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Área de Protección de Flora y Fauna “Monte Mojino” ubicada en el estado de Sinaloa, México. 295.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2018. Programas de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas de México. Términos de referencia para la elaboración de programas de manejo de las áreas naturales protegidas competencia de la federación. México. Gobierno de México. CONANP. Recuperado de <https://www.conanp.gob.mx>

[/que_hacemos/pdf/programas_manejo/TERMINOS%20DE%20REF-PAGINA.pdf](#)

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2019. Áreas Naturales Protegidas decretadas. México. Gobierno de México, CONANP. Recuperado de http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/datos_anp.htm

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2019. ¿Qué son las ADVC? México. Gobierno de México, CONANP. Recuperado de <https://advc.gob.mx/sample-page/>

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2019. Listado de ADVC. México.

- Gobierno de México. CONANP. Recuperado de <https://advc.conanp.gob.mx/listado-de-/>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2020. Humedales Mexicanos de Importancia Internacional. CONANP. Recuperado de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:EhtLLLDLPzwJ:www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/lsr.php+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx>
- 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 (CONABIO), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Distrito Federal. 91.
- Conservation International. 2003. Conservación y Desarrollo para Bahía Santa María, Sinaloa. Estrategia de Manejo. Comisión Conservación Desarrollo. Bahía Santa María, Mexico.
- Contreras, S., Castro, A., Castro, S., Ramírez, B., Rodríguez, M. y Navarro, L. 2014. Flora y vegetación: 49-69. En: Guerrero, J., Navarrete, L. y Contreras, S. (ed.). Biodiversidad del estero El Salado. Guadalajara. 150.
- Delfín, C., Gallina, S. y López, C. 2009. Evaluación del hábitat del venado cola blanca utilizando modelos espaciales y sus implicaciones para el manejo en el centro de Veracruz, México. *Tropical Conservation Science*. 2 (2): 215-228.
- del Mar Delgado, M. and Ramos, P. 2015. Making Ostrom's framework applicable to characterise social ecological systems at the local level. *International Journal of the Commons*. 9(2): 808-830.
- Department of Sustainability and Environment (DSE). 2004. Vegetation quality assessment manual. Guidelines for applying the habitat hectares scoring method. Victorian Government. Department of Sustainability and Environment, Version 1.3. Melbourne, Australia. 46.
- De Vos, J., Joppa, L., Gittleman, J., Stephens, P. and Pimm, S. 2014. Estimating the normal background of species extinction. *Conservation Biology*. 29(2): 452-462.
- Díaz, J. 2008. Diversidad florística y estructura de la vegetación de las islas de los sistemas lagunares Navachiste y Macapule, del norte de Sinaloa (tesis de maestría). Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Guasave, Sinaloa.
- Díaz, J. 2011. Una revisión sobre los manglares: características, problemáticas y su marco jurídico. Importancia de los manglares, el daño de los efectos antropogénicos y su marco jurídico: caso sistema lagunar de Topolobampo. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*. 7(3): 355-369.
- Dudley, N. 2008. Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Gland, Suiza. 96.
- Elenes, S. 2009. Evaluación estacional de la calidad del agua en el Estero del Yugo, Mazatlán, Sin. (tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico de Mazatlán. Mazatlán, Sinaloa, México.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. 2005. Los ecosistemas y el bienestar humano: humedales y agua. Informe de Síntesis World Resources Institute, Washington, D.C.
- Farreras, S. 2006. Hidrodinámica de lagunas Costeras. Mexico: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). Ensenada. 193.

- Felger, R., Johnson, M. and Wilson, M. 2001. The trees of Sonora. Oxford University Press, Inc. First edition. New York, USA. 391.
- Fernández, F., Bernate, J. y Melo, O. 2013. Diversidad arbórea y prioridades de conservación de los bosques secos tropicales del sur del departamento del Tolima en el Valle del río Magdalena, Colombia. *Actualidades biológicas*. 35(99): 161-183.
- Flores, L., Vega, R., Benítez, D. y Hernández, F. 1996. Flora de Isla Venados, bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. *Anales Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica*. 67(2): 283-301.
- Flores, F., Agraz, C. y Benítez, D. 2007. Ecosistemas acuáticos costeros: importancia, retos y prioridades para su conservación: 147-166. En: Sánchez, Ó., Herzog, M., Peters, E., Márquez, R. y Zambrano, L. (ed.). *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. Instituto Nacional de Ecología. 287.
- Flores, F., Agraz, C., Carrera, E. y de la Fuente, G. 2003. Los manglares de Sinaloa: 207-214. En: Cifuentes, J. y Gaxiola, J. (ed.). *Atlas de los ecosistemas de Sinaloa*. El Colegio de Sinaloa. Culiacán, Sinaloa. 481.
- Frutos, P. y Esteban, S. 2009. Estimación de los beneficios generados por los parques y jardines urbanos a través del método de valoración contingente. *Urban Public Economics Review*. 10:13-51.
- Gallina, S. 2011. Características y evaluación del hábitat: 255-283. En: Gallina, S. y López, C. (ed.). *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Vol. I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A.C. Querétaro, México.
- Gallina, S., Mandujano, S. y Villarreal, O. 2014. Monitoreo y manejo del venado cola blanca: Conceptos y métodos. Instituto de Ecología, A. C. y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Xalapa. 220.
- García, E. 1998. Climas (Clasificación de Köppen, modificada por García) Escala 1: 1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, DF, México.
- García, E. 2005. Evaluación de la calidad de la vegetación nativa en una zona agrosilvopastoril en el sur de Sinaloa (La Guásima, Concordia) (tesis de licenciatura). Instituto Politécnico Nacional. Distrito Federal.
- Gobierno de México. 2019. Áreas Naturales Protegidas del estado de Sinaloa. Ciudad de México. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/anpl/sinaloa>
- Gómez, A., Villamandos, F. y Vaquero, M. 2012. Medición y categorización de la conciencia ambiental del alumnado universitario: contribución de la universidad a su fortalecimiento. *Profesorado. Revista de curriculum y formación de profesorado* 16(2): 213-228.
- Gómez, D. y Acevedo, A. 2014. Caracterización silvícola-ecológica del Estero del Yugo en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) unidad Mazatlán (Informe final de residencia profesional de licenciatura). Instituto tecnológico de El Salto, Durango. Mazatlán, Sinaloa, México.
- Gómez, O. 2013. Análisis de métodos e instrumentación utilizada en batimetría (tesis de licenciatura). Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Gómez, N. y Cochero, J. 2013. Un índice para evaluar la calidad del hábitat en la Franja Costera

- Sur del Río de la Plata y su vinculación con otros indicadores ambientales. *Ecología Austral*. 23: 18-26.
- González, D. 2016. Estudio Hidrológico-Hidráulico de Inundaciones en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Documento de trabajo.
- Granizo, T., Molina, M., Secaria, E., Herrera, B., Benítez, S., Maldonado, Ó., Libby, M., Arroyo, P., Ísola, S. y Castro, M. 2006. Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. The Nature Conservancy y United States Agency for International Development. Quito, Ecuador. 204.
- Guevara, D. 2011. Diseño metodológico y levantamiento de línea base para el monitoreo de los objetos de conservación del refugio de vida silvestre Pasochoa, Parroquia Uyumbich, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha (tesis de licenciatura). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Guzmán, A., Maldonado, A., López, H., Sánchez, P., Montenegro, O y Torres, M. 2014. Evaluación de la calidad del hábitat disponible para el chigüiro en el municipio de Paz de Aripuro, Casanare. El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la Orinoquía colombiana. *Ecología, manejo sostenible y conservación*. 77-101.
- Hernández A. y Vega, A. 1989. Flora de la península de Lucenilla. Secretaría de Educación Pública-Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa. 24.
- Herrero, C., Arnaiz, C., Reyes, M., Telesnicki, M., Agramonte, I, Easdale, M., Schmitz, M., Aguiar, M., Gómez, A. and Montes, C. 2018. What do We Talk about When We Talk about Social-Ecological Systems? A Literature Review. *Sustainability*. 10(8): 1-14.
- Higuera, I. 2001. [Carta dirigida al Lic. José Domínguez Rodríguez solicitando el inicio de trámites para la ampliación del Acuerdo de Destino de la ZOFEMAT correspondiente al Estero del Yugo, Mazatlán, Sinaloa]. Copia de carta en posesión de Claudia Peraza Durán.
- Hunter, D. y Heywood, V. 2011. Parientes silvestres de los cultivos: manual para la conservación in situ. *Biodiversity International*. Primera edición. Roma, Italia. 474.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2015. Carta Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000, Mazatlán F13-1-4, Serie 5.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2001. Carta Fisiográfica, Escala 1:1000000, Serie 1.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1983. Carta geológica, Escala 1:250000, Mazatlán F13-01, Serie 1.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Carta edafológica, Escala 1:250000, Mazatlán F13-1-4, Serie 3.
- Instituto Municipal de Planeación de Mazatlán (IMPLAN). 2017. Cartografía de uso de suelo de Mazatlán. Recuperado de <http://www.implanmazatlan.mx/cartografia/uso-de-suelo/>
- Izaguirre, E. 2012. Variación anual de la calidad del agua del sistema estuarino de Urías, Sinaloa, México (tesis de maestría). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Mazatlán, Sinaloa, México.
- Jáuregui, C., Ramírez, S., Espinoza, M., Tovar, R., Quintero, B. y Rodríguez, M. 2007. Impacto

- de la descarga de aguas residuales en la calidad del río Mololoa (Nayarit, México) y propuestas de solución. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*. 3(1): 65-73.
- Kanowski, P. 2001. In situ forest conservation: a broader vision for the 21st century: 11–36. En: Thielges, B., Sastrapradja, B. y Rimbawanto, A. (ed.). *In Situ and Ex Situ Conservation of Commercial Tropical Trees*. Gadjah Mada University and International Tropical Timber Organization, Yakarta, Indonesia. 578.
- Lagunas, M., Beltrán, L., Bobadilla, M. y Ortega, A. 2016. Población humana, actividades socioeconómicas y problemáticas socioambientales de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de México. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*. 2(2): 67-89.
- Lascuráin, M., List, R., Barraza, L., Díaz, E., Gual, F., Maunder, M., Dorantes, J. y Luna, V. 2009. Conservación de especies *ex situ*: 517-544. En: Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) (ed.). *Capital natural de México Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO. México. 809.
- Llop, A. y Álvarez, A. 2002. Guía sobre la salinización del agua subterránea en el Este Mendocino. Instituto Nacional del Agua y Departamento General de Irrigación. Mendoza.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. y De Porter, M. 2004. 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Unión Internacional para la Naturaleza (UICN). Primera edición. Nueva Zelanda. 11.
- Loyola, R. 2015. Guía de inventario de la flora y vegetación/Ministerio del Ambiente. Dirección general de evaluación, valoración y financiamiento del patrimonio natural. Lima, Perú.
- March, I., Carvajal, M., Vidal, R., San Román, J., y Ruiz, G. 2009. Planificación y desarrollo de estrategias para la conservación de la biodiversidad: 545-573. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) (ed.). *Capital natural de México Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO. México. 809.
- Margules, C. and Pressey, R. 2000. Systematic conservation Planning. *Nature*. 405: 243-253.
- Márquez, G., Salomón, B., Reyes, A., Amador, M. y Millán, M. 2019. Composición y diversidad florística de bosques secos en la Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México. *Gayana Botánica*. 76(2): 176-188.
- Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de la Cultura Económica. Primera Edición. México, D.F. 1218.
- McPhee, M. 2004. Generations in captivity increases behavioral variance: considerations for captive breeding and reintroduction programs. *Biological conservation*. 115(1): 71-77.
- Méndez, N. 2006. Life cycle of *Capitella sp.* Y (Polychaeta: Capitellidae) from Estero del Yugo, Mazatlán, Mexico. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 86: 263-269.
- Méndez, N. and Green, C. 2005. Cadmium and copper effects on larval development and mortality of the polychaete *Capitella sp.* y from Estero del Yugo, Mazatlan, Mexico. *Water, Air, and Soil Pollution*. 171: 291–299.
- Méndez, N. and Green, C. 2005. Preliminary observations of cadmium and copper effects on juveniles of the polychaete *Capitella sp.* Y (Annelida: Polychaeta) from Estero del Yugo, Mazatlán, México. *Revista Chilena de Historia Natural*. 78: 701-710.

- Méndez, N., Anguas, D. and García, L. 2008. Effects of methamidophos on sediment processing and body mass of *Capitella sp.* Y from Estero del Yugo, Mazatlán, Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 361: 92–97.
- Méndez, Y. 2012. Evaluación Ecológica Rápida (EER) de la fauna representativa en la Reserva Natural Absoluta Nicolás Wessberg. Centro Científico Tropical, Reserva Biológica Bosque Nuboso Monteverde. Documento de trabajo: 1-30.
- Miranda, F. y Hernández, E. 2014. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Fondo de la Cultura Económica. Primera edición. Sociedad Botánica de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Distrito Federal. 219.
- Montijo, A. 2009. Variación espacio-temporal y selección de hábitat de la avifauna acuática en el Estero del Yugo, Mazatlán, Sinaloa (tesis de maestría). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Mazatlán, Sinaloa.
- Moreno, C. 2001. Manual de métodos para medir la biodiversidad. Universidad Veracruzana. Primera edición. Xalapa, Veracruz. 49.
- Moreno, D, Quintero, J y López, A. 2010. Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia. *ContactoS*. 78: 25–33.
- Mostacedo, B. y Fredericksen, T. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz, Bolivia. 87.
- Muciño, R., Aguirre, A. y Figueroa, M. 2017. Evaluación del estado trófico en los sistemas fluvio-lagunares Pom-Atasta y Palizada del Este, Campeche, México. *Hidrobiológica*. 27(3): 281-291.
- Murúa, E. 2012. Implementación de senderos interpretativos para potencializar las actividades educativo científicas en el Centro de Interpretación Ambiental Estero del Yugo, CIAD Mazatlán. Documento de trabajo: 1-28.
- Murúa, E. 2013. Fundamentación teórico metodológica de las actividades educativas del Estero del Yugo, CIAD-Mazatlán (tesis de maestría). Universidad Pedagógica del Estado de Sinaloa Unidad Mazatlán. Mazatlán, Sinaloa.
- Murúa, E., Roldán, B. y Hernández, D. 2019. Composición avifaunística en el Estero del Yugo y la Laguna del Camarón en Mazatlán, Sinaloa (informe final de proyecto). Universidad Autónoma de Occidente Unidad Mazatlán, Universidad Politécnica de Durango, Idea Wild y Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Mazatlán. Mazatlán, Sinaloa.
- Naciones Unidas. 1973. Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. Nueva York.
- Naciones Unidas. 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica. Recuperado de <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>.
- Navarro, M., González, L., Macario, Y., Cupul, F. y Flores, R. 2019. Estructura del bosque de manglar del Área Natural Protegida Estero El Salado, Puerto Vallarta, Jalisco, México. *Bioma*. 50(5): 35-46.
- Noonan and Gibbs, 2016. How are people affecting biodiversity. Youth and United Nations Global Alliance.

- Organización de las Naciones Unidas (ONU)-Hábitat. 2015. Habitat III Issue Papers: 11-public space. Naciones Unidas.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Organismo Autónomo de Parques Nacionales (OAPN). 2010. Sostenibilidad Financiera para Áreas Protegidas en América Latina. Programa FAO/OAPN Fortalecimiento del Manejo Sostenible de los Recursos Naturales en las Áreas Protegidas de América Latina.
- Ornelas, M. 2018. Reporte anual Proyecto Estero 2017-2018. Marina y Club de Yates Isla Cortés, Nuevo Altata. Documento de trabajo.
- Ortega, D. y Velasco, I. 2013. Aspectos socioeconómicos y ambientales de las sequías en México. *Revista Aqua-LAC*. 5(2): 78-90.
- Ostrom, E. 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*. 423: 419-422.
- Pabon, L., Bezaury, J., Leon, F., Gill, L., Stolton, S., Groves, A., Mitchell, S. y Dudley, N. 2008. Valorando la Naturaleza: Beneficios de las áreas protegidas. Serie Guía Rápida. The Nature Conservancy. Arlington, VA. 34.
- Páez, E. 2012. Modelación hidrodinámica y de calidad de agua en el Estero de Urías, Sinaloa, México (tesis de maestría). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), Mazatlán, Sinaloa.
- Palmberg, C. 1993. International programmes for the conservation of forest genetic resources. En: Proceedings of the International Symposium on Genetic Conservation and Production of Tropical Forest Seed, ASEAN/CANADA Forest Tree Seed Centre, Muak Lek, Thailand.
- Pennington, T. y Sarukhán, J. 2005. Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies. UNAM. Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial de la Universidad Nacional Autónoma de México. Tercera edición. México, D.F. 523.
- Pérez, E., Márquez, R. y Ayala, M. 2014. Marco legal y oportunidades de desarrollo de la conservación voluntaria en México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. 1(5): 15-27.
- Pérez, J. 2002. Un índice para la evaluación del hábitat de *Agouti taczanowskii* (Rodentia: Agoutidae) en áreas de bosque andino nublado. *Universitas Scientiarum*. 7(1): 51-60.
- Polanco, C. 2006. Indicadores ambientales y modelos internacionales para toma de decisiones. *Gestión y Ambiente*. 9(2): 27-42.
- Portillo, J. y Ezcurra, E. 2002. Los manglares de México: una revisión. *Madera y bosques*, 8(1): 27-51.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 2012. GEO5: Perspectivas del medio ambiente mundial. Resumen para responsables de políticas. PNUMA Primera edición. 22.
- Pressey, R., Cabeza, M., Watts, M., Cowling, R. and Wilson, K. 2007. Conservation planning in a changing World. *TRENDS in Ecology and Evolution*. 22(11): 583-592.
- Ramsar. 2004. Playa Tortuguera El Verde Camacho. Servicios de Información sobre Sitios Ramsar. Recuperado de <https://rsis.ramsar.org/es/ris/1349>
- Ramsar. 2020. Servicio de Información sobre Sitios Ramsar. Ramsar. Recuperado de:

https://rsis.ramsar.org/es/ris-search/?solrsort=country_es_s%20asc&language=es&page tab=2

- Reymond, P. 2013. Análisis de los actores sociales. *Journal of environmental management*. 315-336.
- Robbel, N. 2020. Los espacios verdes: un recurso indispensable para lograr una salud sostenible en las zonas urbanas. Naciones Unidas. Crónica ONU. Recuperado de: <https://www.un.org/es/chronicle/article/los-espacios-verdes-un-recurso-indispensable-para-lograr-una-salud-sostenible-en-las-zonas-urbanas>
- Rodríguez, A., Nivia, J. y Garzón, J. 2004. Características estructurales y funcionales del manglar de *Avicennia germinans* en la Bahía de Chengue (Caribe colombiano). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. 33: 223-244.
- Rojas, L. 2010. Evaluación del uso y calidad del hábitat en poblaciones del venado cola blanca *Odocoileus virginianus* en la Reserva Natural La Aurora, municipio de Hato Corozal, Casanare (tesis de maestría). Hato Corozal.
- Roncancio, N. y Vélez, L. 2019. Valores objeto de conservación del subsistema de áreas protegidas de los Andes occidentales, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 43(166): 52-64.
- Ruiz, T. 2017. Análisis comparativo de índices de eutrofización en lagunas costeras del Estado de Sonora, México (tesis de doctorado). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR). La paz, Baja California Sur.
- Rzedowski, J., 2006. *Vegetación de México*. Primera edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 504.
- Rzedowski, J. 2015. Catálogo preliminar de las especies de árboles silvestres de la Sierra Madre Oriental. Instituto de Ecología, A.C. Primera edición. Morelia, Michoacán, México. 374.
- Rzedowski, J., Calderón, G. y Pátzcuaro, M. 2017. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Instituto de Ecología (INECOL) y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Distrito Federal, México.
- Rzedowski, J., Medina, R. y Calderón, G. 2004. Las especies de *Bursera* (Burseraceae) en la cuenca superior del Río Papaloapan (México). *Acta Botánica Mexicana*. 66: 23-151.
- Sánchez, M. y Calvario, O. 2011. Determinación de parámetros de campo de forma continua en humedales costeros: Caso comportamiento del estero del yugo. *Innovando con Ciencia*. Anuario 2011. 74-77.
- Sandoval, A., Ávila, P., Pablos, J., Pelayo, C. y Vargas, M. 2018. Estudio sobre la protección de ríos, lagos y acuíferos desde la perspectiva de los derechos humanos. Documento de trabajo. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente, J., Halffter, G., González, R., March, I., Mohar, A., Antar, S., de la Maza, J., Pisanty, I., Urquiza, T., Ruiz, S. y García, G. 2017. *Capital natural de México. Síntesis: evaluación del conocimiento y tendencias de cambio, perspectivas de sustentabilidad, capacidades humanas e institucionales*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, Distrito Federal. 128.

- Schallenberg, M., Larned, S.T., Hayward, S. and Arbuckle, C. 2010. Contrasting effects of managed opening regimes on water quality in two intermittently closed and open coastal lakes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 86: 587–597.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. 2010. Directrices para la evaluación ecológica rápida de la biodiversidad de las zonas costeras, marinas y de aguas continentales. Informe Técnico de Ramsar núm. 1 Núm. 22 de la serie de publicaciones técnicas del Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 1997. D.O.F. (Diario Oficial de la Federación, 14 Mayo). ACUERDO secretarial por el que se destinan a favor del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), las superficies de 93,737.89 m² de zona federal marítimo terrestre y 16,548.93 m² de terrenos ganados al Estero del Yugo, Municipio de Mazatlán, Sin., con el objeto de utilizarlas para actividades de investigación en restauración de ambientes costeros y labores de Educación Ambiental.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2020. D.O.F. (Diario Oficial de la Federación, 5 Marzo). ACUERDO por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5334865&fecha=05/03/2014
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2019. MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana 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, publicada el 30 de diciembre de 2010.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2018. Atlas del Agua en México. Edición 2018. Distrito Federal, México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2016. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla. Primera edición. México, Distrito Federal.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP). 2016. Prontuario Estadístico y Geográfico de las Áreas Naturales Protegidas de México. Primera edición. México.
- Snow, G. C. y Taljaard, S. 2007. Water quality in south African temporarily open/closed estuaries: a conceptual model. *African Journal of Aquatic Science*. 32: 99–111.
- Standley, P. 1920. Trees and Shrubs of Mexico. Vol. 23. US Government Printing Office. Washington. 1721.
- Stokes, C. and van der Heiden, A. 1998. Wetland bird seasonal abundance and habitat preference at Estero del Yugo, Mazatlán, Sinaloa, México (reporte de estancia de investigación de licenciatura). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Mazatlán. Mazatlán, Sinaloa.
- Stolton, S., Redford, K. y Dudley, N. 2014. Áreas Bajo Protección Privada: Mirando al Futuro. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Gland, Suiza. 113.

- Subdirección de Administración de Recursos Naturales y Áreas Protegidas. 2013. Plan de manejo ambiental de la Reserva Forestal Productora Regional del Norte de Bogotá “D.C. Thomas Van Der Hammen”. Bogotá, Colombia. 154.
- Taljaard, S., van Niekerk, L. and Joubert, W. 2009. Extension of a qualitative model on nutrient cycling and transformation to include microtidal estuaries on wave-dominated coasts: Southern hemisphere perspective. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 85: 407–421.
- The Nature Conservancy (TNC). 2007. Planificación para la Conservación de Áreas. Recuperado de <http://www.expomaquinarias.com/espanol/quehacemos/metodos/pca.html>
- Thomas, L. and Middleton, J. 2003. Guidelines for Management Planning of Protected Areas. International Union for Conservation of Nature (IUCN). Gland, Switzerland. 79.
- Toledo, C. 1982. El género *Bursera* (Burseraceae) en el estado de Guerrero (México) (tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México.
- Tweedley, J., Dittmann, S., Whitfield, A., Withers, K., Hoeksema, S. and Potter, I. 2018. Hypersalinity: global distribution, causes and effects on the biota of estuaries and lagoons. *Coasts and Estuaries: The Future*. Elsevier. 1-44.
- United Nations Environment World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC), International Union for Conservation of Nature (IUCN) and National Geographic Society (NGS). 2018. Protected Planet Report 2018. UNEP. Cambridge. 57.
- Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS) y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2018. Plan de Manejo del ADVC Paco’s Reserva de Flora y Fauna. Documento de trabajo.
- van der Heiden, A., Guido, S. y Martínez, C. 1998. Proyecto Creación del Museo Regional de Historia Natural “Estero del Yugo”. Documento de trabajo.
- van der Heiden, A., Ruiz, M., González, M., Mejía, P., van der Heiden, A., García, M., Vega, R., Plascencia, H., Rojas, E., Villalobos, J. y Sanders, A. 2019. Inventario multitaxonómico (plantas, crustáceos y vertebrados) del APFF Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. PJ010. Ciudad de México.
- Van Devender, T., Ruiz, M., Reina, A., Mejía, M., Guido, S. y van der Heiden, A. 2012. Flora de La Guásima, Concordia, Sinaloa, México. Región Prioritaria para la Conservación. Versión, 1, 49.
- Vázquez, C., Batis, A., Alcocer, M., Silva, I., Gual, M. y Sánchez, C. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Vega, R. 2000. Catálogo y base de datos preliminar de la flora de Sinaloa. Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Agronomía. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L057. México, Distrito Federal.
- Vega, R., Benítez, D., Flores, L. y Hernández, R. 2001. Vegetación y flora de Isla Pájaros e Isla Lobos de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa: 1-19. En: Chiang, F. (ed.). XXI. Listados Florísticos de México (serie). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México,

Distrito Federal, México.

- Vega, R. y Villaseñor, J. 2008. Listados florísticos de Sinaloa. I. Flora del Municipio de Culiacán, Sinaloa, México. Imprenta Universitaria de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Primera edición. Culiacán, Sinaloa, México. 84.
- Vera, A., Martínez, M., Colina, M., y Ayala, Y. 2007. Desarrollo silvestre de *Azadirachta indica* (Neem) bajo el sombreado de *Prosopis juliflora* en la Planicie de Maracaibo, Estado Zulia. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas. 41(3): 331-339.
- Vidal, C. y Romero, H. 2010. Efectos ambientales de la urbanización de las cuencas de los ríos Bío-bío y Andalién sobre los riesgos de inundación y anegamiento de la ciudad de Concepción: 1-19. En Pérez, R. e Hidalgo, R. (ed.). Concepción Metropolitano. Planes, proceso y proyectos. Serie GEOLibros, Instituto de Geografía y Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile. 318.
- Villaseñor, J. y Espinosa, F. 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de la Cultura Económica. Primera Edición. Morelia. 449.
- Villegas, J. 2017. Clasificación de ecosistemas objeto de conservación en la zona costera del pacífico sur de Costa Rica. Posgrado y Sociedad. Revista Electrónica del Sistema de Estudios de Posgrado. 15(2): 1-19.
- Vollenweider, R., Giovanardi, F., Montanari, G. and Rinaldi, S. 1998. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. Environmetrics. 9: 329-357.
- Watson, J., Shanahan, D., Di Marco, M., Allan J., Laurance, W., Sanderson, E., Mackey, B. and Venter, O. 2016. Catastrophic declines in wilderness áreas undermine global environmental targets. Current Biology. 2: 2929-2934.
- World Wildlife Fund (WWF). 2018. Living Planet Report-2018: Aiming Higher. Grooten, M. and Almond, R. WWF, Gland, Switzerland, 145.
- World Resources Institute (WRI). 2020. Forests: Sustaining forests for people and planet. Washington, D.C., United States. Recuperado de <https://www.wri.org/our-work/topics/forests>
- Zamora, M. 2010. Caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional húmedo a seco, Miramar, Puntarenas Costa Rica (tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.
- Zaragoza, E., MacSwiney, M. y Hernández, S. 2015. La conservación de la biodiversidad en las tierras privadas de México. Ciencia UANL. 18(75): 8-14.
- Zavala, I. y García, M. 2008. Historia de la Educación Ambiental desde su discusión y análisis en los congresos internacionales. Revista de investigación. 63: 201-218.
- Zegeye, H. 2017. In situ and *ex situ* conservation: Complementary approaches for maintaining biodiversity. International Journal of Research in Environmental Studies. 1-12.
- Zúñiga, C. 2011. Capacidad de carga del Estero de Urías, Mazatlán, Sinaloa (tesis de maestría). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Mazatlán. Mazatlán, Sinaloa.

9. ANEXOS

9.1. Formato de Entrevista para los Actores Sociales del Estero del Yugo



Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Mazatlán

Guión de entrevista a profundidad para actores sociales del Estero del Yugo,
Mazatlán, Sinaloa, México

Procedimiento previo:

- a) Propósito de la entrevista: Identificar la percepción social sobre los objetos naturales y culturales prioritarios de conservación en el Estero del Yugo, las amenazas y las recomendaciones sugeridas para su manejo sustentable.
- b) La entrevista es parte de un proyecto institucional de la Coordinación Mazatlán del CIAD que busca recabar información técnica y social para el diseño de mejores estrategias de manejo ambiental para el Estero del Yugo. Para cualquier información, el contacto es claudia.peraza.mc18@estudiantes.ciad.mx.
- c) Lectura de Ley de protección de datos personales:
Con base en el artículo 38 de la Ley de Información Estadística y Geográfica "Toda información se mantendrá con carácter estrictamente CONFIDENCIAL" y su uso es sólo para fines estadísticos".
- d) Llamado a respuestas breves, cuando sea el caso de preferencias cerradas (sí o no).

Informante: _____ Fecha: _____ Clave entrevista: _____

1. Perfil del informante

- 1.1 Sexo: F__ M__ 1.2 Edad: __ años 1.3 Lugar de residencia: _____
1.4 Escolaridad: Secundaria__ Preparatoria__ Universidad__ Posgrado__
1.5 Ocupación o cargo: _____ 1.6 Institución de trabajo: _____
1.7 Tiempo en la institución: _____ 1.8 Contacto: _____

2. Conocimiento sobre el Estero del Yugo

- 2.1 ¿Ha visitado el Estero del Yugo? Sí__ No__
2.2 Si nunca ha visitado el Estero del Yugo ¿cuál considera que es la razón? *Pasar al apartado 6 de la entrevista _____
2.3 ¿Hace cuantos años conoce el Estero del Yugo? _____
2.4 En un año ¿con qué frecuencia lo visita? _____
2.5 Durante su visita ¿qué actividad realiza? _____
2.6 ¿Conoce si el Estero del Yugo tiene algún título o categoría de conservación? Sí__ No__
2.7 En caso de sí, méncionela _____

3. Valoración del Estero del Yugo

- 3.1 Entendiendo que los servicios ambientales son los beneficios que la naturaleza aporta a la sociedad ¿Cree que el Estero del Yugo ofrece algún tipo de servicio ambiental? Sí__ No__
3.2 En caso de que sí, mencione los que considere más importantes _____

3.3 De acuerdo a la flora y fauna que conoce del Estero (desde el nivel especie hasta el ecosistémico) así como del resto de los elementos vivos y no vivos que se encuentran ahí (lagunas, suelo, etc.) ¿cuál consideraría como prioritario conservar? _____
3.4 ¿Qué acción sugeriría a los administradores del Estero de Yugo para conservar el elemento que seleccionó en la pregunta anterior? _____
3.5 En el aspecto social del Estero ¿Qué actividades conoce que los visitantes del Estero del Yugo realicen ahí? _____
3.6 De todas estas actividades ¿cuál considera como prioritaria para conservar? _____

3.7 ¿Qué acción sugeriría a los administradores del Estero de Yugo para perpetuar la actividad que seleccionó anteriormente _____

4. Conocimiento de las amenazas del Estero del Yugo

4.1 ¿Cree que el Estero del Yugo se encuentre amenazado por algún problema? Sí ___ No ___

4.2 ¿Cuál o cuáles serían esos problemas? _____

4.3 ¿Cuál considera el de mayor impacto negativo? _____

4.4 ¿Qué acción sugeriría a los administradores del Estero de Yugo para resolverlo? _____

5. Identificación de alianzas estratégicas para el Estero del Yugo

5.1 ¿Con quiénes cree que el CIAD pudiera crear alianzas a favor de la conservación del Estero del Yugo? (instituciones gubernamentales, empresas u organizaciones de la sociedad civil) _____

5.2 Usted como (su perfil) ¿cómo estaría dispuesto a participar en la conservación del Estero del Yugo? _____

6. Sección para actores clave que no han visitado el Estero del Yugo

6.1 Si conoce, mencione alguna actividad en el pasado donde su institución se haya relacionado con el Estero del Yugo? _____

6.2 ¿Cuál sería la razón por la que considera que su institución no ha colaborado (o no está colaborando en el presente) con el Estero del Yugo? _____

6.3 ¿En qué programa/ proyecto de su institución considera que el CIAD puede incidir para conseguir apoyos para la conservación del Estero del Yugo? _____

6.4 ¿Con qué recursos (humanos, institucionales, financieros, legales, políticos y de participación) dispone su institución para contribuir a la conservación del Estero del Yugo? _____

6.5 ¿Qué otras instituciones gubernamentales u Organizaciones de la Sociedad Civil conoce que puedan brindar recursos de alguna índole para apoyar la conservación del Estero del Yugo? _____

6.6 ¿Qué le sugiere al CIAD, como principal administrador del Estero de Yugo, para lograr el manejo integral y sostenible del área? _____

6.7 Usted como (su perfil) ¿cómo podría participar su institución en la conservación del Estero del Yugo? _____

Muchas gracias por su participación

9.2. Criterios y Puntajes para la Selección de los Objetos a Conservarse en la Microcuenca del Estero del Yugo. *Los criterios con asterisco solo se aplican a los objetos naturales

Criterio	Descripción	Escenarios				
*Representación de la biodiversidad del área	Cualidad de los sistemas ecológicos y comunidades biológicas, donde al conservarse, se conservan niveles menores de estructura biológica que los habitan.	No representa la biodiversidad del área	Representa la biodiversidad del área			
		0	1			
Reflejo de las amenazas al área	El objeto se encuentra afectado en el presente por las fuentes de presión identificadas que actualmente impactan al Estero del Yugo	No está siendo afectado por ninguna fuente de presión	Afectado por el 0 %-25 % de fuentes de presiones	Afectado por el 26 %-50 % de fuentes de presiones	Afectado por el 51 %-75 % de fuentes de presiones	Afectado por el 76 %-100 % de fuentes de presiones
		0	0.25	0.5	0.75	1
Reflejo de la escala geográfica	El objeto se conserva al protegerse la microcuenca del Estero del Yugo	La escala geográfica del área no es suficiente para conservar el objeto (generalmente aplicado a fauna, por su movimiento)	La escala geográfica del área es viable para conservar el objeto			
		0	1			
*Importancia ecológica	El objeto posee una importancia ecológica identificada a través de la Evaluación Ecológica Rápida del Estero del Yugo o al ser recomendado por la opinión	No cuenta con una importancia ecológica clave para el Estero del Yugo/No se cuenta con la información suficiente para su evaluación	La EER respalda su importancia ecológica	La opinión de los especialistas respalda su importancia ecológica	La EER y el taller consultivo respaldan su importancia ecológica	

	técnica de los especialistas de la región	0	0.33	0.66	1
Interés de actores sociales	El objeto fue mencionado como de interés para la conservación por los actores sociales del Estero del Yugo	No cuenta con el interés específico de los actores sociales del Estero del Yugo	Cuenta con el interés del 1 %-33 % de los actores sociales	Cuenta con el interés del 34 %-66 % de los actores sociales	Cuenta con el interés del 67 %-100 % de los actores sociales
		0	0.33	0.66	1
Valor cultural local	El objeto posee un valor cultural (referido por la bibliografía y/o el conocimiento popular local)	No cuenta con algún valor cultural significativo	Cuenta con un valor cultural significativo		
		0	1		
Valor económico	El objeto posee un valor económico (referido por la bibliografía y/o el conocimiento popular)	Cuenta con un valor económico negativo	Cuenta con un valor económico positivo		
		0	1		
*Protección legal	El objeto se encuentra protegido por alguna ley, norma u otro instrumento con valor legal nacional o internacional	No está protegido por ninguna ley	Cuenta con un marco legal nacional que lo protege	Cuenta con un marco legal internacional que lo protege	Cuenta con un marco legal nacional e internacional que lo protege
		0	0.33	0.66	1

Resultados de los objetos naturales	
Valor	Interpretación del resultado
0-2.66	Tiene una importancia de conservación baja
2.67-5.33	Tiene una importancia de conservación media
5.34-8	Tiene una importancia de conservación alta

Resultados de los objetos culturales	
Valor	Interpretación del resultado
0-1.66	Tiene una importancia de conservación baja
1.67-3.33	Tiene una importancia de conservación media
3.34-5	Tiene una importancia de conservación alta

9.3. Aportes de Agua a los Cuerpos Lagunares del Estero del Yugo Detectados Durante 2019 y 2020. Se enumeran y nombran de acuerdo a la figura 15 y se proporciona su origen, el tipo, temporalidad y descripción.

No. de aporte	Nombre	Origen	Tipo	Temporalidad	Descripción
1	Descarga de la Planta piloto de peces marinos del CIAD Unidad Mazatlán	Antropogénica	Agua marina acuícola	Permanente (las 24 horas, todos los días del año)	Para realizar sus actividades, la planta de peces del CIAD obtiene agua del mar mediante una máquina de bombeo que se ubica en la playa, a 154 metros de la boca estuarina. El agua es transportada a la planta por tubería subterránea y al llegar a la planta de peces se deposita en contenedores de 25 metros cúbicos de capacidad. La mayor proporción del agua bombeada es empleada en los bioensayos y experimentos de la Unidad. El agua utilizada en la planta piloto entra a un sistema de circulación abierta en toda la estanquería; el excedente es descargado en primera instancia a una laguna de oxidación, para posteriormente descargarse a través de tres tubos (dos de 20 centímetros de diámetro y uno de 40 centímetros) que se conectan con la laguna sur mediante un canal de 25 metros de largo y 1.5 metros de profundidad (A. Bojórquez, comunicación personal, 8 de julio de 2020).
2			Agua marina almacenada	Temporal	Cuando existe poca actividad de bioensayos en la planta de peces, la demanda de agua marina de los contenedores baja, por lo que para evitar que estos se desborden por llegar a su máxima capacidad, el personal de la planta colocó tubos de desagüe para que el excedente se descargue por otra tubería (de 15 centímetros de diámetro), localizada a 50 metros del aporte 1, de igual manera en la laguna sur. Al no ser

					empleada en bioensayos, esta agua mantiene la composición química que originalmente tenía en el mar (A. Bojórquez, comunicación personal, 8 de julio de 2020).
3	Drenaje pluvial del Hotel Riu	Natural y antrópico	Agua de lluvia contaminada con aguas residuales domésticas	Temporal (ocasionalmente, durante la temporada de lluvias)	Este aporte se encuentra junto al canal que conecta a la laguna sur con el mar. Por este punto se descarga el agua de lluvia que se acumula dentro de las instalaciones del hotel. Sin embargo, se han reportado anteriormente numerosos casos donde las aguas negras del drenaje se desbordan del sistema de alcantarillado público y se mezclan con el agua pluvial (J. Tirado, comunicación personal, 22 de septiembre de 2020).
4	Boca estuarina	Natural	Marina	Intermitente a lo largo del año	La boca estuarina del Estero del Yugo consiste en una barrera de arena de 2 m de altura (desde el nivel del mar) y de 33 m de ancho que se forma naturalmente en la playa por el oleaje y se ubica junto a un canal de 354 metros de largo que se conecta con la laguna sur. Cuando la laguna sur llega a su máxima capacidad de agua (generalmente en temporada de lluvias), esta barrera de arena se rompe por la presión hidrostática, permitiendo el intercambio del agua entre el mar y el agua contenida en el Estero. Sin embargo, la boca estuarina también puede abrirse por acción mecánica de algunas personas. No obstante, después de algunos días, el oleaje y el viento vuelven a formar naturalmente la barrera de arena, cerrando de nuevo la comunicación entre el mar y la laguna sur.
5	Drenaje pluvial del complejo turístico	Natural y antrópico	Agua de lluvia contaminada por aguas	Temporal (ocasionalmente, durante la temporada de lluvias)	Este punto descarga el drenaje pluvial del complejo turístico Cerritos Resort al canal de conexión al mar. No obstante, similar al Hotel Riu, regularmente las aguas negras domésticas se desbordan por obstrucción del sistema subterráneo de drenaje, se

	Cerritos Resort				vierten por el drenaje pluvial y también llegan a este mismo canal (J. Tirado, comentario personal, 22 de septiembre de 2020).
6 a 20	Escorrentías pluviales	Natural	Agua de lluvia contaminada por aguas residuales domésticas	Temporal (en lluvias, generalmente de julio a octubre)	La mayoría de ellos se conectan formando una red que abarca una gran proporción de la microcuenca del Estero del Yugo y descienden por gravedad de las zonas con mayor elevación a los cuerpos lagunares. Tienen una longitud variable, registrándose la más larga con 1,560 metros y el más corto de 100 m. En cuanto a la profundidad y el ancho de estas, también es variable, observándose algunas escorrentías de un ancho menor a un metro y una profundidad menor a 30 centímetros (aportes 17, 18, 19 y 20) a otras que incluso podrían considerarse como arroyos pequeños por tener una profundidad de un metro en promedio y un ancho mayor a dos metros (aportes 8, 9 y 10). En cuanto al tipo de agua, la formación de estas escorrentías se debe al agua dulce de la lluvia. Sin embargo, casi la mitad de ellas atraviesa por zonas habitacionales, donde al igual que sucede en los complejos turísticos ubicados frente al mar, frecuentemente se han observado desbordes de aguas negras domésticas por obstrucción del sistema subterráneo de drenaje, las cuales se mezclan con las escorrentías. Respecto a su destino, cinco de ellas se depositan en la laguna sur (aportes 5, 6, 7, 8 y 20) y 11 de ellas en la laguna norte (aportes del 9 al 19).

9.4. Listado de Familias y Especies de Plantas Vasculares Registradas en la Microcuenca del Estero del Yugo. Especies encontradas en el presente estudio, con su nombre común, la forma de vida y su estatus de conservación en las normas nacionales e internacionales. Los nombres comunes fueron tomados de Martínez (1979), Hernández y Vega (1989), Felger *et al.* (2001), Van Devender *et al.* (2012), Pennington y Sarukhán (2005) y CONABIO (2020). Símbolos para las especies relevantes: Introducida (*); endémica de México (●); endémica de la región (◇). Las familias y especies aparecen en orden alfabético.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma de vida	Especie Prioritaria para la Conservación	NOM-059-SEMARNAT-2019	CITES	Lista Roja UICN
Acanthaceae	<i>Elytraria imbricata</i>	Pata de pollo	Herbácea				
	<i>Ruellia blechum</i>		Herbácea				
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Chamizillo	Herbácea				
	<i>Sesuvium verrucosum</i>	Chamizillo	Herbácea				
Amaranthaceae	<i>Gomphrena cf. sonora</i>		Herbácea				
Apocynaceae	<i>Cascabela ovata</i>	Regargar, olloxtle	Arbórea				
	<i>Funastrum cynanchoides</i>	Tumbavaqueros	Herbácea				
	<i>Marsdenia edulis</i> ●	Talayote	Bejuco				
	<i>Plumeria rubra</i>	Jacalozochil, corpeña, flor de mayo	Arbórea				
	<i>Rauvolfia tetraphylla</i>	Aretillo, coquetito	Arbórea				
	<i>Vallesia glabra</i>	Cacaragua	Arbórea				
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> *	Palma cocotera	Arbórea				
	<i>Washingtonia filifera</i> *	Palma washingtonia, palma abanico	Arborescente				Casi amenazada
Asteraceae	<i>Ageratina</i> sp.		Herbácea				
	<i>Blumea viscosa</i>		Herbácea				

	<i>Pluchea odorata</i>	Alinanche	Herbácea				
Bataceae	<i>Batis maritima</i>	Vidrillo	Herbácea				
Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i>	Tecomate, ayale, cuatecomate	Arbórea				
	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Amapa amarilla, amapa prieta	Arbórea		Amenazada		
	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Amapa rosa, amapa prieta	Arbórea		Amenazada		
Boraginaceae	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Cola de alarán	Herbácea				
	<i>Heliotropium indicum</i>	Cola de alarán	Herbácea				
	<i>Tournefortia hirsutissima</i>	Tatachinole	Arbustiva				
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Guámara, aguama	Herbácea				
	<i>Tillandsia exserta</i> ◇	Gallito	Herbácea				
	<i>Tillandsia intermedia</i> ●	Gallito	Herbácea				
Burseraceae	<i>Bursera arborea</i> ●	Jiote, papelillo	Arbórea	Presente	Amenazada		Casi amenazada
	<i>Bursera excelsa</i>	Copal de la virgen, copal, copalillo	Arbórea				
	<i>Bursera fagaroides</i>	Papelillo	Arbórea				
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Tasajo	Arbustiva			Apéndice II	
	<i>Opuntia decumbens</i>	Nopal tortuga	Arbustiva			Apéndice II	
	<i>Opuntia feroacantha</i> ◇	Nopal	Arborescente			Apéndice II	
	<i>Opuntia robinsonii</i> ◇	Nopal	Arborescente			Apéndice II	
	<i>Opuntia</i> sp. 1	Nopal	Arbustiva			Apéndice II	

	<i>Opuntia</i> sp. 2	Nopal	Arbustiva			Apéndice II	
	<i>Opuntia spraguei</i> ◊	Nopal	Arborescente			Apéndice II	
	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> ●	Cardón	Arborescente			Apéndice II	
	<i>Peniocereus rosei</i> ◊		Arbustiva			Apéndice II	Vulnerable
	<i>Pilosocereus purpusii</i> ●	Viejito, pitaya barbona	Arborescente			Apéndice II	
	<i>Selenicereus vagans</i> ●		Bejuco			Apéndice II	
	<i>Stenocereus alamosensis</i> ●	Sina	Arbustiva			Apéndice II	Vulnerable
	<i>Stenocereus kerberi</i> ●	Sina, tasajo	Arbórea			Apéndice II	
Capparaceae	<i>Crateva tapia</i>	Perihuate	Arbórea				
	<i>Cynophalla flexuosa</i>		Arbórea				
	<i>Morisonia americana</i>	Palo del diablo, chico zapote, jejio	Arbórea				
	<i>Quadrella indica</i>	Palo sapo	Arbórea				
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> *	Casuarina	Arbórea				
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Rosa amarilla	Arbórea				
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	Arbórea	Presente	Amenazada		
	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	Arbórea	Presente	Amenazada		
	<i>Terminalia buceras</i> *	Olivo negro	Arbórea				
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Sinvergüenza, hierba del pollo	Herbácea				
Convolvulaceae	<i>Evolvulus alsinoides</i>	Ojo de víbora	Herbácea				
	<i>Ipomoea arborescens</i>	Palo blanco	Arbórea				

	<i>Ipomoea bracteata</i>	Bugambilia de monte	Herbácea				
	<i>Ipomoea quamoclit</i>	Lágrimas de la virgen	Herbácea				
	<i>Ipomoea meyeri</i>		Herbácea				
	<i>Ipomoea minutiflora</i>		Herbácea				
Cyperaceae	<i>Cyperus ligularis</i>	Coquillo	Herbácea				
Ebenaceae	<i>Diospyros cf. aequoris</i>	Guayparín	Arbórea				
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum mexicanum</i> ●	Chinito	Arbórea				
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus sinaloensis</i> ◇	Quemadora, chaya	Arbórea				
	<i>Croton</i> sp. 1	Vara blanca	Arbórea				
	<i>Croton</i> sp. 2	Vara blanca	Arbórea				
	<i>Enriquebeltrania disjuncta</i> ◇		Arbórea				
	<i>Euphorbia cymosa</i> ●	Candelilla	Arbórea				
	<i>Hippomane mancinella</i>	Hincha huevos, manzanillo de la muerte	Arbórea				
	<i>Jatropha cordata</i> ●	Papelillo	Arbustiva				
	<i>Jatropha curcas</i>	Sangregado	Arbórea				
	<i>Manihot</i> sp.	Mandioca, cuadrado	Herbácea				
	<i>Ricinus communis</i> *	Higuerilla	Arbustiva				
	<i>Sapium lateriflorum</i>	Iza	Arbórea				
<i>Sebastiania</i> sp.	Frijol saltarín	Arbórea					
Fabaceae	<i>Albizia occidentalis</i> ●	Trucha	Arbórea		Amenazada		En peligro
	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Casiguano	Arbórea				
	<i>Caesalpinia palmeri</i>	Palo piojo	Arbórea				
	<i>Caesalpinia platyloba</i> ●	Arellano, palo colorado	Arbórea				

	<i>Caesalpinia sclerocarpa</i> ●	Ébano prieto	Arbórea				
	<i>Calliandra</i> sp.	Calliandra	Arbustiva				
	<i>Chloroleucon mangense</i>	Cucharo, ébano	Arbórea				
	<i>Entada polystachya</i>	Bejuco compio , bejuco de agua	Bejuco				
	<i>Erythrina lanata</i> ●	Colorín	Arbórea				
	<i>Leucaena lanceolata</i> ●	Guajillo	Arbórea				
	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	Arbórea				
	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i>	Taliste, cabo de hacha	Arbórea				
	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Mauto	Arbórea				
	<i>Microlobius foetidus</i> ●	Jicochi, caca de caimán	Arbórea				
	<i>Mimosa quadrivalvis</i>	Dormilona	Arbustiva				
	<i>Piptadenia obliqua</i>	Iguano blanco, cuca	Arbórea				
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	Arbórea				
	<i>Pithecellobium unguis cati</i>	Guamúchil	Arbórea				
	<i>Prosopis juliflora</i>	Mezquite	Arbórea				
	<i>Senna atomaria</i>	Mora hedionda	Arbórea				
	<i>Senna pallida</i>	Vara prieta	Arbustiva				
	<i>Vachellia campechiana</i>	Vinolo, huinolo	Arbórea				
	<i>Vachellia farnesiana</i>	Vinorama	Arbórea				
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	Arbórea				
	<i>Gossypium aridum</i> ●	Listoncillo	Arbórea		Protección especial		Vulnerable
	<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón	Arbustiva				
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásima	Arbórea				
	<i>Helicteres baruensis</i>	Trompillo	Arbustiva				

Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> *	Neem	Arbustiva				
	<i>Trichilia americana</i>		Arbórea				
	<i>Trichilia trifolia</i>		Arbórea				
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Camichín, mata palos	Arbórea				
	<i>Ficus obtusifolia</i>		Arbórea				
	<i>Ficus pertusa</i>	Tezcalama	Arbórea				
	<i>Ficus retusa</i> *	Laurel	Arbórea				
	<i>Maclura tinctoria</i>	Mora	Arbórea				
Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i>	Arrayán	Arbórea				
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	Palo sapo	Herbácea				
	<i>Salpianthus macrodontus</i> ●	Guayabillo	Herbácea				
	<i>Pisonia capitata</i> ●	Garabato prieto, vainoro prieto	Arbustiva				
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea elegans</i>	Nenúfar	Herbácea				
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>		Herbácea				
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i>	Zorrillo	Herbácea				
Picrodendraceae	<i>Piranhea mexicana</i> ●	Palo prieto	Arbórea				
Poaceae	<i>Andropogon gerardii</i>		Herbácea				
	<i>Boutelouoa curtispindula</i>		Herbácea				
	<i>Cenchrus ciliaris</i> *	Zacate búffel	Herbácea				
	<i>Cenchrus echinatus</i>	Cadillo	Herbácea				
	<i>Chloris virgata</i>	Cebadilla	Herbácea				
	<i>Chromolaena sagittata</i> ◇		Herbácea				
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> *	Zacate egipcio, pata de gallo	Herbácea				
	<i>Distichlis spicata</i>	Zacate salado	Herbácea				
	<i>Echinochloa</i> sp.		Herbácea				
	<i>Eragrostis</i> sp.		Herbácea				

	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Carricillo	Herbácea				
	<i>Megathyrsus maximus</i> *	Zacatón	Herbácea				
	<i>Melampodium</i> sp.		Herbácea				
	<i>Osplimenus</i> sp.		Herbácea				
	<i>Panicum repens</i> *		Herbácea				
	<i>Rhynchelytrum repens</i>		Herbácea				
Polygonaceae	<i>Antigonon leptopus</i>	Coronita, san miguelito	Herbácea				
	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Roble de la costa	Arbórea				
Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i>	San Juan	Arbórea				
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboltiana</i>	Cacachila, negrito	Arbórea				
	<i>Karwinskia latifolia</i> ●	Cacachila	Arbórea				
	<i>Ziziphus amole</i> ●	Confite, nanche de la costa	Arbórea				
Rubiaceae	<i>Diodia crassifolia</i> ◇	Estrellita	Herbácea				
	<i>Hintonia latiflora</i>	Copalquín, palo amargo	Arbórea				
	<i>Randia levigata</i> ●	Crucetilla	Arbustiva				
	<i>Randia thurberi</i> ●	Crucetilla	Arbustiva				
Rutaceae	<i>Esenbeckia hartmanii</i> ●	Samota	Arbórea				Vulnerable
	<i>Zanthoxylum arborescens</i> ●	Pochotillo	Arbórea				
	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Limoncillo	Arbórea				
Salicaceae	<i>Casearia nitida</i>	Garrapatillo	Arbórea				
Santalacea	<i>Phoradendron</i> sp.	Muérdago	Herbácea				
Sapindaceae	<i>Serjania mexicana</i>	Güirote	Herbácea				
Solanaceae	<i>Datura discolor</i>	Toloache	Arbustiva				
	<i>Lycium</i> sp.		Arbustiva				
Stegnospermaceae	<i>Stegnosperma cubense</i>	Ojo de chanate	Herbácea				

Tamaricaceae	<i>Tamarix ramosissima</i> *	Pino salado	Arbórea				
Turneraceae	<i>Turnera diffusa</i>	Damiana	Arbustiva				
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>	Tule	Herbácea				
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Frutillo	Arbustiva				
	<i>Lantana</i> sp.	Confitura	Arbustiva				

9.5 Evaluación de la Calidad de la Vegetación de A) la Selva Baja Espinosa Caducifolia y B) el Manglar del Estero del Yugo, por Cuadrante y por Parche de Vegetación. La calificación final se expresa en porcentaje, escala de 0 a 100 %.

A)

Evaluación de la calidad del habitat de la selva baja espinosa caducifolia del Estero del Yugo																											
Tipos de componentes	Componentes	Cuadrantes del parche 1									Cuadrantes del parche 2							Cuadrantes del parche 3					Cuadrantes del parche 4				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Componentes relacionados a la condición del sitio	Árboles grandes	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3
	Cobertura dosel	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Sotobosque	10	20	5	10	5	15	15	15	15	10	10	5	10	10	10	15	15	15	5	10	15	15	10	10	15	5
	Cobertura de malezas	9	9	11	9	11	9	9	11	9	7	4	9	9	9	9	9	9	13	9	9	11	13	9	9	9	6
	Rebrotos	7	7	5	6	6	7	7	6	6	7	6	5	5	7	7	7	7	7	5	5	7	7	5	6	7	5
	Materia orgánica	0	3	3	0	3	3	3	3	0	3	3	0	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
	Troncos	5	5	3	3	5	3	3	5	3	3	2	5	3	3	2	3	3	4	5	4	5	5	5	5	5	3
Componentes relacionados al contexto paisajístico del sitio	Tamaño del parche	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10	10	10	10	10	6	6	6	6	
	Conectividad con otros parches	5	3.8	5	3.8	3.8	5.6	5	5	5	5	5.6	3.6	4.2	5	4.4	1.6	4.2	6.2	6.2	6.8	7.4	7.4	4.4	3.6	4.4	2.4
	Distancia a área núcleo	2	4	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	5	5	5	5	5	4	4	2	2	
Puntaje final		53	67	48	48	50	59	58	64	54	51	47	41	51	54	52	57	58	69	54	59	70	72.4	52.4	52.6	57.4	35.4
Puntaje promedio por parche		55.56									51.33							65.00					49.45				
Puntaje promedio global: 55.33 %																											

Continuación anexo 5

B)

Evaluación de la calidad del hábitat del manglar del Estero del Yugo											
Tipos de componentes	Componentes	Cuadrantes									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Componentes relacionados a la condición del sitio	Árboles grandes	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
	Cobertura del dosel	3	3	2	3	3	5	3	3	2	2
	Sotobosque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cobertura de malezas	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Rebrotes	5	5	5	6	5	7	6	6	5	5
	Materia orgánica	0	0	0	0	0	3	3	3	0	0
	Troncos	3	3	3	5	5	5	3	5	5	5
Componentes relacionados al contexto paisajístico del sitio	Tamaño del parche	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Conectividad con otros parches	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Distancia a área núcleo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puntaje final		28	28	27	31	30	40	32	34	29	29
Puntaje promedio global: 30.8 %											

9.6 Listado de Familias y Especies de Vertebrados Observados en la Microcuenca del Estero del Yugo de 2019 a 2020. Las especies se presentan con sus nombres comunes, el tipo de hábitat, y el estatus de conservación nacional e internacional. Los nombres comunes fueron tomados de la plataforma Naturalista (www.naturalista.mx), Berlanga *et al.* (2019) y Audubon (2020). Símbolos para las especies relevantes: Introducida (*); nativa de México (●); endémica de la región (◇). Las clases aparecen en orden evolutivo, mientras que las familias y especies en orden alfabético.

Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de hábitat	Especie Prioritaria para la Conservación	NOM-059-SEMARNAT-2019	CITES	Lista Roja UICN
Amphibia	Bufo	<i>Incilius sp.</i>	Sapo	Acuático/Terrestre				
Reptilia	Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i>	Cocodrilo americano	Acuático/Terrestre	Presente	Protección especial	Apéndice I	Vulnerable
	Dactyloidae	<i>Anolis nebulosus</i> ●	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	Terrestre		Protección especial		
	Emydidae	<i>Trachemys ornata</i> ◇	Jicotea occidental	Acuático/Terrestre				Vulnerable
	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i> *	Besucona asiática	Terrestre				
	Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	Terrestre	Presente		Apéndice II	
		<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Terrestre	Presente		Apéndice II	
	Kinosternidae	<i>Kinosternon alamosense</i> ◇	Tortuga casquito	Acuático/Terrestre			Protección especial	
		<i>Kinosternon integrum</i> ●	Tortuga pecho quebrado mexicana	Acuático/Terrestre			Protección especial	
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus clarkii</i>	Lagartija espinosa del Noroeste	Terrestre				
		<i>Sceloporus nelsoni</i> ◇	Lagartija espinosa de panza azul	Terrestre				
Teiidae	<i>Aspidozelis costatus</i> ●	Huico llanero	Terrestre			Protección especial		

Aves	Accipitridae	<i>Accipiter cooperi</i>	Gavilán de Cooper	Terrestre		Protección especial		
		<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla Aura	Terrestre		Protección especial		
		<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla Gris	Terrestre				
	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín Pescador	Acuático				
		<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín Pescador norteño	Acuático				
	Anatidae	<i>Aythya affinis</i>	Pato Boludo Menor	Acuático	Presente			
		<i>Aythya americana</i>	Pato Cabeza Roja	Acuático				
		<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije Alas Blancas	Acuático			Apéndice III	
		<i>Spatula clypeata</i>	Pato Cucharón Norteño	Acuático				
		<i>Spatula discors</i>	Cerceta Alas Azules	Acuático				
		<i>Mareca strepera</i>	Pato Friso	Acuático				
	Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga Americana	Acuático				
	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza Blanca	Acuático				
		<i>Ardea herodias</i>	Garza Morena	Acuático				
		<i>Butorides virescens</i>	Garcita Verde	Acuático				
		<i>Cochlearius cochlearius</i>	Garza Cucharón	Acuático				
		<i>Egretta caerulea</i>	Garza Azul	Acuático				
		<i>Egretta thula</i>	Garza Dedos Dorados	Acuático				
		<i>Egretta tricolor</i>	Garza Tricolor	Acuático				
		<i>Nyctanassa violacea</i>	Garza Nocturna Corona Negra	Acuático			Amenazada	
<i>Nycticorax nycticorax</i>		Garza Nocturna Corona Clara	Acuático					
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal Rojo	Terrestre					
	<i>Cyanocompsa parellina</i>	Colorín Azulnegro	Terrestre					

		<i>Passerina caerulea</i>	Pico Gordo Azul	Terrestre				
		<i>Passerina ciris</i>	Colorín Sietecolores	Terrestre		Protección especial		
		<i>Passerina versicolor</i>	Colorín Morado	Terrestre				
		<i>Pheucticus chrysopleus</i>	Picogordo Amarillo	Terrestre				
Cathartidae		<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	Terrestre				
		<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	Terrestre				
Caprimulgidae		<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras Pauraque	Terrestre				
Charadriidae		<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo Tildío	Acuático				
Ciconiidae		<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña Americana	Acuático				
Columbidae		<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	Terrestre				
		<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Canela	Terrestre				
		<i>Zenaida asiática</i>	Paloma Alas Blancas	Terrestre	Presente			
		<i>Zenaida macroura</i>	Huilota Común	Terrestre	Presente			
Corvidae		<i>Calocitta colliei</i> •	Urraca Cara Negra	Terrestre				
		<i>Corvus sinaloae</i> •	Cuervo Sinaloense	Terrestre				
		<i>Cyanocorax beecheii</i> ◇	Chara Sinaloense	Terrestre	Presente	Peligro de extinción		
Cracidae		<i>Ortalis wagleri</i> ◇	Chachalaca Vientre Castaño	Terrestre				
Cuculidae		<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	Terrestre				
Falconidae		<i>Caracara cheriway</i>	Cara cara Quebrantahuesos	Terrestre				
		<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	Terrestre				
Fregatidae		<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	Acuático				
Fringillidae		<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzón Mexicano	Terrestre				

	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina Alas Aserradasg	Acuático				
		<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina Manglera	Acuático				
	Icteridae	<i>Cassiculus melanicterus</i>	Cacique Mexicano	Terrestre				
		<i>Icteria virens</i>	Chipe Grande	Terrestre				
		<i>Icterus pustulatus</i>	Bolsero Dorso Rayado	Terrestre				
		<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojos Rojos	Terrestre				
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	Terrestre				
	Laridae	<i>Hydroprogne caspia</i>	Charrán del Caspio	Acuático				
		<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota Pico Anillado	Acuático				
	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle	Terrestre				
	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila Pescadora	Acuático				
	Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe Corona Negra	Terrestre				
		<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe Lores Negros	Terrestre		Amenazada		
		<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita Común	Terrestre				
		<i>Leiothlypis celata</i>	Chipe Oliváceo	Terrestre				
		<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	Chipe Cabeza Gris	Terrestre				
		<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe Charquero	Terrestre				
		<i>Setophaga nigrescens</i>	Chipe Negrogris	Terrestre				
		<i>Setophaga petechia</i>	Chipe Amarillo	Terrestre				
Passeridae	<i>Passer domesticus</i> *	Gorrión Doméstico	Terrestre					
Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano Café	Acuático					
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Neotropical	Acuático					

	Picidae	<i>Melanerpes chrysogenys</i> •	Carpintero Enmascarado	Terrestre				
		<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero del Desierto	Terrestre				
	Podicipedidae	<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullidor Orejón	Acuático				
		<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor Pico Grueso	Acuático				
		<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor Menor	Acuático				
	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita azulgris	Terrestre				
	Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico Frente Naranja	Terrestre		Protección especial	Apéndice II	
	Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallareta Americana	Acuático				
	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita Americana	Acuático				
		<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta Americana	Acuático				
	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero Alzacolita	Acuático				
		<i>Calidris minutilla</i>	Playero Diminuto	Acuático				
		<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Costurero Pico Largo	Acuático				
		<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito Trinador	Acuático				
		<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla Mayor	Acuático				
		<i>Tringa semipalmata</i>	Playero Lihuihuí	Acuático				
	Strigidae	<i>Glaucidium gnoma</i>	Tecolote Serrano	Terrestre				
	Thraupidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador Gris	Terrestre				
<i>Sporophila torqueola</i> •		Semillero Rabadilla Canela	Terrestre					
Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis Blanco	Acuático					
	<i>Platalea ajaja</i>	Espátula Rosada	Acuático	Presente				
	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis Ojos Rojos	Acuático					

	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí Canelo	Terrestre			Apéndice II		
		<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho	Terrestre			Apéndice II		
		<i>Heliomaster constanti</i>	Colibrí Picudo Oriental	Terrestre			Apéndice II		
		<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Orejas Blancas	Terrestre			Apéndice II		
	Troglodytidae	<i>Cistothorus palustris</i>	Saltapared Pantanero	Terrestre					
		<i>Thryophilus sinaloa</i> •	Saltapared Sinaloense	Terrestre					
	Turdidae	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo Dorso Canela	Terrestre					
	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquerito Chillón	Terrestre					
		<i>Empidonax difficilis</i>	Papamoscas Amarillo del Pacífico	Terrestre					
		<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas Garganta Amarilla	Terrestre					
		<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	Terrestre					
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bienteveo	Terrestre					
		<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano Pico Gueso	Terrestre					
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	Terrestre					
	Vireonidae	<i>Vireo cassinii</i>	Vireo de Cassini	Terrestre					
		<i>Vireo gilvus</i>	Vireo Gorjeador	Terrestre					
		<i>Vireo plumbeus</i>	Vireo Plomizo	Terrestre					
	Mammalia	Canidae	<i>Canis lupus familiaris</i> *	Perro doméstico	Terrestre				
		Felidae	<i>Felis silvestris catus</i> *	Gato doméstico	Terrestre				
Didelphidae		<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	Terrestre					
Leporidae		<i>Lepus alleni</i>	Liebre antlope	Terrestre					
Cervidae		<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	Terrestre	Presente				

	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Terrestre				
	Sciuridae	<i>Sciurus coliaei</i> •	Ardilla gris del Pacífico	Terrestre				

9.7 Evaluación del Índice de Hábitat Adecuado de la Microcuenca del Estero del Yugo para los Principales Grupos de Fauna Residentes. Se presentan los valores y descripción para cada atributo clave, así como el puntaje otorgado a cada grupo faunístico.

Atributo	Intervalos de los atributos clave	Valor	Descripción	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios
Cobertura vegetal para refugio	Cobertura arbórea y sotobosque desarrollados	1	Alta	0.67	0.67	0.67	0.67
	Cobertura arbórea escasa y sotobosque desarrollado	0.67	Media				
	Sin cobertura arbórea y sotobosque bajo	0.33	Baja				
	Sin vegetación	0	Inapropiada				
Disponibilidad de alimento	Durante todo el año	1	Alta	1	0.67	1	1
	Solo en algunas temporadas del año	0.67	Media				
	Eventualmente	0.33	Baja				
	Ninguna	0	Inapropiada				
Disponibilidad de agua	Permanente, presenta regímenes de inundación	1	Alta	0.67	0.67	0.67	0.67
	Temporal, presenta regímenes de inundación	0.67	Media				
	Escasa, sólo disponible en época de lluvias	0.33	Baja				
	Ninguna	0	Inapropiada				
Presencia de competidores/depredadores naturales	Ausentes	1	Alta	0.67	0.33	0.33	0.33
	En menor proporción que las especies a conservarse	0.67	Media				
	En proporción equitativa en relación con las especies a conservarse	0.33	Baja				
	En mayor proporción que las especies a conservarse	0	Inapropiada				
Conectividad con otros relictos de hábitat	Presencia de corredores que conectan con otros relictos de hábitat cercanos	1	Alta	0.5	0.5	0.5	0.5
	Presencia de otros relictos de hábitat cercanos, pero sin conexión a través de corredores	0.5	Media				
	Ausente	0	Inapropiada				
Presencia de disturbios humanos	Ausentes	1	Alta	0	0	0	0
	Eventuales	0.5	Media				
	Permanentes durante todo el año	0	Inapropiada				
Suma de valores de los atributos ecológicos				3.51	2.84	3.17	3.17
Promedio				0.59	0.47	0.53	0.53
Promedio menos valor de impacto (0.20)				0.39	0.27	0.33	0.33
Nivel de idoneidad del hábitat				Baja	Baja	Baja	Baja

9.8 Resumen Comparativo de las Respuestas más Frecuentes (en la Entrevista de Percepción y Conocimiento del Estero del Yugo) para Cada Subgrupo de Actores Sociales. El porcentaje en cada respuesta representa la proporción de personas que respondieron de tal forma.

Actor social	Conocimiento del EY		Valoración del EY				Identificación de amenazas		Alianzas	
	Ha visitado el EY	Conocimiento de título de conservación	Objeto natural	Recomendación	Objeto cultural	Recomendación	Amenaza prioritaria	Recomendación	Aliado	Forma de participación
Actor clave (12 entrevistas)	Sí 91 %	No 83.3 %	Sistema hídrico (lagunas y manglar) 63.6 %	Gestión con gobierno local 18.1 %	Recorridos guiados 36.3 %	Difusión 66.6 %	Urbanización 72.7 %	Gestión con gobierno local 62.5 %	SEMARNAT 58.3 %	Aplicar su normativa institucional 25 %
Usuarios/ Comunidad del CIAD (89 entrevistas)	Sí 76.4 %	No 89.8 %	Todos los elementos 35.2 %	Controlar el acceso al EY 29.1 %	Recorridos guiados 33.8 %	Asignación de recursos institucionales 39.1%	Urbanización 47 %	Gestión con gobierno local 50 %	Gobierno local 44.9 %	Apoyo en campañas de limpieza en el EY 30.3 %
Usuarios/ Externos del Estero del Yugo (43 entrevistas)	Sí 100 %	No 90 %	Todos los elementos 44.1 %	Controlar el acceso (21 %) y mantenimiento (21 %)	Recorridos guiados 30.2 %	Difusión 61.5%	Basura 37.2 %	Gestión con gobierno local 66.6 %	Gobierno local 34.8 %	Difusión 39.5 %
Global (144 entrevistas)	Sí 85.4 %	No 88.1 %	Todos los elementos 36.8%	Controlar el acceso	Recorridos guiados 35.2 %	Difusión 38 %	Urbanización 44 %	Gestión con gobierno local 34 %	Gobierno local 43.7 %	Apoyo en campañas de limpieza en el EY 27.7 %

9.9 Análisis del Estado de Viabilidad/Integridad Ecológica de los Objetos de Conservación de la Microcuenca del Estero del Yugo. Las celdas sombreadas en color verde indican la calificación otorgada a cada indicador del atributo clave.

Objeto de conservación	Categoría del atributo ecológico clave	Atributo ecológico clave	Indicador	Calificaciones del indicador				Calificación por categoría	Calificación global
				Pobre	Regular	Bueno	Muy bueno		
Objetos naturales									
Sistema hidrológico	Condición	Nivel de eutrofización	Índice TRIX del sistema lagunar	El nivel promedio del sistema lagunar es hipertrófico, lo que influye negativamente en la diversidad de plantas y animales del medio acuático	El nivel promedio del sistema lagunar es eutrófico, lo que influye negativamente en la diversidad de plantas y animales del medio acuático	El nivel promedio del sistema lagunar es mesotrófico, lo que influye positivamente en la diversidad de plantas y animales del medio acuático	El nivel promedio del sistema lagunar es oligotrófico, lo que influye positivamente en la diversidad de plantas y animales del medio acuático	Pobre	Pobre
	Condición	Régimen hídrico	Alteración del hidoperíodo natural del sistema lagunar	El régimen hídrico se encuentra altamente modificado	El régimen hídrico se encuentra moderadamente modificado	El régimen hídrico se encuentra levemente modificado	El régimen hídrico no se encuentra modificado		
Selva baja espinosa caducifolia	Tamaño	Cobertura vegetal	Disminución de la cobertura de la selva baja espinosa caducifolia	Se ha perdido del 76 % al 100 % de la cobertura de la selva baja espinosa caducifolia registrada en un período de 20 años	Se ha perdido del 51 % al 75 % de la cobertura de la selva baja espinosa caducifolia registrada en un período de 20 años	Se ha perdido del 26 % al 50 % de la cobertura de la selva baja espinosa caducifolia registrada en un período de 20 años	Se ha perdido del 0 % al 25 % de la cobertura de la selva baja espinosa caducifolia registrada en un período de 20 años		Regular

	Condición	Calidad de la vegetación	Valor obtenido en el Habitat Hectares Scoring Method	El área tiene un valor de 0 % a 25 %	El área tiene un valor de 26 % a 50 %	El área tiene un valor de 51 % a 75 %	El área tiene un valor de 76 % a 100 %	Bueno	
	Condición	Grado de autoctonía de las especies	Proporción de especies con distribución natural en la selva baja espinosa caducifolia en comparación con especies introducidas	El área tiene un porcentaje de especies nativas de 0 % a 25 %	El área tiene un porcentaje de especies nativas de 26 % a 50 %	El área tiene un porcentaje de especies nativas de 51 % a 75 %	El área tiene un porcentaje de especies nativas de 76 % a 100 %		
	Contexto paisajístico	Conectividad biológica	Presencia de barreras físicas	Presencia de barreras grandes (carreteras, urbanización, suelo deforestado)	Pequeñas barreras moderadas (oleoductos, gaseoductos, caminos rurales)	Presencia de barreras pequeñas (caminos rurales poco transitados)	No existen barreras, vegetación totalmente conectada con otros parches de vegetación	Pobre	
Humedales	Tamaño	Cobertura vegetal	Disminución de la cobertura del tular	Se ha perdido del 76 % al 100 % de la cobertura del tular registrada en un período de 20 años	Se ha perdido del 51 % al 75 % de la cobertura del tular registrada en un período de 20 años	Se ha perdido del 26 % al 50 % de la cobertura del tular registrada en un período de 20 años	Se ha perdido del 0 % al 25 % de la cobertura del tular registrada en un período de 20 años	Bueno	Bueno
	Condición	Calidad de la vegetación	Valor obtenido en el Habitat Hectares Scoring Method	El área tiene un valor de 0 % a 25 %	El área tiene un valor de 26 % a 50 %	El área tiene un valor de 51 % a 75 %	El área tiene un valor de 76 % a 100 %	Regular	
	Condición	Grado de autoctonía de las especies	Proporción de especies con distribución natural en el tular en comparación con especies introducidas	El área tiene un porcentaje de especies nativas de 0 % a 25 %	El área tiene un porcentaje de especies nativas de 26 % a 50 %	El área tiene un porcentaje de especies nativas de 51 % a 75 %	El área tiene un porcentaje de especies nativas de 76 % a 100 %		
	Contexto paisajístico	Conectividad biológica	Presencia de barreras físicas	Presencia de barreras grandes (carreteras, urbanización, suelo deforestado)	Pequeñas barreras moderadas (oleoductos, gaseoductos, caminos rurales)	Presencia de barreras pequeñas (caminos rurales poco transitados)	No existen barreras dentro del único parche de vegetación	Muy bueno	

					camino rurales)				
Fauna terrestre	Condición	Grado de autoctonía de las especies	Proporción de especies con distribución natural en el área en comparación con especies introducidas	El área tiene un porcentaje de especies nativas de 0 % a 25 %	El área tiene un porcentaje de especies nativas de 26 % a 50 %	El área tiene un porcentaje de especies nativas de 51 % a 75 %	El área tiene un porcentaje de especies nativas de 76 % a 100 %	Muy bueno	Regular
	Contexto paisajístico	Calidad del hábitat	Valor obtenido en el índice del Hábitat Adecuado	La calidad del hábitat oscila del 0 % al 25 %	La calidad del hábitat oscila del 26 % al 50 %	La calidad del hábitat oscila del 51 % al 75 %	La calidad del hábitat oscila del 76 % al 100 %	Pobre	
	Contexto paisajístico	Conectividad biológica	Presencia de barreras físicas	Presencia de barreras grandes (carreteras, urbanización, suelo deforestado, ganado y/o perros)	Pequeñas barreras moderadas (oleoductos, gaseoductos, camino rurales con caseríos dispersos sin perros)	Presencia de barreras pequeñas (camino rurales poco transitados)	No existen barreras, fauna totalmente conectada con otros parches de vegetación		
Fauna acuática	Condición	Grado de autoctonía de las especies	Proporción de especies con distribución natural en el área en comparación con especies introducidas	El área tiene un porcentaje de especies nativas de 0 % a 25 %	El área tiene un porcentaje de especies nativas de 26 % a 50 %	El área tiene un porcentaje de especies nativas de 51 % a 75 %	El área tiene un porcentaje de especies nativas de 76 % a 100 %	Muy bueno	Regular
	Contexto paisajístico	Calidad del hábitat	Valor obtenido en el índice del Hábitat Adecuado	La calidad del hábitat oscila del 0 % al 25 %	La calidad del hábitat oscila del 26 % al 50 %	La calidad del hábitat oscila del 51 % al 75 %	La calidad del hábitat oscila del 76 % al 100 %	Pobre	

	Contexto paisajístico	Conectividad biológica	Presencia de barreras físicas entre otros cuerpos lagunares en el área	Presencia de barreras grandes (carreteras, urbanización, suelo deforestado, ganado y/o perros)	Pequeñas barreras moderadas (oleoductos, gaseoductos, caminos rurales con caseríos dispersos sin perros)	Presencia de barreras pequeñas (caminos rurales poco transitados)	No existen barreras, fauna totalmente conectada con otros parches de vegetación		
Objetos culturales									
Recorridos guiados	Funcionalidad	Práctica de la actividad	Frecuencia promedio de realización de la actividad	Esporádicamente en el año	1 vez al mes	1 vez a la semana	Más de dos veces a la semana	Regular	Regular
	Funcionalidad	Infraestructura	Condición de la calidad de la infraestructura con la que se opera la actividad	Mala	Regular	Buena	Muy buena		
	Transmisibilidad	Conocimiento y divulgación ante la comunidad local	Frecuencia de difusión de la actividad en medios de comunicación locales (prensa, artículos de divulgación)	Esporádicamente en el año	1 vez al mes	1 vez a la semana	Más de dos veces a la semana	Pobre	
	Contexto	Apoyo institucional	Programa institucional del CIAD que apoye la realización de la actividad	No existe un programa institucional donde se inserte la actividad	Existe un programa institucional donde se inserta la actividad, pero no se cuenta con el personal y el financiamiento para operarlo óptimamente	Existe un programa institucional donde se inserta la actividad, se cuenta con el personal pero no se cuenta con el financiamiento para operarlo óptimamente	Existe un programa institucional que apoya activamente con recursos la realización de la actividad	Regular	

	Contexto	Apoyo legal, político y financiero	Nivel de apoyo general para la realización de la actividad	El marco legal es desfavorable, no existe voluntad política, ni financiamiento	El marco legal es favorable, pero no existe voluntad política ni financiamiento	El marco legal es favorable, existe voluntad política, pero no hay financiamiento	El marco legal es favorable, existe voluntad política y financiamiento		
Senderismo	Funcionalidad	Práctica de la actividad	Frecuencia promedio de observación de personas que practican la actividad en el área *Comentario personal de guardias de seguridad	Esporádicamente en el año	1 vez al mes	1 vez a la semana	Más de dos veces a la semana	Regular	Regular
	Funcionalidad	Infraestructura	Condición de la calidad de la infraestructura con la que se opera la actividad	Mala	Regular	Buena	Muy buena		
	Transmisibilidad	Conocimiento y divulgación de la actividad	Frecuencia de difusión de la actividad en medios de comunicación locales (prensa, artículos de divulgación)	Esporádicamente en el año	1 vez al mes	1 vez a la semana	Más de dos veces a la semana	Pobre	
	Contexto	Apoyo institucional	Programa institucional del CIAD que apoye la realización de la actividad	No existe un programa institucional donde se inserte la actividad	Existe un programa institucional donde se inserta la actividad, pero no se cuenta con el personal y el financiamiento para operarlo óptimamente	Existe un programa institucional donde se inserta la actividad, se cuenta con el personal pero no se cuenta con el financiamiento para operarlo óptimamente	Existe un programa institucional que apoya activamente con recursos la realización de la actividad	Regular	

	Contexto	Apoyo legal, político y financiero	Nivel de apoyo para la realización de la actividad	El marco legal es desfavorable, no existe voluntad política, ni financiamiento	El marco legal es favorable, pero no existe voluntad política ni financiamiento	El marco legal es favorable, existe voluntad política, pero no hay financiamiento	El marco legal es favorable, existe voluntad política y financiamiento		
Investigación científica	Funcionalidad	Práctica de la actividad	Porcentaje de la comunidad académica de la Unidad Mazatlán del CIAD que realiza actividades científicas relacionadas en el área en el presente	Del 0 % al 25 % de la comunidad académica realiza actividades científicas	Del 26 % al 50 % de la comunidad académica realiza actividades científicas	Del 51 % al 75 % de la comunidad académica realiza actividades científicas	Del 76 % al 100 % de la comunidad académica realiza actividades científicas	Pobre	Pobre
	Transmisibilidad	Publicación científica	Frecuencia de realización de publicaciones con rigor científico	Esporádicamente en el año	1 vez al mes	1 vez a la semana	Más de dos veces a la semana	Pobre	
	Contexto	Apoyo institucional	Programa institucional del CIAD que apoye la realización de la actividad	No existe un programa institucional donde se inserte la actividad	Existe un programa institucional donde se inserta la actividad, pero no se cuenta con el personal y el financiamiento para operarlo óptimamente	Existe un programa institucional donde se inserta la actividad, se cuenta con el personal pero no se cuenta con el financiamiento para operarlo óptimamente	Existe un programa institucional que apoya activamente con recursos la realización de la actividad	Pobre	
	Contexto	Apoyo legal	Nivel de apoyo para la realización de la actividad	El marco legal es desfavorable, no existe voluntad política, ni financiamiento	El marco legal es favorable, pero no existe voluntad política ni financiamiento	El marco legal es favorable, existe voluntad política, pero no hay financiamiento	El marco legal es favorable, existe voluntad política y financiamiento		
Estado global de integridad ecológica del Estero del Yugo =								Regular	

9.10 Identificación de las Amenazas, a Partir del Análisis de las Presiones y las Fuentes de Presión que Afectan a los Objetos de Conservación de la Microcuenca del Estero del Yugo. Las celdas sombreadas en color verde indican las presiones y las fuentes de presión prioritarias.

Objeto de conservación	Presiones	Severidad	Alcance	Valor global	Presión prioritaria	Fuentes de la presión prioritaria	Posibles responsables	Contribución	Irreversibilidad	Valor global	Amenaza (Presión y fuente)
Objetos naturales											
Sistemas hidrológicos	Alteración del régimen hídrico original	Alto	Alto	Alto	Alteración del régimen hídrico original	Cambio de uso de suelo por urbanización	Desarrolladores urbanos	Alto	Alto	Alto	Alteración del régimen hídrico original por descargas de aguas residuales
	Alteración de la calidad y productividad acuática	Medio	Medio	Medio							
	Azolvamiento de arroyos y lagunas	Medio	Alto	Medio		Creación de bordo artificial que divide las dos lagunas	Antiguo propietario del Estero del Yugo	Alto	Alto	Alto	
	Alteración del aporte de agua de lluvia por cambio climático	Medio	Medio	Medio		Descargas de aguas residuales	Unidad Mazatlán del CIAD, A.C.	Muy alto	Alto	Muy alto	
	Salinización de la laguna norte	Alto	Alto	Alto							
Selva baja espinosa caducifolia	Disminución de la extensión de la cubierta vegetal	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Disminución de la extensión de la cubierta vegetal	Cambio de uso de suelo por urbanización	Desarrolladores urbanos	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Disminución de la extensión de la cubierta vegetal por cambio de uso de suelo por urbanización
	Degradación de la calidad de la vegetación	Medio	Alto	Medio		Quema de vegetación	Personas sin identificar	Bajo	Bajo	Bajo	
	Pérdida de la conectividad biológica con otros parches de la misma vegetación	Alto	Alto	Alto		Tala ilegal selectiva	Personas sin identificar	Bajo	Bajo	Bajo	

Humedales	Degradación de la calidad del manglar	Medio	Medio	Medio	Degradación de la calidad del manglar	Cambio de uso de suelo por urbanización	Desarrolladores urbanos	Alto	Alto	Alto	Degradación de la calidad del manglar por descargas de aguas residuales	
							Contaminación por residuos sólidos	Usuarios del Estero del Yugo	Bajo	Bajo		Bajo
	Disminución de la extensión del tular	Medio	Medio	Medio			Creación de bordo de tierra artificial que divide las dos lagunas	Unidad Mazatlán del CIAD, A.C.	Medio	Alto		Medio
							Descargas de aguas residuales	Unidad Mazatlán del CIAD, A.C.	Alto	Alto		Alto
	Modificación de la composición de especies nativas respecto a exóticas/invasoras en el tular	Medio	Bajo	Bajo			Tala ilegal selectiva (manglar)	Personas sin identificar	Bajo	Bajo		Bajo
Fauna terrestre	Disminución de la riqueza y abundancia de especies que visitan el área	Medio	Alto	Medio	Pérdida de la conectividad biológica	Atropello de fauna en carreteras	Automovilistas	Bajo	Medio	Bajo	Pérdida de la conectividad biológica por cambio de uso de suelo por urbanización	
						Cambio de uso de suelo por urbanización	Desarrolladores urbanos	Muy alto	Muy alto	Muy alto		
						Caza ilegal	Personas sin identificar	Bajo	Medio	Bajo		
	Modificación de la composición de especies nativas respecto a exóticas/invasoras	Medio	Alto	Medio		Perturbación por acceso no regulado de personas al área	Personas sin identificar	Alto	Alto	Alto		
						Perturbación por ciclismo	Ciclistas	Medio	Bajo	Bajo		
						Extracción ilegal de animales	Personas sin identificar	Bajo	Medio	Bajo		

	Pérdida de la conectividad biológica	Alto	Alto	Alto		Presencia de especies invasoras (perros, gatos)	Personas sin identificar	Medio	Medio	Medio	
						Ruido alto por la urbanización del exterior (máquinas de construcción, transporte público)	Automovilistas, constructores, transportistas de servicios privados	Bajo	Bajo	Bajo	
Fauna acuática	Disminución de la riqueza y abundancia de especies que visitan el área	Medio	Alto	Medio	Pérdida de la conectividad biológica	Atropello de fauna en carreteras	Automovilistas	Bajo	Bajo	Bajo	Pérdida de la conectividad biológica por cambio de uso de suelo por urbanización
						Cambio de uso de suelo por urbanización	Desarrolladores urbanos	Muy alto	Muy alto	Muy alto	
	Modificación de la composición de especies nativas respecto a exóticas/invasoras	Bajo	Alto	Bajo		Presencia de especies invasoras (tular)	Personas sin identificar	Medio	Bajo	Bajo	
						Perturbación por acceso no regulado de personas al área	Personas sin identificar	Alto	Alto	Alto	
						Perturbación por ciclismo	Ciclistas	Medio	Bajo	Bajo	
	Pérdida de la conectividad biológica con otros sistemas acuáticos	Alto	Alto	Alto		Tala ilegal selectiva (manglar)	Personas sin identificar	Bajo	Bajo	Bajo	

Objetos culturales											
Objeto de conservación	Efecto de deterioro	Intensidad	Alcance	Valor global	Efecto de deterioro prioritario	Fuentes del efecto de deterioro prioritario	Posibles responsables	Contribución	Irreversibilidad	Valor global	Amenaza (Presión y fuente)
Recorridos guiados	Bajo número de personas atendidas a través del servicio	Alto	No aplica	Alto	Senderos interpretativos e infraestructura en estado de deterioro	Falta de recursos institucionales para operar la actividad	Unidad Mazatlán del CIAD, A.C.	Muy alto	Medio	Alto	Senderos interpretativos e infraestructura en estado de deterioro por falta de recursos institucionales para operar la actividad
	Desconocimiento del nivel de satisfacción de los usuarios respecto al servicio	Bajo	No aplica	Bajo		Falta de mantenimiento de senderos interpretativos e infraestructura	Unidad Mazatlán del CIAD, A.C.	Alto	Medio	Medio	
	Disminución de la cantidad de avistamientos de fauna silvestre durante los recorridos	Medio	No aplica	Medio		Falta de vigilancia dentro del área	Unidad Mazatlán del CIAD, A.C.	Medio	Medio	Medio	
	Senderos interpretativos e infraestructura en estado de deterioro	Alto	No aplica	Alto		Uso del área como baño público	Usuarios del Estero del Yugo	Medio	Bajo	Bajo	
						Vandalismo de infraestructura	Usuarios del Estero del Yugo	Medio	Medio	Medio	
						Vertimiento de basura (residuos sólidos)	Usuarios del Estero del Yugo	Medio	Medio	Medio	
Senderismo	Desconocimiento del nivel de satisfacción de los usuarios respecto al servicio	Bajo	No aplica	Bajo	Senderos interpretativos e infraestructura en estado de deterioro	Falta de recursos institucionales para operar la actividad	Unidad Mazatlán del CIAD, A.C.	Muy alto	Medio	Alto	Senderos interpretativos e infraestructura en estado de deterioro por falta de recursos institucionales para operar la actividad
	Dificultad de realización de la actividad de manera autónoma	Medio	No aplica	Medio		Falta de mantenimiento de senderos interpretativos e infraestructura	Unidad Mazatlán del CIAD, A.C.	Muy alto	Medio	Alto	

	Disminución de la cantidad de avistamientos de fauna silvestre	Medio	No aplica	Medio		Falta de vigilancia dentro del área	Unidad Mazatlán del CIAD, A.C.	Medio	Medio	Medio	
	Interrupción de la actividad por ciclismo	Medio	No aplica	Bajo		Uso del área como baño público	Usuarios del Estero del Yugo	Medio	Bajo	Bajo	
	Percepción pública del área como insegura para realizar la actividad	Medio	No aplica	Medio		Vandalismo de infraestructura	Usuarios del Estero del Yugo	Alto	Medio	Medio	
	Senderos interpretativos e infraestructura en estado de deterioro	Alto	No aplica	Alto		Vertimiento de basura (residuos sólidos)	Usuarios del Estero del Yugo	Medio	Medio	Medio	
Investigación científica	Interrupción de la actividad por ciclismo	Medio	No aplica	Bajo	Poca realización de investigaciones científicas sobre el área	Falta de difusión del área	Unidad Mazatlán del CIAD, A.C.	Medio	Bajo	Bajo	Poca realización de investigaciones científicas sobre el área por falta de recursos institucionales para operar la actividad
	Percepción pública del área como insegura para realizar la actividad	Medio	No aplica	Medio		Falta de articulación entre el personal del Estero del Yugo y la comunidad del CIAD Unidad Mazatlán	Unidad Mazatlán del CIAD, A.C.	Alto	Bajo	Medio	
	Poca realización de investigaciones científicas y de monitoreo sobre el área	Alto	No aplica	Alto		Falta de recursos institucionales para operar la actividad	Unidad Mazatlán del CIAD, A.C.	Alto	Medio	Medio	
Nivel global de la amenaza del Estero del Yugo											Medio

9.11 Recomendaciones para la Conservación de los Objetos Prioritarios de la Microcuenca del Estero del Yugo. C= Corto plazo; M= Mediano plazo; L= Largo plazo; P= Permanente

Eje temático	Recomendaciones	Plazo	Objetos con los que se relaciona							
			Sistema hidrológico	Selva baja espinosa caducifolia	Humedales	Fauna terrestre	Fauna acuática	Recorridos guiados	Senderismo	Investigación científica
Generación de conocimiento	Explorar las características de los distintos esquemas de conservación que se adapten mejor a las cualidades del Estero del Yugo (jardín botánico, centro de interpretación ambiental, reserva municipal, etc.)	C	X	X	X	X	X	X	X	X
	Estudiar a nivel de paisaje la fragmentación ecológica, los corredores biológicos potenciales y las zonas de amortiguamiento, en el noroeste de la ciudad desde La Marina, Los Cerritos hasta Mármol.	C		X			X			X
	Monitorear especies o grupos indicadores de fauna para la evaluación de la conectividad/ fragmentación del hábitat a través del tiempo.	P	X	X	X	X	X			X
	Caracterizar y monitorear la calidad del agua de la descarga de agua residual de la Planta piloto del CIAD con la finalidad de cumplir lo establecido en la PROY-NOM-001-SEMARNAT-1996 2017.	P	X		X		X			X
	Evaluar el impacto de la modificación del régimen hídrico del Estero del Yugo por la urbanización en la integridad ecológica de sus humedales.	C	X		X		X			X
	Inventariar y estudiar la biodiversidad acuática y terrestre, principalmente los grupos menos conocidos y/o prioritarios.	P	X	X	X	X	X			X
	Evaluar la implementación y eficiencia de tecnologías alternativas para el cultivo de los	P	X		X					X

peces marinos en la planta piloto del CIAD que sean más amigables con el ambiente									
Evaluar la factibilidad ecológica y económica para el desazolvamiento del Estero del Yugo y rehabilitación de su red hidrológica tributaria.	M	X		X		X			X
Evaluar la implementación y eficiencia de la laguna de oxidación existente en la Planta piloto de peces marinos del CIAD para el correcto tratamiento de aguas residuales	C	X		X		X			X
Investigar en la Dirección General de ZOFEMAT-SEMARNAT Delegación Sinaloa a quién pertenece la concesión o Acuerdo de Destino del canal que conecta al Estero del Yugo con el mar. De contar con un concesionario, coordinar acciones que beneficien la integridad del Estero del Yugo. De no contar con alguien que administre el canal, solicitar su manejo, apoyándose oportunamente de asesoría legal.	C	X		X		X			
Realizar un análisis histórico de la atención anual de visitantes en el Estero del Yugo. Analizar el comportamiento de la demanda de los servicios educativos durante el año, así como identificar los perfiles de los grupos que más los solicitan para el diseño de estrategias de promoción del área.	C						X	X	
Realizar un análisis histórico de los gastos e ingresos que han generado los servicios educativos a través del tiempo, para con base en ello generar un presupuesto anual con metas económicas y de atención de visitantes.	C						X	X	
Realizar un análisis histórico de las encuestas aplicadas a los usuarios del Estero del Yugo para realizar mejoras en los servicios y el área.	C						X	X	
Identificar los puntos por donde generalmente la fauna silvestre cruza las vías de comunicación que atraviesan la microcuenca	M				X				

	del Estero de Yugo, para así, solicitar a la Oficina administrativa federal en Mazatlán de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y otras dependencias relacionadas									
	Caracterizar los tipos de residuos sólidos que constantemente se encuentran en el área, así como el perfil de usuarios que los generan, para con ello, diseñar estrategias para abordar este problema.	C		X	X	X	X	X	X	
	Determinar la capacidad de carga de los senderos interpretativos del Estero del Yugo. Con base en ello, definir un número máximo de visitantes por día.	C						X	X	X
Restauración y conservación	Reforestar los sitios con menor índice de calidad del bosque espinoso y el manglar (y otros sitios talados) con especies prioritarias, que además proporcionen alimento y/o hábitat a las especies de fauna prioritarias. Solicitar donación de especies nativas a los viveros municipales y de CONAFOR.	M		X	X	X		X	X	
	Asesorar a los desarrolladores de la microcuenca del Estero del Yugo para la plantación de especies vegetales prioritarias en sus proyectos urbanos.	M		X		X				
	Realizar un programa de erradicación de especies invasoras tanto de flora como de fauna.	P	X	X	X	X	X	X	X	
	Reparar el canal de demasías que conecta a la laguna norte con la sur, además de dotarlo con un sistema que permita regular el paso de agua de una laguna a otra.	M	X		X		X			
	Proponer a la Coordinación de la Unidad Mazatlán del CIAD la implementación de un programa institucional de integración con la comunidad donde se realicen campañas constantes de mantenimiento y limpieza en el Estero del Yugo.	C		X		X		X	X	

	Reorganizar la disposición de los senderos interpretativos actuales para reducir la perturbación a la fauna silvestre (bloquear los senderos secundarios nuevos que atraviesan áreas poco perturbadas de vegetación).	M		X		X				
	Solicitar apoyo a la 4ta Zona Naval de la Secretaría de Marina de Mazatlán para brindarle mantenimiento a los senderos interpretativos.	M						X	X	
	Reparar el cercado de la entrada principal del Estero del Yugo con el apoyo del área de mantenimiento de la Unidad Mazatlán del CIAD, o de ser posible, buscar financiamiento para sustituirlo por otro de mejor calidad. Asimismo, evaluar las ventajas y desventajas de cercar la ZOFEMAT del Estero del Yugo.	C						X	X	X
	Reparar las zonas que se encuentran gravemente afectadas por la erosión, tal como la zona donde se comunica la laguna sur con el canal hacia el mar y el canal que conecta a la laguna de oxidación de la planta piloto con la laguna sur.	C						X	X	
Uso y manejo sustentable	Obtener la certificación de Unidad de Manejo Ambiental (UMA) por SEMARNAT para la reproducción, venta y/o donación de las especies vegetales prioritarias. Coordinar esfuerzos entre el vivero de plantas regionales del Estero del Yugo y el vivero didáctico (ya existentes en la institución).	M	X	X	X	X	X			X
	Generar un banco de germoplasma para la reproducción de las especies vegetales prioritarias, además del intercambio de material genético con otros proyectos de conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> de la localidad y la región.	M	X	X	X	X	X			X
	Diseñar protocolos de reproducción para las especies vegetales prioritarias a conservar.	M	X	X	X	X	X			X
	Coordinar con la Coordinación Zona Sur de la PROFEPA un programa de monitoreo periódico dentro de la microcuenca del Estero	C		X		X		X	X	

del Yugo para prevenir la cacería ilegal de venado (<i>Odocoileus virginianus</i>), la extracción de nidos de perico frentinaranja (<i>Eupsittula canicularis</i>), la captura de cocodrilos (<i>Crocodylus acutus</i>) entre otras especies susceptibles.									
Solicitar asesoría a la Coordinación Zona Sur de la PROFEPA, el Acuario Mazatlán y otras organizaciones que se dedican a la conservación de la fauna silvestre para el manejo de la misma, en caso de alguna emergencia o la necesidad de reubicar algún individuo.	C	X	X	X	X	X			
Generar un catálogo donde se establezcan los distintos recorridos guiados temáticos disponibles, así como la cuota y la duración del servicio. Publicarlo por las redes sociales institucionales para su promoción.	C						X		
Sistematizar la información proporcionada en los recorridos guiados temáticos en un manual operativo, que permita la capacitación de nuevos guías.	C						X		
Aplicar obligatoriamente al final de los recorridos guiados una encuesta de satisfacción a una muestra de los visitantes para la mejora continua del servicio.	P						X		
Solicitar asesoría por parte de la Coordinación Municipal de Protección civil de Mazatlán respecto a la atención de personas en el Estero del Yugo, con la presencia habitual de cocodrilos (<i>Crocodylus acutus</i>).	C						X	X	
Crear una membresía de acceso al Estero del Yugo, donde de acuerdo a la cuota, se ofrezcan ciertos servicios como préstamo de equipo de observación de aves, descuentos en souvenirs, recorridos guiados temáticos, entre otros. Negociar con el área de Recursos Humanos del CIAD que la mayor proporción del ingreso se destine al mantenimiento del Estero.	M						X	X	

	Instalar el reglamento del área en la entrada principal del Estero del Yugo, así como en algunos puntos de los senderos interpretativos.	C						X	X	
	Solicitar una cuota de entrada a los fotógrafos que realizan sesiones fotográficas en las instalaciones del Estero del Yugo, para el mantenimiento del área.	C	X	X	X	X	X	X	X	
	Señalizar en la infraestructura del Estero del Yugo la aplicación de sanciones legales a quien se encuentre dañando los inmuebles o el área en general (tirando basura o saqueando plantas y animales). Asesorarse con las autoridades correspondientes el procedimiento de operación de dichas sanciones.	C						X	X	
	Instalar botes de basura en distintos puntos de los senderos interpretativos de la ZOFEMAT del Estero del Yugo. Gestionar con los directivos de la Unidad Mazatlán del CIAD el apoyo del personal de limpieza para el vaciado periódico de dichos botes.	M	X	X	X	X	X	X	X	
Atención a factores de presión	Gestionar con los desarrolladores inmobiliarios, el IMPLAN y la Dirección de Obras Públicas del Municipio, acciones coordinadas para la conservación del Estero del Yugo, resaltando la importancia y conveniencia para todas las partes de mantener parches arbolados con especies nativas y rehabilitar la red de escorrentías temporales.	C	X	X	X	X	X			
	Solicitar a SEMARNAT la firma de un convenio con el CIAD, para, entre muchas acciones específicas a favor de la conservación del Estero del Yugo, se tome en cuenta la opinión técnica de la Unidad Mazatlán del CIAD al momento de recibir Manifestaciones de Impacto Ambiental de proyectos urbanos a desarrollarse dentro de la microcuenca del sitio.	C	X	X	X	X	X			

Activar las acciones estipuladas en el convenio del CIAD con el Instituto Municipal de Planeación Urbana de Mazatlán (IMPLAN) Y mantener comunicación con la Dirección de Planeación del Desarrollo Urbano Sustentable para vigilar el cumplimiento de la conservación de las zonas prohibidas al desarrollo.	P	X	X	X	X	X			
Generar un vínculo con la Coordinación Zona Sur de la PROFEPA para la atención de denuncias de tala ilegal y quema de vegetación dentro de la ZOFEMAT del Estero del Yugo.	C	X	X	X	X	X			
Socializar los resultados del presente estudio con el equipo de trabajo de la Planta piloto del CIAD y con la Coordinación de la Unidad Mazatlán para la búsqueda conjunta de acciones integrales sustentables que favorezcan la integridad del Estero del Yugo.	C	X		X		X			
Coordinar esfuerzos con la Operadora y Administradora de Playas de Mazatlán y la Dirección de Ecología del municipio para la limpieza periódica del canal y la boca estuarina del Estero del Yugo con la ciudadanía.	C	X		X		X			
Socializar y concienciar a las alianzas de transportistas correspondientes de Mazatlán el problema del volumen alto de la música y el uso como baño público del área por parte de los transportistas con base cercana al Estero del Yugo. Explorar la posibilidad de firmar un convenio de beneficio a ambas partes.	C	X							
Presentar a la Coordinación de la Unidad Mazatlán del CIAD la propuesta de contratación de medio tiempo de una persona dedicada a la atención de servicios, donde su sueldo sea soportado por los ingresos de las actividades del Estero del Yugo.	C						X		

Realizar una convocatoria con la comunidad de la Unidad Mazatlán del CIAD (estudiantes, académicos y administrativos) y la comunidad local para reactivar el programa Amigos del Estero, donde se les invite a realizar voluntariado en las distintas actividades educativas y de manejo del Estero del Yugo.	C						X		
Buscar la generación de convenios con los propietarios de los hoteles y residenciales que se encuentran dentro de la microcuenca del Estero del Yugo o zonas aledañas, donde, entre diversas acciones específicas, se les solicite apoyo económico o en especie para el mantenimiento del área; a cambio, atención de sus clientes a través de recorridos guiados personalizados con previa agenda.	M	X	X	X	X	X	X	X	X
Solicitar a las preparatorias y universidades prestadores de servicio social y practicantes profesionales para fungir como guías de recorridos guiados y vigilantes ambientales.	C						X		
Solicitar a la Secretaría de Seguridad Pública y Tránsito Municipal de Mazatlán, el apoyo constante de la Policía Turística con rondines de vigilancia dentro de los senderos interpretativos del Estero del Yugo.	C						X	X	X
Gestionar financiamiento para la reparación urgente de la torre de observación, así como la creación de un fondo que permita darle mantenimiento constante a la infraestructura del Estero del Yugo.	C						X	X	
Prohibir el ciclismo en los senderos de la ZOFEMAT del Estero del Yugo. Socializar con la comunidad de ciclistas la necesidad de realizar esta acción de acuerdo a los fines de conservación del Estero y evaluar alternativas para que se integren a otras actividades de menor impacto al área.	C		X		X	X	X	X	X

	Clausurar el acceso a la infraestructura del Estero del Yugo que se encuentra en un estado avanzado de deterioro (torre, canal de demasía y palapa), misma que representa un peligro para los usuarios del área. Abrirla hasta que se le brinde el mantenimiento que no ponga en riesgo a las personas.	C						X	X	X
Integración y gobernanza	Presentar el proyecto de mejora del Estero del Yugo en una sesión de Cabildo del H. Ayuntamiento de Mazatlán para identificar conjuntamente con el Presidente municipal cuáles serían las rutas viables para obtener apoyo de algún tipo por parte del municipio.	C	X	X	X	X	X	X	X	X
	Socializar la importancia de la conservación del Estero del Yugo a distintos empresarios de Mazatlán con la intención de reactivar la conformación de un patronato que apoye económica y/o en especie al área.	M	X	X	X	X	X	X	X	X
	Presentar la intención de mejorar las condiciones del Estero del Yugo ante la Coordinación General del CIAD y la Coordinación de la Unidad Mazatlán para identificar conjuntamente cuáles serían las rutas viables para obtener mayor apoyo económico e institucional del CIAD.	C	X	X	X	X	X	X	X	X
	Proponer a la Coordinación de la Unidad Mazatlán del CIAD la designación del Estero del Yugo como un proyecto institucional, que además cuente con un consejo técnico asesor, conformado por los académicos que muestren interés o tengan afinidad por su especialidad.	C	X	X	X	X	X	X	X	X
	Emplear como base la presente tesis para la elaboración de un programa de manejo para el Estero del Yugo, que contenga un calendario de trabajo personalizado con el equipo que le brinde seguimiento al tema, además de una serie de indicadores de monitoreo que permita medir el avance de cada actividad planteada.	C	X	X	X	X	X	X	X	X

<p>Articular esfuerzos con las áreas naturales protegidas del municipio (ADVC Paco's Reserva de Flora y Fauna y Santuario Tortuguero Playa El Verde Camacho), los propietarios particulares interesados y el IMPLAN para la designación de uso de suelo como corredor biológico en los relictos de selva seca con mayor extensión y calidad ubicados en zona norte de Mazatlán.</p>	<p>M</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>X</p>			
<p>Entablar comunicación con el Consejo Municipal de Ordenamiento Territorial, Desarrollo Urbano y Vivienda de Mazatlán y solicitar que la opinión técnica del CIAD Unidad Mazatlán sea tomada en cuenta en los desarrollos urbanos a proyectarse en las zonas aledañas a la microcuenca del Estero del Yugo.</p>	<p>C</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>X</p>			
<p>Coordinar esfuerzos con el IMPLAN Mazatlán y la CONANP Región Noroeste y Alto Golfo de California para el diseño e implementación del Programa de manejo del Sitio Ramsar Playa Tortuguera El Verde Camacho.</p>	<p>M</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>X</p>			
<p>Impulsar en coordinación con el IMPLAN Mazatlán la incorporación de la red hidrológica de arroyos y escurrimientos naturales del municipio en el Plan de Desarrollo Urbano vigente, con la finalidad de que se prohíba su alteración y/o modificación por los desarrolladores urbanos.</p>	<p>M</p>	<p>X</p>		<p>X</p>		<p>X</p>			
<p>Dar seguimiento al trámite de la solicitud de actualización del Acuerdo de Destino de la Zona Federal Marítimo Terrestre del Estero del Yugo ante la Delegación Sinaloa de SEMARNAT.</p>	<p>C</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>X</p>			

	Gestionar el apoyo institucional de la Secretaría de Desarrollo Económico, Turismo y Pesca del municipio y la Secretaría de Turismo del Estado de Sinaloa para mejorar las condiciones actuales del Estero del Yugo y así, poder hacer difusión de las actividades ecoturísticas que se pueden realizar en el área.	L	X	X	X	X	X	X	X	
	Gestionar con los propietarios de los terrenos que rodean los cuerpos lagunares y con los desarrolladores inmobiliarios de la microcuenca del Estero del Yugo el permiso y el apoyo económico para instalar la señalización correspondiente al área de conservación, así como un cercado para impedir el acceso a bicicletas.	M	X	X	X	X	X		X	X
Educación, comunicación y cultura	Coordinar con la CONANP Región Noroeste y Alto Golfo de California la asesoría y gestión para los desarrolladores urbanos de la microcuenca del Estero del Yugo respecto a la propuesta de creación de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) como una opción de conservación para sus predios, particularmente a los propietarios de los terrenos que rodean los cuerpos lagunares.	M	X	X	X	X	X			
	Solicitar a Conselva A.C. asesoría técnica en cuanto a su experiencia en ordenamiento territorial y gestión de fondos para el manejo de cuencas.	C	X	X	X	X	X			
	Solicitar a Pro esteros A.C. asesoría técnica en cuanto a su experiencia en la gestión de fondos para la conservación de humedales.	C	X	X	X	X	X			
	Solicitar a instituciones con experiencia en el tratamiento de aguas residuales (Laboratorio de Aguas Residuales de la JUMAPAN, ITMAZ UNAM Unidad Mazatlán) asesoría técnica para realizar mejoras en la laguna de oxidación existente de la Planta piloto del CIAD.	C	X		X		X			

Comunicar al personal de la Unidad Mazatlán del CIAD y a la comunidad local las especies de flora y fauna protegidas que existen dentro de la microcuenca del Estero del Yugo, solicitando su apoyo en reportar alguna situación que las amenace.	C	X	X	X	X	X			
Promover las actividades educativas del Estero del Yugo con el apoyo de los actores sociales identificados, a través de los medios de comunicación institucionales del CIAD.	C						X	X	
Convocar a los líderes de los usuarios que realizan actividades relacionadas al senderismo (fotógrafos de naturaleza, observadores de aves, caminantes, etc.) para integrar un comité consultivo y de apoyo al Estero de Yugo, que permita identificar las áreas de oportunidad en el manejo del área, así como ser el enlace de comunicación con la comunidad de usuarios del área.	C							X	
Promover las líneas de investigación del Estero del Yugo con los departamentos de vinculación académica de las universidades de Mazatlán para la dirección de tesis de licenciatura, la realización de estancias profesionales, prácticas profesionales o proyectos de servicio social.	M								X
Promover la divulgación científica del conocimiento generado en el Estero de Yugo, en revistas científicas, de divulgación, medios masivos, etc.	C								
Mantener comunicación con los expertos que participaron en el Taller consultivo realizado en el presente estudio para invitarlos a participar en asesoría académica para el manejo del área	P								X
Generar un convenio con la SEPyc promover una mayor afluencia de estudiantes que visiten el Estero del Yugo.	M						X	X	