



El Colegio de la Frontera Sur

Evaluación de la efectividad en el manejo para la conservación
del manatí antillano en tres áreas protegidas de Quintana Roo,
México.

Tesis
presentada como requisito parcial para optar al grado de Maestro en Ciencias en
Manejo de Recursos Naturales y Desarrollo Rural
Con orientación en Conservación de la Biodiversidad

Por

Juan Carlos Robles Herrejón

2019



El Colegio de la Frontera Sur

Chetumal, Quintana Roo, agosto del 2019.

Las personas abajo firmantes, miembros del jurado examinador de:

Juan Carlos Robles Herrejón

hacemos constar que hemos revisado y aprobado la tesis titulada

Evaluación de la efectividad en el manejo para la conservación del manatí antillano en tres áreas protegidas de Quintana Roo, México.

para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales y Desarrollo Rural

Nombre	Firma
Dr. José Benjamín Morales Vela (Director)	_____
Dr. Alejandro Ortega Argueta (Asesor)	_____
Dra. Carmen Pozo de la Tijera (Asesor)	_____
Dr. León David Olivera Gómez (Asesor)	_____
Dra. Ana Minerva Arce Ibarra (Sinodal adicional)	_____
Dra. María Angelica Navarro Martínez (Sinodal adicional)	_____
Dr. Felipe Eloy Sosa Cordero (Sinodal adicional)	_____

Dedicatoria

A mi familia, en particular a mis padres, Minerva Herrejón González y Juan Manuel Robles López por su apoyo incondicional durante la realización del posgrado.

A Erika Morales Mendoza, mi pareja de vida, por su apoyo incondicional durante la realización del posgrado, y por su compañía en esta aventura de vida.

Agradecimientos

Este trabajo se basa en los resultados y los esfuerzos desarrollados por muchos colegas que han estudiado al manatí antillano en la región del Caribe mexicano, en las áreas protegidas (AP) de la península de Yucatán. Agradezco su trabajo y espero que este análisis aliente nuevos y mejores esfuerzos de manejo para la conservación de manatí antillano en las AP. Agradezco a los directores de las reservas evaluadas y a la CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) por su franca colaboración. A las comunidades presentes dentro de las AP por dar su opinión en las entrevistas, lo que representó un importante aporte a este trabajo.

Al Doctor Benjamín Morales Vela, por su valioso apoyo, acompañamiento, tiempo, esfuerzo, sus consejos y enseñanzas brindadas durante el desarrollo de este trabajo, mi estancia en el posgrado y desarrollo profesional. A la Doctora Carmen Pozo de la Tijera, el Doctor Alejandro Ortega Argueta y el Doctor León David Olivera Gómez, por su valioso apoyo, tiempo, esfuerzo y enseñanzas brindadas durante el desarrollo de este trabajo. mi estancia en el posgrado y desarrollo profesional.

A los Sinodales por su tiempo, su apoyo en la revisión del presente trabajo, y sus valiosas aportaciones a este trabajo de investigación.

A ECOSUR (El Colegio de la Frontera Sur) por brindarme las bases y herramientas necesarias para mi desarrollo profesional y la realización de este trabajo de investigación.

A CONACyT por brindarme la beca nacional de posgrado, mediante el Programa Presupuestario de Becas de Posgrado y Apoyos a la Calidad, que me facilitó mi desarrollo profesional y el buen desarrollo de esta investigación.

Tabla de contenido

Dedicatoria	2
Agradecimientos	3
Resumen.....	5
Capitulo I. Introducción	6
Capitulo II. Assessing the management effectiveness of protected areas for the conservation of manatees on the Yucatán Peninsula, México	10
Capitulo III. Discusión y Conclusión	36
Capitulo IV. Recomendaciones	39
Capitulo V. Referencias bibliográficas	41
Anexo de Cuadros	45
Anexo de Figuras	48

Resumen

Se evaluó la efectividad en el manejo de tres áreas protegidas (AP) dirigido a la conservación del manatí Antillano (*Trichechus manatus manatus* Linnaeus 1758), ubicadas en el Caribe mexicano. Particularmente se trabajó en el Área de Protección de Flora y Fauna de Yum-Balam (YB), la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (SK) y la Reserva Estatal Santuario de Manatí Bahía de Chetumal (BCH). Se evaluó el nivel de conocimiento, de investigación, las acciones de conservación y el grado de inclusión del manatí en los esquemas de manejo de estas AP.

Se desarrollaron cuatro criterios generales, 12 criterios específicos y 62 indicadores. Se aplicaron 199 entrevistas enfocadas a obtener la percepción de los impactos sociales, económicos y de conservación del manatí en siete comunidades de estas AP.

Se considera que las reservas evaluadas no son totalmente comparables entre sí, por sus diferentes categorías, esquemas de trabajo, poblados presentes, dinámicas y conflictos encontrados. Sin embargo, se hizo la comparación en este trabajo como ejercicio académico y de diagnóstico y para mostrar las diferencias o similitudes en la conservación de manatí de las AP evaluadas.

Se desarrolló una escala arbitraria, asociada a los cuatro criterios generales y sus específicos, para definir el nivel de efectividad de cada AP evaluada. Se encontró que el AP con mayor efectividad en el manejo para la conservación de manatí fue la BCH con un 71%, seguido de SK con el 53% y de YB con el 43% de efectividad.

Se considera que el enfoque de la evaluación de las especies prioritarias para conocer la efectividad de las AP en el manejo, facilitó comprender las dinámicas y proponer recomendaciones a las AP, orientadas a mejorar la conservación de especies prioritarias.

Palabras clave: Conservación de manatí, áreas protegidas, Santuario del Manatí Bahía de Chetumal, Sian Ka'an, Yum-Balam.

Capítulo I. Introducción

El manatí (*Trichechus manatus*) se encuentra clasificado como Vulnerable en la Lista Roja de la IUCN (Deutsch *et al.* 2008). Se reconocen dos subespecies: la subespecie Antillana (*Trichechus manatus manatus*) presente desde México, Centroamérica, hasta la costa norte de Brasil en América del Sur, incluyendo las Antillas mayores y Trinidad y Tobago; y la subespecie de la Florida (*Trichechus manatus latirostris*) presente sólo en la costa este de EUA (Reynolds y Odell 1991). El manatí Antillano (*T. m. manatus*) está reconocido como en Peligro de Extinción en la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT 2010) y en la Lista Roja de la UICN (Deutsch *et al.* 2008).

La Península de Yucatán tiene una de las poblaciones más importantes de manatíes en México, estimada en 200 a 250 manatíes la cual está concentrada particularmente en 4 zonas, de mayor a menor abundancia que son: a) Bahía de Chetumal y costa de Xcalak-Mahahual en la frontera con Belice; b) la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (SK); c) el área de caletas y cenotes entre las ciudades de Playa del Carmen y Tulum; y d) Lagunas de Yalahau y Chacmochuch ubicadas al noreste de la península de Yucatán (Morales-Vela & Olivera-Gómez 1997; Morales-Vela *et al.* 2000; Morales-Vela & Padilla-Saldívar 2009). Estas áreas son parte de tres áreas protegidas (AP); la reserva estatal Santuario del Manatí Bahía de Chetumal (BCH), que fue decretada por el gobierno estatal de Quintana Roo en 1996 (PO-QR 2008); SK, que es una AP federal ubicada en la costa central de Quintana Roo, creada en 1986 (SIMEC 2016b), y el Área de Protección de Flora y Fauna de Yum-Balam (YB) que es un AP federal ubicada en la costa norte de Quintana Roo (SIMEC 2016a). En estas AP el manatí es una especie prioritaria.

En México, la agencia federal a cargo de la gestión de las AP federales es la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP), que ha desarrollado diferentes estrategias para conservar los ecosistemas más representativos de México y su biodiversidad, con programas de gestión y programas de acción específicos para proteger a las especies en peligro de extinción (Muzquiz-Villalobos y Pompa-Mansilla 2018). Su importancia es tal, que las AP son consideradas como la piedra angular de las estrategias nacionales e internacionales para la conservación de la biodiversidad, destinadas a mantener los

ecosistemas, a actuar como refugios y mantener los procesos ecológicos (Dudley 2008; Leverington *et al* 2008; SEMARNAT 2018).

La IUCN define a las AP como “un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces, para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados” (Dudley 2008). Su importancia en México para la conservación de especies en alguna categoría de riesgo es bien reconocida (Bezaury-Creel & Gutiérrez *et al.* 2009), y son altamente valoradas para la conservación de los sirenios en países en vías de desarrollo (Marsh y Morales-Vela 2015).

En México, existen tres niveles de gobierno que pueden decretar un AP que son el federal, el estatal y el municipal (aunque existen otros medios para establecer áreas protegidas). De acuerdo al tipo de decreto y nivel de gobierno que las establecen, se estipula el nivel de acción legal que aplica. Las actividades que se pueden realizar se definen de acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, y los respectivos programas de manejo y los programas de ordenamiento ecológico (CONANP 2016).

En la publicación del decreto de las AP en el Diario Oficial de la Federación (DOF) se menciona que al decretar un AP se debe elaborar un programa de manejo, que es el instrumento rector que establece los objetivos, acciones de conservación, lineamientos generales de conservación, aprovechamiento, y las acciones legales de protección para la biodiversidad que se llevarán a cabo en el AP (DOF 1994). Para tener el programa de manejo se tiene un año a partir de la publicación del decreto en el DOF.

En el decreto y publicación del programa de manejo del AP, se establece que se deben realizar evaluaciones periódicas que permitan hacer los ajustes necesarios para cumplir con los objetivos planteados, con sus avances y resultados y lograr congruencia entre las acciones realizadas y las subsecuentes (DOF 1997).

La gestión de una AP implica un gran número de elementos interconectados para asegurar la sostenibilidad a largo plazo de sus valores naturales, culturales y sociales

(Cifuentes 2000; Hockings *et al.* 2000; Pomeroy *et al.* 2006). Para tomar las decisiones más apropiadas y para contrarrestar los problemas y las debilidades de la administración, es necesario hacer una evaluación periódica y objetiva de los componentes de la administración, utilizando procedimientos metodológicos estructurados, sistemáticos y secuenciales que brinden información útil para su manejo (Cifuentes 2000). La evaluación de la efectividad de la gestión se reconoce como un componente vital de la gestión proactiva de las AP, además de ser una herramienta esencial de evaluación a nivel local, regional y nacional (Hockings *et al.* 2000).

El resguardo de las especies amenazadas es parte del quehacer y declaratoria de una AP, por lo que es conveniente evaluar la efectividad de las AP en el manejo y conservación de dichas especies. En este caso se realizó una evaluación específica del manatí Antillano, que es una de las especies de prioridad nacional y de relevancia en la Península de Yucatán e importante en las APs seleccionadas.

En México, la declaración de un AP no representa la confiscación de las tierras a proteger, los propietarios de la tierra mantienen su propiedad (privada o comunitaria). Bajo este esquema, las comunidades y los propietarios deben jugar un papel central en las evaluaciones de la efectividad de las AP. Como poseedores de la tierra, se deriva que tienen fuertes vínculos culturales con ecosistemas y especies de importancia económica, ecológica y cultural. Además, son una fuente importante de información para conocer las condiciones locales y sus perspectivas (Aragones *et al.* 2012). Esta información se puede obtener a través de entrevistas, que se definen como una conversación con un propósito (Ortega-Argueta *et al.* 2012). La técnica de entrevista es una forma práctica y económica de incluir la perspectiva de las personas locales y evaluar sus relaciones con la especie objetivo de conservación (Ortega-Argueta *et al.* 2012).

Para evaluar la efectividad en la gestión de las AP se usó el método de Pomeroy *et al.* (2006) que permitió seleccionar y desarrollar criterios e indicadores naturales y sociales, basados en las características y necesidades de las AP. Este método resalta la importancia de la evaluación para cumplir los objetivos y metas de las AP. Para evaluar la efectividad del programa de manejo de las AP, se usó el modelo de Rivera y Monte

(2011), que ofrece indicadores y criterios de evaluación. Con lo anterior, se desarrolló la evaluación de la efectividad en el manejo dirigido a la conservación del manatí.

Se aplicaron 62 indicadores para la evaluación, 19 indicadores seleccionados de Pomeroy *et al.* (2006), 10 indicadores seleccionados de Rivera y Monte (2011), y 33 fueron creados para esta evaluación, basados en el marco de referencia de Pomeroy *et al.* (2006), y Rivera y Monte (2011). Los indicadores se distribuyeron en 12 criterios específicos y se agruparon en cuatro criterios generales. Además, para la evaluación, fue necesario trabajar con diferentes fuentes de información, ya que se realizaron registros gubernamentales, periódicos oficiales, documentos científicos, informes técnicos, estadísticas oficiales, comunicaciones personales y entrevistas dirigidas a los participantes clave de cada AP. Todos estos recursos tenían como objetivo obtener información que no podía ser accesada por otros medios. Estos criterios, indicadores y entrevistas fueron desarrollados para este propósito.

Las AP seleccionadas fueron; 1) El Área Protegida de Yum-Balam (YB), zona importante para la especie por ser un punto que favorece la conectividad entre las poblaciones de manatíes del Caribe con el Golfo de México (Morales-Vela *et al.* 2003; Nourisson *et al.* 2011, Landero *et al.* 2014), 2) la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (SK), con presencia importante de hembras con crías (Morales-Vela y Olivera-Gómez 1997; Landero *et al.* 2014), y 3) la Reserva Estatal Santuario del Manatí Bahía de Chetumal (BCH), que concentra a la mayor población de manatíes en la península de Yucatán y que, junto con Belice, concentran a la mayor población de manatíes en la región del Caribe (Morales-Vela y Padilla-Saldívar 2009).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad del manejo en la conservación del manatí Antillano en las tres AP seleccionadas. La efectividad del manejo es considerada como el conjunto de acciones basadas en las aptitudes, capacidades y competencias particulares, que permiten cumplir satisfactoriamente la función para la cual fue creada el AP (Izurieta 1997), en este caso, la capacidad de las AP en conservar al manatí antillano y su entorno.

Capitulo II. Assessing the management effectiveness of protected areas for the conservation of manatees on the Yucatán Peninsula, México.



Assessing the management effectiveness of protected areas for the conservation of manatees on the Yucatán Peninsula, México.

Journal:	<i>Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems</i>
Manuscript ID	Draft
Wiley - Manuscript type:	Research Article
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	Robles Herrejón, Juan; ECOSUR Unidad Chetumal Morales-Vela, Benjamín; ECOSUR Unidad Chetumal Ortega-Angueta, Alejandro; ECOSUR Pozo, Carmen; ECOSUR Unidad Chetumal Olivera-Gómez, León; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Broad habitat type (mandatory) select 1-2:	coastal < Broad habitat type, estuary < Broad habitat type
General theme or application (mandatory) select 1-2:	Marine Protected Area < General theme or application, endangered species < General theme or application
Broad taxonomic group or category (mandatory, if relevant to paper) select 1-2:	mammals < Broad taxonomic group or category
Impact category (mandatory, if relevant to paper) select 1-2:	

SCHOLARONE™
Manuscripts

Assessing the management effectiveness of protected areas for the conservation of manatees in the Yucatán Peninsula, México.

Juan Carlos Robles Herrejón¹, Benjamín Morales-Vela^{1*}, Alejandro Ortega-Argueta², Carmen Pozo¹, León David Olivera-Gómez³.

¹ El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad Chetumal, Chetumal, Quintana Roo, México.

² El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad San Cristóbal, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

³ Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, Tabasco, México.

1 Abstract

2 1- This study evaluated the management effectiveness of three protected areas (PAs) for
3 the conservation of the Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus* Linnaeus
4 1758), located in the Yucatan Peninsula, Mexico. The PAs evaluated were the Flora
5 and Fauna Reserve of Yum-Balam (YB), the Biosphere Reserve of Sian Ka'an (SKBR),
6 and the Manatee Sanctuary-Bahía de Chetumal (BCH). The level of local, traditional,
7 popular and scientific manatee knowledge was evaluated. In addition to the level of
8 research, the conservation actions and the degree of inclusion of the manatee species
9 in the management schemes of these PAs were assessed.

10 2- Four general criteria, 12 specific criteria, and 62 indicators were developed. One
11 hundred ninety-nine interviews were completed and focused on obtaining the
12 perception of the social, economic and conservation impacts of the manatee in seven
13 communities of these PAs.

14 3- The evaluated PAs were not wholly comparable among them due to their different
15 management categories, work schemes, the existing villages, and the dynamics and
16 conflicts encountered. Nevertheless, to show the differences or similarities in the

manatee conservation in the evaluated PAs, in the present work, a comparison was made using standardized criteria.

4- An arbitrary scale was developed to define the level of effectiveness of each evaluated PA. It was found that the PA with the highest management effectiveness in manatee conservation was BCH with 71%, followed by SKBR with 53% and finally YB with an effectiveness of 43%

5- The application of the evaluation of priority species approach to know the effectiveness of the PAs in the management facilitated understanding the dynamics and proposed recommendations for the PAs.

Keywords: Manatee conservation, protected area, Manatee Sanctuary-Chetumal Bay, Sian Ka'an, Yum-Balam.

1. Introduction

The manatee (*Trichechus manatus*) is listed as Vulnerable in the Red List of the IUCN (Deutsch et al., 2008). Two subspecies have been identified: the Antillean subspecies (*Trichechus manatus manatus*), which can be found from Mexico and Central America to the north coast of Brazil, in South America; and the subspecies from Florida (*Trichechus manatus latirostris*), which is only present on the east coast of the USA (Reynolds & Odell 1991). The Antillean manatee is also listed as Endangered in the national list of threatened species (SEMARNAT, 2010).

The Yucatan Peninsula (YP), on its eastern coast, sustains one of the most important manatee populations in México. There is an estimated number of 200 to 250 individuals concentrated mainly in four areas, from higher to lower abundance: a) Chetumal Bay and Xcalak -Mahahual coast in the border with Belize, b) the Biosphere Reserve of Sian Ka'an (SKBR), c) the area of coves and coastal springs between the cities of Playa del Carmen and Tulum, and d) Yalahau and Chacmochuch lagoons located northeast of the YP (Morales-Vela & Olivera-Gómez, 1997; Morales-Vela et al., 2000; Morales-Vela & Padilla-Saldivar, 2009). These areas are part of three protected areas (PAs): Chetumal Bay-Manatee Sanctuary (BCH), which was decreed by the state government of Quintana Roo in 1998 (PO-QR, 2008); SKBR, which is a federal PA located on the central coast of Quintana Roo, created in 1988 (SIMEC, 2016b); and the protected area of Yum-Balam (YB), which is a federal PA located on the northern coast of Quintana Roo (SIMEC, 2016a). In these PAs, the manatee is considered a priority species for management (SEMARNAT/CONANP, 2010; SEMARNAT, 2018).

PAs are considered the cornerstone of national and international strategies for biodiversity conservation, intended to maintain ecosystems, act as a refuge and maintain ecologic processes (Dudley, 2008; Leverington et al. 2008; SEMARNAT, 2018). They are also considered a crucial strategy for the conservation of species listed as threatened (Bezaury-Creel & Gutiérrez et al., 2009). PAs also have a crucial role in the conservation of Sirenians in developing countries (Marsh & Morales-Vela, 2012). In Mexico, the federal agency in charge of the management of the federal PAs is the National Commission of Protected Areas (CONANP), which developed different strategies to conserve the most

representative ecosystems of Mexico and their biodiversity, with management programs and focused action programs to protect the endangered species (Muzquiz-Villalobos & Pompa-Mansilla, 2018).

The management of a PA involves a large number of interconnected elements to ensure the long-term sustainability of their natural, cultural and social values (Cifuentes, 2000; Hockings et al., 2000; Pomeroy et al., 2006). To make the most appropriate and timely decisions and to counteract management problems and weaknesses, a periodic and objective evaluation of the management components is necessary, using structured, systematic and sequential methodological procedures that provide useful information (Cifuentes, 2000). The management effectiveness evaluation is recognised as a vital component of pro-active PA management and is an essential tool of evaluation at the local, regional, national and international levels (Hockings et al., 2000; Pomeroy et al., 2006; Rivera & Monte, 2011; Bottrill & Walsh et al., 2011).

It is necessary to assess the effectiveness of PAs in the management of threatened species, to which great conservation efforts and funds are destined, to validate the adequate use of the financial resources, the design of the strategies to be carried out, the actions generated and the reach of the efforts made to achieve its management objectives, as is the case for manatee conservation (Ortega-Argueta & Contreras-Hernández, 2013). It is necessary to conduct a specific evaluation of the Antillean manatee management in PAs, which is one of the national endangered species and for which priority conservation efforts have been implemented (SEMARNAT/CONANP, 2010; SEMARNAT, 2018).

In Mexico, the declaration of a PA does not represent the confiscation of the lands to be protected. The owners of the land maintain their property rights (private, ejido or community). Under this agreement, the communities and owners can play a central role in assessing the effectiveness of the PAs. As possessors of the land, they have strong cultural bonds with ecosystems and species of economic, ecological and cultural significance. Landowners are also a significant source of information related to local conditions and their perspectives (Aragones et al., 2012). This information can be obtained through interviews, which were defined as a conversation with a purpose

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
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

89 (Ortega-Argueta et al., 2012). The interview technique is an inexpensive and practical way
90 to include local people's perspectives and evaluate their relations with a conservation
91 target (Ortega-Argueta et al., 2012).

92 This work was focused on evaluating the management effectiveness for the conservation
93 of the manatees in the PAs of YB, SKBR, and BCH. Management effectiveness is
94 considered the combination of actions based on particular aptitudes, abilities and
95 competencies that allow for satisfactorily achieving the function for which the PA was
96 created (Izurieta, 1997), which in this case is the ability of the PAs to conserve the
97 Antillean manatee and its environment.

98 2. Materials and methods

99 2.1. Multicriteria analysis

100 To evaluate the management effectiveness of the PAs, the method proposed by Pomeroy
101 et al. (2006) was used, which allowed the selection and development of multiple criteria
102 and environmental and social indicators based on the management characteristics and
103 necessities of marine protected areas (MPAs). This method highlights the importance of
104 evaluation to achieve the objectives and goals of the MPA. To evaluate the effectiveness
105 of the implementation of the management program of the PAs, the model of Rivera and
106 Monte (2011) was used, which offers indicators and criteria with a local vision of the work
107 schemes of PAs in Mexico. These two combined methods allowed for the management
108 effectiveness evaluation for the conservation of the manatee to be developed.

109 Sixty-two indicators were applied for evaluation, including 19 indicators selected from
110 Pomeroy et al. (2006), 10 indicators selected from Rivera and Monte (2011), and 33
111 indicators that were created for this evaluation, based on the reference framework of
112 Pomeroy et al. (2006) and Rivera and Monte (2011). The indicators were distributed into
113 twelve specific criteria and grouped into four general criteria (Table 1). Furthermore, for
114 the evaluation, it was necessary to work with different information sources, such as
115 government records, official newspapers, scientific papers, technical reports, official
116 statistics, personal communications and interviews applied to the key participants of each

of the PAs. Criteria, indicators and interviews were developed for the purpose of this research.

2.2. Protected areas

The methodological framework was applied to three PAs: BCH, SKBR and YB. These PAs represent key priority areas for manatees in the Yucatan Peninsula. It is important to clarify that only the BCH included specific objectives for managing manatees within the management program. The two other federal PAs only mention general objectives to manage and conserve marine biota and their ecosystems.

The YB protected area

Located in the north of Quintana Roo, YB was declared as a federal PA in 1994 with the official category of Protected Area for Flora and Fauna. In 2004, a RAMSAR site was declared. It has a total area of 154,052.25 hectares, of which 52,307.62 hectares is inland areas and continental waters, and 101,744.63 hectares is marine waters. It has a human population of 2,957 inhabitants concentrated in Holbox and Chiquilá villages, principality (INEGI, 2010). Recently, this reserve has published its first Management Program.

This PA is relevant for manatees because they have been historically present (Morales-Vela & Olivera-Gómez, 1997, Morales-Vela et al., 2003). In addition, it plays a role as a natural coastal marine corridor that may promote the movement of some individual migrants between the two populations of manatees that have been genetically identified in Mexico, one in the Gulf of Mexico and the other in the Caribbean Sea (Nourisson et al., 2011). The YB PA covers approximately 21% of the distribution area of manatees at the state level.

Sian Ka'an Biosphere Reserve (SKBR)

SKBR is located on the central eastern coast of Quintana Roo. It was declared a state PA in 1986, and in 2000, it was ratified as a Federal Reserve under the category of Biosphere Reserve. Additionally, it has been a World Heritage since 1987, the Man and Biosphere Reserve (MaB) since 1987, and the RAMSAR site since 2003. It has a total area of

1
2
3 144 528,147.66 hectares, of which 375,011.87 hectares is terrestrial and continental waters,
4
5 145 and 153,135.79 hectares is marine waters. This PA has an estimated human population
6
7 146 of 634 inhabitants (INEGI, 2010). Punta Allen and Punta Herrero, two fisheries villages,
8
9 147 are the only two communities inside the reserve, one in each bay (Figure 1). SKBR has a
10 148 management program that was published in January 2015 (SIMEC, 2016b).

11
12
13 149 The two bays inside of the reserve have a continuous presence of manatees, including
14
15 150 females and calves. (Morales-Vela & Olivera-Gómez, 1997; Landero et al., 2014).
16
17 151 Furthermore, this manatee population had a genetic mixture of the manatees present in
18
19 152 the southern coast of Quintana Roo and in the Gulf of México (Nourisson et al., 2011;
20 153 Landero et al., 2014). The PA covers 32% of the manatee known distribution area at the
21 154 state level.

22 23 24 155 Chetumal Bay Manatee Sanctuary (BCH)

25
26
27 156 This site is located in the southern portion of the State of Quintana Roo. It was declared
28
29 157 a state-owned PA in 1996 under the category of Ecological Conservation Area, which
30
31 158 changed in 2008 to State Reserve Manatee Sanctuary-Chetumal Bay. It has a total area
32 159 of 277,733.66 hectares (PO-QR, 2008), with an estuarine-marine area of approximately
33
34 160 180,000 hectares and a land area of approximately 101,320 hectares (Camarena-Luhrs
35
36 161 & Lara-López, 2009). Its management program was published in June 2008. There are
37 162 seven communities present in this PA, including the City of Chetumal, which is located
38
39 163 near the border with Northern Belize (Figure 1) (PO-QR, 2008).

40
41
42 164 The BCH reserve contains the most significant population of manatees of the Yucatán
43
44 165 Peninsula, and together with Belize and Guatemala, it represents the largest manatee
45
46 166 population of the Caribbean Region (Morales-Vela et al., 2000; Morales-Vela & Padilla-
47 167 Saldívar, 2009). This PA covers 38% of the manatee known distribution at the state level.

48 49 168 Interviews

50
51
52 169 Structured face-to-face interviews were conducted with key participants, such as settlers
53
54 170 and users or potential users of manatees, understanding that users are those who make
55
56 171 non-extractive use of manatees, such as tourism, PA staff, researchers and NGOs that

work in the PA. For the settlers and users, a sampling of quotas was carried out (Bernard, 2012), which consists of establishing sampling layers when choosing those individuals who have more extensive knowledge about manatees and about PAs. The questionnaires for the interviews had four sections: section "A" about the generalities of the reserve that was applied to all the participants, as well as three specific sections as complements, section "B" for the specific users; section "C" for the researchers and NGOs, and section "D" for the PA staff.

For the staff of the PA, researchers and NGOs, the snowball sampling technique (Bernard, 2012) was applied, which consists of locating a first focal individual, conducting the interview and, at the end, asking the interviewee to suggest another person who may also possess critical knowledge. This process was then repeated with each interviewee (Martínez-Salgado, 2012). One hundred ninety-nine interviews were conducted in seven communities: four in BCH, two in YB, and one in SKBR.

The criteria and indicators of each PA were analysed separately. For each indicator, a numeric value from 0 to 1 was given to use quantitative scores. The value of the indicators was determined with the following ratings scales, according to the answer obtained: a) Not Determined= 0, Determined= 1; b) Absent= 0, Low= 0.3, Intermediate= 0.7, High= 1; c) No= 0, Yes= 1; d) Bad= 0, Good= 1; e) Absent= 0, Initial= 0.3, Advanced= 0.7, Final= 1. The value for each specific criterion was obtained by averaging its corresponding indicators. The value for each general criterion was obtained by averaging the corresponding specific criteria (Table 1). The final percentage of each PA evaluated was obtained by averaging the four general criteria. With this integrated percentage, it was possible to measure a score of the effectiveness of each of the PAs. A level and percentage scale was arbitrarily elaborated to define the level of effectiveness of each PA evaluated (Rivera & Monte, 2011).

3. Results

3.1. Chetumal Bay Manatee Sanctuary (BCH)

199 Biological information criteria: BCH has a relatively high level of research. The distribution,
200 abundance, population structure and the different aspects of the use of the manatees'
201 habitat are well known (Figure 2).

202 Management program criteria: It focuses on the conservation of the manatee and its
203 habitat. BCH includes conservation actions towards this species, although there is a
204 moderate dissemination of information regarding the manatee and low amount related to
205 other existing species. Consequently, 58% of the residents interviewed know nothing
206 about the PA, and the other 42% of the residents interviewed know only the name of the
207 PA but nothing else about the reservation, and the users or potential users know the name
208 of the PA and some of the limits and restrictions of the PA.

209 The BCH has a monitoring program for the manatee implemented by CONANP that has
210 been working together with research centres located in Chetumal City. Monitoring is not
211 constant, although it is systematic. Currently, satellite tracking is used to monitor one
212 manatee orphan rescued 15 years ago. Overall, most of the information on manatees and
213 the reserve is not up to date, nor is the management program (Figure 2).

214 Socioeconomic criteria: opportunistic tourism activities based on manatee watching are
215 performed on a low scale. It presents a low value related to the use and an intermediate
216 value not associated with the use (cultural). The residents have an intermediate level of
217 knowledge on the manatee; local knowledge derives more from the cohabitation with the
218 species and its observation, rather than from dissemination of the knowledge generated
219 by local scientists (Figure 2).

220 Governance criteria: there are some conflicts between the manatee population and the
221 communities' residents inside of the manatee sanctuary. The existing conflicts are related
222 to restrictions on the use of local natural resources, such as fishing, logging, wildlife
223 hunting, and disagreements with communities and manatee sanctuary staff due to poor
224 communication.

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
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

225 The BCH receives little national (federal and state) and international funding and some
226 specific support for the conservation of manatees. Furthermore, the manatee sanctuary
227 does not enough staff, and the key factor attributed to this is a lack of funding.

228 The knowledge of the residents on the existing regulations, norms and legislation that
229 protect the manatee is low, and the application of this regulation inside the PA is low as
230 well. There are no community organizations that may conduct conservation actions
231 towards manatee conservation. Although some groups within the communities try to use
232 the manatee for tourism purposes, few and small organizations that discreetly perform
233 this activity are already present (Figure 2).

234 3.2. Sian Ka'an Biosphere Reserve (SKBR)

235 Biological information criteria: This protected area has an intermediate research level,
236 although concerning the manatee, little systematic research has been performed. Indeed,
237 basic information is known about the species biology, abundance, population structure,
238 distribution and use of the habitat (Figure 2).

239 Management program criteria: It does not contain specific management actions focused
240 on the conservation of manatees, although it is involved indirectly in the different
241 conservation and management issues present in the program. Nevertheless, the
242 conservation, dissemination and research actions towards the species inside the SKBR
243 are still low. A total of 100% of the residents interviewed know about the PA and its
244 location, although they do not know much about the work performed inside of the reserve
245 by staff and CONANP and are only slightly involved. SKBR does not have a specific
246 manatee monitoring program; currently, some non-systematic monitoring is being
247 performed in certain areas of SKBR, and some records on the species distribution inside
248 the PA are present (Figure 2).

249 Socioeconomic criteria: Some cooperatives organize tourism activities, which include
250 observation of the manatee; during boat trips, it is sometimes possible to observe
251 manatees. Throughout the interviews, it was possible to know that the tourism and fishing
252 cooperatives have an internal agreement that implies not using the manatee for tourist

253 purposes because the presence and harassment of the boats causes an alteration in the
254 behaviour of the manatee and could make them change their places of regular use in the
255 reserve. This perception of adverse affectation to the manatees needs to be investigated.
256 The agreement is not respected by all cooperatives, as it adds more value to tourism
257 services. However, manatee observation has a low tourism value due to the difficulty in
258 spotting individuals and, in some ways, due to the existing agreement.

259 This area has an intermediate value not associated with its use (cultural), and residents
260 have an intermediate level of knowledge regarding the manatee that derives more from
261 the cohabitation and observation of the species than from the minimal spreading of the
262 scientific knowledge generated in the reserve. The area is exposed to increasing manatee
263 watching activities, which have to be taken into account for the manatee conservation
264 (Figure 2).

265 Governance criteria: different conflicts exist in this reserve; conflict is present among users
266 or possible users on the use of the manatee for tourism activities, as according to local
267 agreements, this activity is forbidden. Conflicts exist between the PA authorities and the
268 local communities due to the scarce inclusion of people in the PA activities, to the lack of
269 communication, in addition to the existing restrictions on housing and basic services
270 improvement and on the use of natural resources.

271 SK receives national and international funding for being a biosphere reserve and other
272 international categories; this allows the reserve to access other sources of financing.
273 However, there is low specific support for the conservation of the manatee. The PA does
274 not have enough staff to satisfy its operational needs.

275 The knowledge that the user has on the norms and legislation that protect the manatee is
276 low, and there is no application of the legislation inside the PA. No community
277 organizations exist to carry out conservation actions towards the manatee, although they
278 do exist for tourist use. Indeed, some groups organize tours for manatee watching inside
279 of the reserve (Figure 2).

280 3.3. YB

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
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

281 Biological criteria: This protected area has an overall intermediate research level and a
282 low level concerning the manatee, as only a few things are known locally about the
283 species biology (abundance, population structure, distribution and use of the habitat)
284 (Figure 2).

285 Management program criteria: Few conservation, management, spreading and research
286 actions have been performed towards the species inside the YB; residents know the PA
287 and its location, although they do not know much about the work performed inside of the
288 reserve and are only slightly involved. YB states in its recently published management
289 program that monitoring priority species and risk factors will be performed; currently, few
290 non-systematics monitoring are being performed by local NGOs in some areas of YB, and
291 some records on the species distribution inside YB are present (Figure 2).

292 Socioeconomic criteria: Tourism that involves direct observation of the manatee and
293 opportunistic tourism takes place in the YB. This economic activity has a low value to the
294 user and an intermediate value not associated with the use (cultural). Residents'
295 knowledge of the manatee is intermediate and obtained from being an important food
296 source for many years, the cohabitation and observation of the species, and the spreading
297 of a local NGO. There is little dissemination of the scientific knowledge generated in the
298 PA. YB has the highest tourism and fishing pressure of the three evaluated reserves, and
299 some bad practices are carried out, such as the use and dragging of nets, which affect
300 biodiversity conservation and thus the manatee (4 and Figure 2).

301 Governance criteria: there is a conflict regarding the use and dragging of nets in Yalahau
302 Lagoon, which is part of the manatee's distribution area inside YB. Fishing nets are indeed
303 known for being the main reason for manatee deaths in the past (Morales et al., 2003).
304 The reserve management and the local communities have some conflicts: one is due to
305 the communities that do not feel included in the PA activities; the restrictions for the fishers
306 causes another conflict. In the terrestrial area, a conflict of interest exists regarding the
307 use of communal land. All of these conflicts are attributed to a lack of effective
308 communication between communities and YB authorities and to the absence of the
309 reserve staff in the area during several periods of different conflicts.

YB receives national and international funds for being an area that is protected by the federal government; however, there is limited support for manatee conservation, with few local NGOs operating those limited funds, in collaboration with academic groups.

YB does not have enough staff to satisfy its operational needs. The knowledge they have on the regulations, norms and legislation that protect the manatee is low, and there is no enforcement inside YB. Only one community organization exists that carries out some conservation actions towards the manatee; for tourism, few tour services offer manatee watching inside of the reserve (Figure 2).

The PA with the highest management effectiveness for manatee conservation was BCH with 71%, followed by SKBR with 53%, and finally YB with 43% (Figure 2). None of these reserves reached the level of Excellent.

4. Discussion

The three evaluated reserves showed the same trend concerning their issues related to manatee conservation management, the lack of work, the lack of communication with the authorities, the lack of agreements with the residents and the poor implementation and enforcement of conservation actions. These problems affect manatee conservation actions, as illegal and forbidden practices are carried out inside the reserves. It is necessary to solve the lack of dialogue and work together with the communities present inside of the PAs. This would improve the effectiveness of the management and conservation of the manatee and its habitat.

BCH has a good effect on the management of manatee conservation; the work with the species is positive, although slow. It is necessary to work on the management program to promote research and socioeconomic development in the area.

SKBR presents intermediate effectiveness in the conservation of manatees despite having strong tourism pressure towards the species. Furthermore, tourism service providers affirm that manatee sightings have decreased, which leads them to believe that the existing populations are moving away from the reserve. This perception needs to be evaluated through manatee population monitoring. There are few conservation and

research actions towards the manatee in the area, and manatee knowledge has been scarcely spread. Around the world, PAs are under increasing human pressure to use resources, and tourism activities represent a significant challenge for wildlife managers (Sorice et al., 2006).

YB has intermediate effectiveness that is almost low; the work conducted with the manatee is low. Bad practices and the lack of agreements and inclusion of the residents in the management of the PA complicate the conservation efforts towards the manatee and governance.

The interviews showed that the community of Holbox has a strong cultural bond with the manatee, as it was an alternative food source for the community many years ago before being declared as a PA. This traditional hunting of manatees was also reported by Morales-Vela et al. (2003). During the development of the manuscript, the management program of YB was published; it can be observed that the manatee is considered a priority species, and the observance of norms and current laws in environmental and biodiversity conservation is promoted.

It is crucial to strengthen the change towards manatee conservation that has already started in YB, taking advantage of the historical presence of the manatee in the area and the historical tradition of direct use of the resource, which has now strengthened conservation actions (Morales-Vela et al., 2003).

The program points out, in a general way, the actions towards emblematic or priority species, including the manatee. However, it is important to mention that more than half of Yalahau Lagoon is located inside the sustainable use subzone, and there is no reference on the control or prohibition of the use of nets in the lagoon. It has been mentioned that "currently the main threat for the manatee is the fishing nets located in its distribution area" (CONANP, 2018); this was indeed identified as one of the principal causes of the decrease in the manatee population in the past (Morales-Vela et al., 2003). However, it is expected that this new program will support more research activity about basic biological aspects of the manatee (abundance, distribution, and structure of the population) necessary to generate specific conservation actions for this species in the area. Additionally, the laws

367 and regulations to control the risk factors for manatees such as the use of nets inside of
368 Yalahau Lagoon should be enforced.

369 In the three protected areas, the rules and laws that safeguard manatees are applied
370 loosely to avoid potential conflicts with residents. However, at the moment, the magnitude
371 of risk for manatees is entirely different between each of them, being higher in YB.

372 In a workshop on Sirenia sponsored by the International Marine Conservation Conference
373 held in Washington, D.C., in May 2009, experts from 18 countries worldwide identified 11
374 characteristics that the PA must have to reduce the risk to sirenians and improve its
375 conservation in developing countries (Marsh & Morales-Vela, 2012). Some of these
376 characteristics have been considered in the present study, such as the need to include
377 local knowledge, specific goals towards sirenians in the management programs of the
378 PAs, and the need for a combined effort of the government (PA), NGOs, local
379 communities, and researchers. In this sense, it is expected that this work might be useful
380 for other countries where manatees are present in PAs to evaluate their effectiveness in
381 the conservation of sirenians. This evaluation applies to other priority species as well.

382 5. Recommendations

383 For BCH, an updating of the management program and of the technical information that
384 supports it is required. It is also necessary to improve the relationship between the PA
385 and the communities present in BCH. Strengthening the spreading of the activities carried
386 out in the PA as well as knowledge on manatee ecology and involvement of the
387 communities in the PA activities should be the baselines to achieve better management
388 of the biodiversity conservation.

389 For SKBR, it is suggested that the relationships with the existing communities be
390 improved. Regulation of the construction of tourism centres inside the PA and support for
391 the development of programs to increase the life quality of the local communities present
392 in SKBR are recommended. As mentioned for the previous reserve, in SKBR, a higher
393 spreading of the work carried out should be performed.

394 For YB, the prohibition of the use and dragging of nets inside Yalahau Lagoon is
395 recommended. Improving the relationships with the existing communities and regulating
396 massive tourism are warranted. Regulating the construction of tourism centres inside the
397 PA and increasing the programs to generate a better quality of life of the communities
398 inside and around the YB are recommended. There must be a control of tourism
399 associated with manatees, and research should be conducted on the possible impact that
400 this activity could generate. Increasing the spreading of the work carried out in the PA in
401 general is needed. Involving the communities in the PA activities, considering them as the
402 basis, will help to achieve better management of biodiversity conservation.

403 Regarding the presence of users who perform or wish to observe manatees in the
404 reserves, first, the authorities must evaluate the possible adverse effects on manatee
405 behaviour associated with watching manatees. It is important to consider the experience
406 provided by users in SKBR, which repeatedly mentioned that the pressure towards the
407 manatee generated by the presence of boats is high, which agrees with the high impact
408 that these activities are having on the manatee. If this activity needs to be authorized, it
409 will be necessary to implement a rigorous scheme of "best conservation practices" for the
410 observation of manatees that reflect the conservation objectives of the reserves and
411 include the aspirations and livelihood of the local communities for effective conservation.
412 However, in the face of the lack of information and lack of community-based good
413 organization, any preventive measures should be taken by the authorities, including the
414 application of the precautionary principle. As mentioned before, it is essential to consider
415 that these three reserves are critical habitats for the conservation of the manatee
416 population in the Yucatan Peninsula. Both the federal and reserve authorities should
417 consider this before implementing or offering any use schemes.

418 **Acknowledgement**

419 This work is based on the results and efforts developed by many colleagues who have
420 studied the Antillean manatee in the Mexican Caribbean region in the PAs of the Yucatan
421 Peninsula. We appreciate their work and hope that this analysis will encourage new and
422 better management efforts for the conservation of the manatees in PAs. We thank the
423 directors of the reserves and CONANP (National Commission of Natural Protected Areas)

424 for their collaboration. We also thank the communities within the PAs for giving us their
425 opinion in the interviews, which represented an essential contribution to this work. We
426 acknowledge ECOSUR for providing the media and conditions to conduct this research,
427 as well as CONACYT for the graduate scholarship to the first author. The authors claim
428 no conflict of interest with this work.

For Peer Review

Bibliographic references

- Aragones, L.V., Marmontel, M. & Kendall, S. (2012). Working with Communities for Sirenian Conservation. In: Hines, E.M., Reynolds III, J.E., Aragones, L.V., Mignucci-Giannoni, A.A., Marmontel, M. (Eds.). Sirenians Conservation: Issues and Strategies in Developing Countries. (1st ed.). Gainesville: University Press of Florida, 24, 221-227.
- Bernard, H.R. (2012). Social research methods: Qualitative and quantitative approaches. Sage. (2nd ed). pp 789.
- Bezaury-Creel, J., Gutiérrez, C.D., Remolina, J.F., Pérez, J.J., González, C.J., Betancourt N., Sánchez G. (2009). Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. In: Graf, M.S., Gómez-Pompa, A. (Eds.). Capital Natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, 9, 385-431.
- Bottrill, M.C., Walsh, J.C., Watson, J.E.M., Joseph, L.N., Ortega-Argueta, A. & Possingham, H.P. (2011). Does recovery planning improve the status of threatened species? Biological Conservation 144, 1545-1601.
- Camarena-Luhrs, T. & Lara-López, O. (2009). Áreas Naturales Protegidas de la Región. En: Espinoza, A.J., Alexander, I.G., Hernández, A.A. (Eds.). El sistema ecológico de la bahía de Chetumal/Corozal: costa occidental del Mar Caribe. ECOSUR. México. (1st ed.). Capítulo; 25, 238-248.
- Cifuentes, A. M. (2000). Medición de la efectividad del manejo de áreas protegidas. Cifuentes A.M., Izurieta V.A., & Henríquez de Faria T.H. (Eds.) : WWF:IUCN:GTZ. pp 105.
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2018). Área de Protección de Flora y Fauna Yum-Balam; Programa de Manejo. pp 252.
- Deutsch, C.J., Self-Sullivan, C. & Mignucci-Giannoni, A. (2008). *Trichechus manatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e. T22103A9356917. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T22103A9356917> [26 October 2017]

- 457 Dudley, N. (Ed.). (2008). Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de
458 áreas protegidas. Gland, Suiza: UICN. x + 98pp.
- 459 Hockings, M., Stolton, S. & Dudley, N. (2000). Evaluating Effectiveness: A Framework for
460 Assessing the Management of Protected Areas. UICN, Gland, Suiza y Cambridge,
461 RU.
- 462 INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). Población México.
463 <https://www.inegi.org.mx/> . [25 october 2017]
- 464 Izurieta, A. (1997). Evaluación de la Eficiencia del Manejo de Áreas Protegidas:
465 Validación de una Metodología Aplicada a un Subsistema de Áreas Protegidas y
466 sus Zonas de Influencia, en el Área de Conservación Osa, Costa Rica. Tesis Mag.
467 Scientiae. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- 468 Landero, M.M.; Liceaga-Correa, M.Á. & Morales-Vela, J.B. (2014). Ecological distribution
469 of manatee (*Trichechus manatus manatus*) in Bahía de la Ascensión, México.
470 Marine Mammal Science. 30; 4. pp 1581–1588. ISSN: 1748-7692
- 471 Leverington, F., Hockings, M., Pavese, H., Lemos, C.K. & Courrau, J. (2008).
472 'Management Effectiveness evaluation in protected areas – a global study.
473 Supplementary Report No1: Overview of approaches and methodologies.' The
474 University of Queensland, Gatton, TNC, WWF, IUCN-WCPA, AUSTRALIA
- 475 Marsh, H. & Morales-Vela, B. (2012). Guidelines for Developing Protected Areas for
476 Sirenians. In: Hines, E.M., Reynolds III, J.E., Aragones, L.V., Mignucci-Giannoni
477 A.A., Marmontel M. (Eds.). Sirenians Conservation: Issues and Strategies in
478 Developing Countries. (1st ed.). Gainesville: University Press of Florida, 25, 228-
479 234.
- 480 Martínez-Salgado, C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa; principios básicos
481 y algunas controversias. Ciencia y Salud Colectiva, 17, 613-619.
- 482 Morales-Vela, B. (2000). Distribución, abundancia y uso de hábitat por el manatí en
483 Quintana Roo y Belice, con observaciones sobre su biología en la Bahía de

- 484 Chetumal, México. Tesis Doctoral. D. F.: Universidad Nacional Autónoma de
- 485 México.
- 486 Morales-Vela, B. & Olivera-Gómez, L.D. (1997). Estado Actual de la Población de
- 487 manatíes en la costa norte y centro-norte del estado de Quintana Roo, México.
- 488 Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zoología, 68, 153-164.
- 489 Morales-Vela, B., Padilla-Saldivar, J. A. & Mignucci-Giannoni, A. A. (2003). Status of the
- 490 manatee (*Trichechus manatus*) along the northern and western coasts of the
- 491 Yucatán Peninsula, México. Caribbean Journal of Science 39(1):42-49.
- 492 Morales-Vela, B., & Padilla-Saldivar, J.A. (2009). Aspectos biológicos de los manatíes en
- 493 el sur de Quintana Roo. En: Espinoza J., Islebe G.A., Hernández H.A. (Eds.). 2009.
- 494 El sistema ecológico de la bahía de Chetumal / Corozal: costa occidental del Mar
- 495 Caribe. ECOSUR. Chetumal, Quintana Roo, México. 13, 115-123 pp.
- 496 Muzquiz-Villalobos, M., & Pompa-Mansilla, S. (2018). Marine mammals of Mexico:
- 497 Richness patterns, protected areas, and conservation trends. Estuarine, Coastal
- 498 and Shelf Science. 208, 153-160. ISSN 0272-7714
- 499 Nourisson, C., Morales-Vela, B., Padilla-Saldivar, J., Tucker, K. P., Clark, A., Olivera-
- 500 Gómez, L.D., Bonde, R., McGuire, P. (2011). Evidence of two genetic clusters of
- 501 manatees with low genetic diversity in Mexico and implications for their
- 502 conservation. Genetica 139(7), 833-842.
- 503 Ortega-Argueta, A., Hines, E.M. & Calvimontes, J. (2012). Using Interviews in Sirenian
- 504 Research. In: Hines, E.M., Reynolds III, J.E., Aragonés, L.V., Mignucci-Giannoni,
- 505 A.A., Mamontel, M. (Eds.). Sirenians Conservation: Issues and Strategies in
- 506 Developing Countries. (1st ed.). Gainesville: University Press of Florida, 12, 109-
- 507 115.
- 508 Ortega-Argueta, A. & Contreras-Hernández, A. (2013). Propuesta de un esquema de
- 509 seguimiento y evaluación para programas de recuperación de especies en riesgo.
- 510 Gestión y Política Pública XXII (2): 457-496.

- 1
2
3 511 Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo (PO-QR). (2008). Decreto
4 512 estatal Reserva Estatal Santuario de manatí bahía de Chetumal.
5 513 [https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/sistema_nacional/docum](https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/sistema_nacional/documentos/ANPL/QRoo/SANT-MANATI.pdf)
6 514 [entos/ANPL/QRoo/SANT-MANATI.pdf](https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/sistema_nacional/documentos/ANPL/QRoo/SANT-MANATI.pdf) [01 november 2017].
7
8
9
10
11 515 Pomeroy, R.S., Parks, J.E. & Watson, L.M. (2006). Cómo evaluar una AMP; Manual de
12 516 Indicadores Naturales y Sociales para Evaluar la Efectividad de la Gestión de
13 517 Áreas Marinas Protegidas. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. XVI +
14 518 216 pp.
15
16
17
18 519 Reynolds III, J.E. & Odell, D.K. (1991). Manatees and dugongs. Facts on File. New York,
19 520 192 pp.
20
21
22 521 Rivera, M.G. & Monte, L.P. (2011). Estado de la Investigación Evaluativa en el Caso de
23 522 las Áreas Marinas Protegidas de México. México. Centro Interdisciplinario de
24 523 Ciencias Marinas CICIMAR. Instituto Politécnico Nacional. Océánides, 26, 9-17.
25
26
27
28 524 SEMARNAT/CONANP. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/ Comisión
29 525 Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2010). Programa de Acción para la
30 526 Conservación de la Especie; manatí (*Trichechus manatus manatus*). Olivera-
31 527 Gómez, .L.D., Ortega-Argueta, A., Morales-Vela, B. & Colmenero, R.L.C. (Eds.).
32 528 México DF. Diagnostico Nacional. pp 50.
33
34
35
36
37 529 SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). Norma Oficial
38 530 Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre del 2010 en
39 531 el Diario Oficial de la Federación.
40
41
42
43 532 SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). Programa de
44 533 Acción para la Conservación de la Especie Manatí (*Trichechus manatus manatus*),
45 534 SEMARNAT/CONANP, México (Año de edición 2018).
46
47
48
49 535 SIMEC. Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación. (2016^a).
50 536 Ficha Técnica del Área de Protección de Flora y Fauna Yum-Balam.
51 537 <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=44®=9> [25 october 2017].
52
53
54
55
56
57
58
59
60

- 1
2
3 538 SIMEC. Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación. (2016b).
4
5 539 Ficha Técnica de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.
6
7 540 <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=97®=9> [25 october 2017].
8
9 541 Sorice, M.G., Shafer, C.S. & Ditton, R.B. (2005). Managing Endangered Species Within
10 542 the Use–Preservation Paradox: The Florida Manatee (*Trichechus manatus*
11 543 *latirostris*) as a Tourism Attraction. *Environmental Management*. 37(1), 69–83 DOI:
12
13
14
15 544
16
17 545
18
19
20 546
21
22 547
23
24 548
25
26
27 549
28
29 550
30
31 551
32
33 552
34
35
36 553
37
38 554
39
40 555
41
42 556
43
44 557
45
46 558
47
48 559
49
50 560
51
52 561
53
54
55
56
57
58
59
60

Table 1. General criteria (GC), specific criteria (SC), number of indicators used (IU), and indicator (IND) used for the evaluation. * Based on Pomeroy et al., 2006, ** Based on Rivera and Monte 2011. ^a Action Program for Species Conservation (PACE in Spanish)

GC	SC	IU	IND and value (each one)
Biophysics	Biology	3	Species abundance*; Population structure*; Distribution and habitat of the species* (0.33).
	Design and characteristics of the PA	6	Marine coverage of the PA; Species distribution coverage for the PA at the state level; Presence of contaminants; Areas of low or absent impact in the PA*; Areas of higher impact; Marine connection between the PA (0.17).
Management program	The condition of the management program	2	The management program is being developed or is being prepared; The management program has been published and applied in the PA (0.50).
	Goals of the management program	2	Activities of the program that directly involve the manatee; Activities of the program that indirectly involve the manatee (0.50).
	Actions with the species	7	Investigation; Spreading; Conservation actions; Monitoring level; Monitoring of risk factors; Knowledge and use of the * PACE manatee in the PA; Species recovery level (PACE)** (0.14).
Socioeconomic	Valuation of the species	6	Patterns of use of the species*; Value of the species associated with its use*; Economic impacts generated by the economic activities associated with the use of the species; Value not associated with the use or market*; Cultural importance of the species*; Knowledge on the impact generated on the species* (0.17).
	Structures and economic activities	3	Productive activities and their distribution in the PA*; Infrastructures and businesses of the communities*; Impact of the productive activities on the species* (0.33).
	Knowledge	4	Knowledge on the species; Local knowledge; Spread of scientific knowledge; Knowledge on the PA (0.25).
Governance	Conflict	5	Understanding of the regulation and management relevant to the species*; Conflict with the manatee species; Conflict with the PA; Conflicts with the residents; Conflict resolution mechanisms (0.20).
	Resources	9	Agreement of the PA**; Funding level of the PA**; Funding availability of the PA**; Availability of resources addressed to the manatee for species conservation; Availability of resources addressed to the species investigation; Availability of resources addressed to the species diffusion; Staff required and trained for the PA management**; Volunteers of the PA**; Staff of the PA that deals with eventualities with the species (0.11).
	Level of work with the species	9	Existence, contribution and application of scientific investigation*; Knowledge level of the species in the PA; Stage of the work with the species in the PA; Current information generated in the PA; Signposting in areas where the species is present**; Application of the legislation that regulates the protected area**; SIG of the species**; Environmental education program; Management level of the PA (0.11).
	Organisation	6	Community organisation for the conservation*; Community organisation for the species use*; Interactions between key participants of the PA; Community participation in the monitoring and the species conservation actions*; Spreading and disposal of the information generated about the species in the PA*; Training in the PA** (0.17).

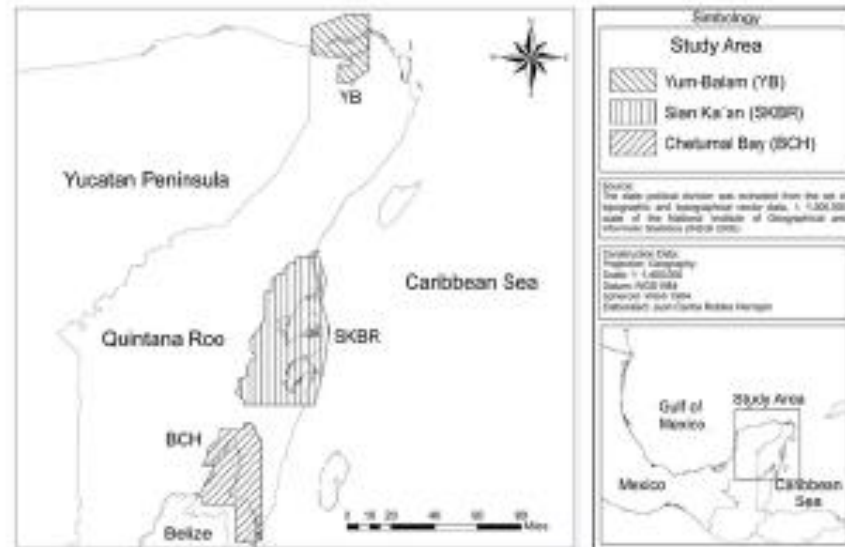


Figure 1. Study area with the location of the protected areas of YB, SKBR, and BCH in which the evaluation was conducted, in the state of Quintana Roo, Mexico.

54x36mm (300 x 300 DPI)

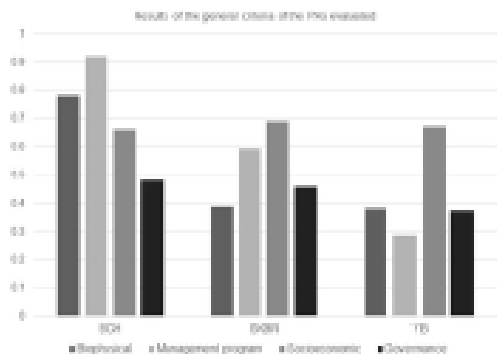


Figure 2. Comparative result of the general criteria, 1 is the best level, and 0 is the lowest level of each specific criteria

54x30mm (300 x 300 DPI)

Capítulo III. Discusión y Conclusión

Las tres reservas evaluadas mostraron una misma tendencia con respecto a sus problemas, representados principalmente en la falta de acciones de manejo para la conservación de manatí, en la falta de diálogo y acuerdos entre las poblaciones humanas y las autoridades pertinentes, y en la poca difusión sobre el conocimiento que se tiene sobre la especie entre la población. Esto necesariamente afecta las acciones de conservación del manatí al continuar realizándose prácticas prohibidas, como es el uso de redes de pesca o actividades turísticas no reguladas.

La complejidad e importancia de la relación entre los actores claves de las AP para su buen funcionamiento son reconocidas alrededor del mundo (Sobel y Dahlgren 2004). En este sentido, es necesario atender la falta de diálogo y de trabajo conjunto con las comunidades presentes en las AP. Esto mejorará la efectividad en el manejo y conservación del manatí y de su hábitat. Pomeroy *et al.* (2006) menciona que “si los usuarios están involucrados en el AP, ellos perciben que sus puntos de vista y preocupaciones están siendo considerados, lo que les da un sentido de participación real y fortalece su respaldo al manejo del AP”.

La BCH tiene buena efectividad en el manejo para la conservación del manatí, el trabajo con la especie es positivo, pero ha sido lento. Es necesario actualizar y fortalecer el programa de manejo para incentivar la investigación científica, la difusión del conocimiento y el desarrollo socioeconómico de la zona.

Por su parte, SK presenta una efectividad intermedia en la conservación de manatí a pesar de tener una fuerte presión turística sobre la especie. Además, existe la idea por parte de los prestadores de servicios turísticos que esta actividad turística está siendo negativa para el manatí, y mencionan que los avistamientos de manatí han disminuido, por lo que cree que las poblaciones presentes se están desplazando y se alejan del AP. Esta preocupación no debe subestimarse, por el contrario, debe ser evaluada a través del monitoreo de la población de manatíes. En el pasado, las caletas y cenotes ubicados entre Tulum y Playa del Carmen fueron considerados como parte de las tres áreas con mayor presencia de manatíes, además de la bahía de Chetumal y SK (Colmenero-Rolón y Zárate 1990; Morales-Vela y Olivera-Gómez 1997). Actualmente, la

caleta de Xel-ha y los cenotes de Xpu-ha y Tan-ka son sitios de intenso uso turístico y en franca competencia con los manatíes y hasta donde se sabe, su presencia ha disminuido. En general, en SK se tienen pocas acciones de conservación e investigación dirigidas al manatí y también hay poca difusión. En todo el mundo, las áreas protegidas están bajo una creciente presión humana para utilizar los recursos y las actividades turísticas representan un importante desafío para los administradores de vida silvestre (Sorice *et al.* 2006).

YB tiene una efectividad intermedia, casi baja, el trabajo realizado hacia el manatí es bajo. Las malas prácticas y falta de acuerdos e inclusión de la población en los trabajos de la dirección de la reserva dificultan los esfuerzos de conservación dirigidos al manatí. Las entrevistas mostraron que la comunidad de Holbox tiene un fuerte arraigo cultural con el manatí, ya que este fue una fuente de alimento muy apreciado por la comunidad en el pasado (Morales-Vela y Olivera-Gómez 1997; Morales-Vela *et al.* 2003). Durante la preparación de este documento, se publicó el programa de manejo de YB. El programa reconoce al manatí dentro de sus especies prioritarias y plantea dar cumplimiento a las normas y leyes actuales en el área ambiental y de conservación de la biodiversidad.

Es importante fortalecer el cambio ya iniciado hacia la conservación del manatí en esta AP, aprovechando que es un sitio histórico de presencia de manatíes con una pasada tradición de uso directo del recurso (Morales-Vela *et al.* 2003), y que ahora está fortaleciendo las acciones de conservación (Morales-Vela 2015). Su importancia aumenta por ser un hábitat que facilita la conectividad entre las dos poblaciones de manatíes genéticamente diferenciadas, una en el Golfo de México y otra en el Caribe (Nourisson *et al.* 2011).

El programa de YB menciona de manera general acciones dirigidas hacia especies emblemáticas o prioritarias, incluyendo al manatí, pero es importante mencionar que más de la mitad de la laguna Yalahau está dentro de la subzonificación de aprovechamiento sustentable, en donde no hacen mención alguna del control o prohibición del uso de redes en la laguna. El programa sí incluye parcialmente algunas de las recomendaciones hechas anteriormente por Morales-Vela (2015) en un trabajo

dirigido a conocer la situación del manatí en el AP y donde se recomiendan algunas acciones como: el establecimiento de una zona diferenciada de manejo para la conservación de manatí, el establecimiento de un código de ética dirigido a su conservación, mayor vigilancia, regulación y prohibición del uso y arrastre de redes dentro de la Laguna Yalahau. Este mismo estudio identifica que las redes son la mayor amenaza para el manatí en la zona (Morales-Vela 2015). En el programa de manejo se menciona que para el manatí la principal amenaza sigue siendo las redes de pesca colocadas ilegalmente en su área de distribución (CONANP 2018), así que aún sigue vigente una de las principales causas identificadas que causaron el decaimiento de su población a finales de los 80s (Morales-Vela *et al.* 2003). Se espera que este nuevo programa impulse el no uso de redes de pesca dentro de la laguna, que promueva una mayor difusión del conocimiento sobre esta especie, impulse la realización de más y mejor investigación sobre aspectos básicos poblacionales necesarios para fortalecer acciones de conservación adecuadas a las necesidades de la reciente colonización de esta especie en la zona. También deberá existir mayor vigilancia y aplicación de las normas y leyes dentro de YB.

El presente estudio demuestra que en las tres AP las normas y leyes que protegen al manatí se aplican laxamente para evitar tener algún conflicto con la población. Pero ante el hecho de que existen grupos y otros nuevos interesados, que realizan actividades turísticas con el manatí en las tres AP evaluadas, se debe de contar con una regulación o esquema de buenas prácticas aplicable en todas ellas. Con lo anterior, no se está sugiriendo hacer uso turístico con la especie, pues es importante considerar las experiencias mostradas por los prestadores de servicios turísticos de SK, que mencionaron de manera reiterada que la presión generada hacia el manatí por el acecho de las lanchas es grande, y que el impacto que esta actividad causa al manatí es alto.

En un taller sobre sirenios auspiciado por la Conferencia Internacional sobre Conservación Marina realizada en Washington, D.C., en mayo de 2009, expertos de 16 países a nivel mundial con presencia de sirenios, plantearon 11 características claves necesarias que las AP deben tener para reducir el riesgo y mejorar la conservación de

los sirenios, en este caso de los manatíes en países en desarrollo (Marsh y Morales-Vela 2012). Algunas de estas características fueron consideradas en este estudio, como es el caso de la necesidad de incluir los saberes locales; de tener metas específicas dirigidas a sirénidos en los programas de manejo de las AP, y del trabajo inclusivo entre el gobierno (AP), ONG's, comunidades locales e investigadores. En este sentido, se espera que este trabajo sea de utilidad para otros países con presencia de manatíes en AP, para evaluar su efectividad para la conservación de los sirenios. Consideramos que esta evaluación se puede adaptar y dirigir a otras especies prioritarias tomando en cuenta las especificaciones biológicas de cada caso.

Capítulo IV. Recomendaciones

Para la BCH se requiere actualizar el programa de manejo y la información técnica que lo sustenta. También es necesario mejorar las relaciones del AP con las comunidades presentes en BCH, fortalecer su programa de difusión del trabajo realizado e involucrar a las comunidades en las actividades del AP. En particular, las comunidades deben ser consideradas como actores clave para lograr un mejor manejo para la conservación de la biodiversidad.

Para SK también se recomienda mejorar la relación del AP con las comunidades presentes. Regular el turismo dentro del AP, y apoyar en el desarrollo y la calidad de vida de las comunidades presentes en SK. Igual que en la anterior reserva, en SK se requiere mayor difusión del trabajo de investigación y conservación realizado.

Es necesario regular el turismo dirigido al manatí e investigar sus posibles impactos negativos y cómo minimizarlos. Hay que hacer uso de las experiencias obtenidas en otras partes del mundo con sirenios. En esta reserva se requiere mayor investigación y más acciones de conservación dirigidas al manatí. Involucrar a las comunidades en las actividades del AP, considerándolos como la base para lograr un mejor manejo para la conservación de la biodiversidad y junto con ellos ir caminando bajo un esquema de manejo adaptativo.

Para YB se recomienda, tal como lo propuso Morales-Vela (2015), fortalecer la prohibición del uso y el arrastre de redes dentro de la Laguna de Yalahau, pues sigue siendo la causa de muerte directa a contener y generar un código de ética conjuntamente con las dos comunidades que hacen uso de la laguna.. Esto conducirá a mejorar la relación con las comunidades presentes y regular el turismo masivo. Es necesario no motivar un turismo dirigido al manatí e investigar los posibles impactos que le pueden generar. Dar una mayor difusión al trabajo de conservación e información biológica realizado. Es urgente involucrar a las comunidades en las actividades del AP, considerándolos como la base para lograr un manejo más efectivo para la conservación del manatí, de su hábitat y de la biodiversidad.

Capítulo V. Referencias bibliográficas

- Aragones LV, Marmontel M, Kendall S. 2012. Working with Communities for Sirenian Conservation. In: Hines EM, Reynolds III JE, Aragones LV, Mignucci-Giannoni AA, Marmontel M, editors. Sirenians Conservation; Issues and Strategies in Developing Countries. 1st ed. Gainesville: University Press of Florida. Chapter 24: 221-227.
- Bezaury-Creel J, Gutiérrez CD, Remolina JF, Pérez JJ, González CJ, Betancourt N, Trigo M, Antele J, Frías R, de la Maza J, Sánchez-Cordero V, Figueroa F, Illoldí P, Linaje M, Sifuentes CA, Gonzáles MR, López LHA, Durán FA, de la Maza RG, Anta FS, Sánchez G. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. En Graf MS, Gómez-Pompa A, editores. Capital Natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, Capítulo; 9: 385-431.
- Cifuentes AM. 2000. Medición de la efectividad del manejo de áreas protegidas. Cifuentes AM, Izurieta VA, Henrique de Faria TH (Eds.): WWF:IUCN:GTZ. pp 105.
- Colmenero-Rolón LC, Zárate-Becerra E. 1990. Distribution, status and conservation of West Indian Manatee in Q.Roo, México. Biological Conservation. 52: 27-35.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2016. Áreas Naturales Protegidas Decretadas. Estados Unidos Mexicanos. [Internet]. (Consultado 2017 abril 25) Disponible en: <http://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/areas-naturales-protegidas-decretadas>
- Deutsch CJ, Self-Sullivan C, Mignucci-Giannoni A. 2008. *Trichechus manatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e. T22103A9356917. [Internet]. (Downloaded on 2017 October 26). <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T22103A9356917>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1994. Decreto Área de Protección de Flora y Fauna Yum-Balam. [Internet]. (Consultado 2017 octubre 20). http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4700955&fecha=06/06/1994

- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1997. Decreto Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. [Internet]. (Consultado 2017 octubre 20). http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4882273&fecha=04/06/1997
- Dudley N. (Editor). 2008. Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. Gland, Suiza: UICN. x + pp 96.
- Hockings M, Stolton S, Dudley N. 2000. Evaluating Effectiveness: A Framework for Assessing the Management of Protected Areas. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, RU.
- Izurieta A. 1997. Evaluación de la Eficiencia del Manejo de Áreas Protegidas: Validación de una Metodología Aplicada a un Subsistema de Áreas Protegidas y sus Zonas de Influencia, en el Área de Conservación Osa, Costa Rica. Tesis Mag. Scientiae. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Landeró MM; Liceaga-Correa MÁ, Morales-Vela JB. 2014. Ecological distribution of manatee (*Trichechus manatus manatus*) in Bahía de la Ascensión, México. Marine Mammal Science. 30; 4. pp 1581–1588. ISSN: 1748-7692
- Leverington F, Hockings M, Pavese H, Lemos CK, Courrau J. 2008. 'Management Effectiveness evaluation in protected areas – a global study. Supplementary Report No1: Overview of approaches and methodologies.' The University of Queensland, Gatton, TNC, WWF, IUCN-WCPA, AUSTRALIA
- Marsh H, Morales-Vela B. 2012. Guidelines for Developing Protected Areas for Sirenians. In: Hines EM, Reynolds III JE, Aragonés LV, Mignucci-Giannoni AA, Marmontel M. (Eds.). Sirenians Conservation; Issues and Strategies in Developing Countries. (1st ed.). Gainesville: University Press of Florida. 25: 228-234.
- Morales-Vela B, Olivera-Gómez LD. 1997. Estado Actual de la Población de manatíes en la costa norte y centro-norte del estado de Quintana Roo, México. Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zoología. 68: 153-164.

- Morales-Vela B. 2000. Distribución, abundancia y uso de hábitat por el manatí en Quintana Roo y Belice, con observaciones sobre su biología en la Bahía de Chetumal, México. Tesis Doctoral. D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Morales-Vela B, Padilla-Saldívar JA, Mignucci-Giannoni AA. 2003. Status of the manatee (*Trichechus manatus*) along the northern and western coasts of the Yucatán Peninsula, México. Caribbean Journal of Science. 39(1):42-49.
- Morales-Vela B, Padilla-Saldívar JA. 2009. Aspectos biológicos de los manatíes en el sur de Quintana Roo. En: Espinoza J., Islebe G.A., Hernández H.A. (Eds.). 2009. El sistema ecológico de la bahía de Chetumal / Corozal: costa occidental del Mar Caribe. ECOSUR. Chetumal, Quintana Roo, México. 13: 115-123.
- Morales-Vela B. 2015. Programa de monitoreo de manatí (*Trichechus manatus*) y su hábitat en el Área de Protección de Flora y Fauna de Yum-Balam, Informe Final: El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)- UG/CH049/09-14. pp 15.
- Muzquiz-Villalobos M, Pompa-Mansilla S. 2018 Marine mammals of Mexico: Richness patterns, protected areas, and conservation trends. Estuarine, Coastal and Shelf Science. Vol. 208: 153-160. ISSN 0272-7714,
- Nourisson, C, Morales-Vela B, Padilla-Saldívar J, Tucker K P, Clark A, Olivera-Gómez LD, Bonde R, McGuire P. 2011. Evidence of two genetic clusters of manatees with low genetic diversity in Mexico and implications for their conservation. Genetica 139(7), 833-842.
- Ortega-Argueta A, Hines EM, Calvimontes J. 2012. Using Interviews in Sirenian Research. In: Hines EM, Reynolds III JE, Aragonés LV, Mignucci-Giannoni AA, Marmontel M, editor. Sirenians Conservation; Issues and Strategies in Developing Countries. 1st ed. Gainesville: University Press of Florida. Chapter 12: 109-115.
- Ortega-Argueta A, Hines EM, Calvimontes J. 2012. Using Interviews in Sirenian Research. In: Hines EM, Reynolds III JE, Aragonés LV, Mignucci-Giannoni AA, Marmontel M (Eds.). Sirenians Conservation; Issues and Strategies in Developing Countries. (1st ed.). Gainesville: University Press of Florida, 12, 109-115.

- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo (PO-QR). 2008. Decreto estatal Reserva Estatal Santuario de manatí bahía de Chetumal (RESMBCH). [Internet]. (Consultado 2017 noviembre 1). https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/sistema_nacional/documentos/ANPL/QRoo/SANT-MANATI.pdf
- Pomeroy RS, Parks JE, Watson LM. (2006). Cómo evaluar una AMP. Manual de Indicadores Naturales y Sociales para Evaluar la Efectividad de la Gestión de Áreas Marinas Protegidas. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. XVI + pp 216.
- Reynolds III JE, Odell DK. 1991. Manatee and Dugongs. Facts on File. New York. pp 192.
- Rivera MG, Monte LP. 2011. Estado de la Investigación Evaluativa en el Caso de las Áreas Marinas Protegidas de México. México. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas CICIMAR. Instituto Politécnico Nacional. Oceánides 26(2): 9-17.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre del 2010 en el Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2018. Programa de Acción para la Conservación de la Especie Manatí (*Trichechus manatus manatus*), SEMARNAT/CONANP, México (Año de edición 2018).
- Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación (SIMEC). 2016a. Ficha Técnica del Área de Protección de Flora y Fauna Yum-Balam. [Internet]. (Consultado 2017 octubre 25). <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=44®=9>
- Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación (SIMEC). 2016b. Ficha Técnica de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. [Internet]. (Consultado 2017 octubre 25). <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=97®=9>

Sobel J, Dahlgren C. 2004. Marine reserve; a guide to science, design, and use. Island Press. United State of America. pp 383.

Anexo de cuadros

Cuadro 1. Criterios generales (CG), criterios específicos (CE), número de indicadores utilizados (NIU), e indicador (IND) usados para la evaluación. * Basado en Pomeroy *et al.* 2006, ** Basado en Rivera y Monte 2011. ° Programa de Acción para la Conservación de la Especie (PACE).

CG	CE	NIU	IND
Biofísicos	Biología	3	Abundancia de la especie*; Estructura poblacional*; Distribución y hábitat de la especie*
	Diseño y características del AP	6	Cobertura marina AP; Cobertura de distribución de la especie por el AP a nivel estatal; Presencia de contaminantes; Áreas de bajo o nulo impacto en el AP*; Áreas de mayor influencia; Conectividad marina entre AP
Programa de manejo	Estado del programa de manejo	2	Elaborado; Publicado
	Objetivos del programa de manejo	2	Actividades del programa que involucran al manatí directamente; Actividades del programa que involucran al manatí indirectamente
	Acciones con la especie	7	Investigación; Difusión; Acciones de conservación; Nivel de Monitoreo; Monitoreo de factores de riesgo; Conocimiento y uso del ° PACE manatí en el AP; Nivel de recuperación de la especie (PACE)**
Socioeconómico	Valoración de la especie	6	Patrones de uso de la especie*; Valor de la especie asociado al uso*; Impacto económico generado por las actividades económicas asociadas al uso de la especie; Valor no asociado al uso o mercado*; Importancia cultural de la especie*; Entendimiento del impacto generado sobre la especie*
	Estructuras y actividades económicas	3	Actividades productivas y su distribución en el AP*; Infraestructura y negocios de las comunidades*; Impacto de las actividades productivas sobre la especie*
	Saberes	4	Conocimiento sobre la especie; Saberes locales; Saberes científicos difundidos; Conocimiento sobre el AP
Gobernanza	Conflicto	5	Entendimiento sobre la normativa y gestión pertinente a la especie*; Conflictos con la especie manatí; Conflictos con el AP; Conflictos con la población; Mecanismos de resolución de conflictos
	Recursos	9	Convenios del AP**; Nivel de Financiamiento del AP**; Disponibilidad de Fondos del AP**; Disponibilidad de recursos dirigidos al manejo para la conservación de la especie; Disponibilidad de recursos dirigidos a la investigación de la especie; Disponibilidad de recurso dirigidos a la difusión de la especie; Personal necesario y capacitado para el manejo del AP**; Voluntarios en el AP**; Personal del AP que atienda eventualidades con la especie
	Nivel de trabajo con la especie	9	Existencia, aporte y aplicación de investigación científica*; Nivel de conocimiento de la especie en el AP; Etapa de trabajo con la especie en el AP; Actualidad de la información generada en el AP; Señalización en zonas con presencia de la especie**; Aplicación de las legislaciones que rigen el área protegida**; SIG de la especie**; Programa de educación ambiental; Nivel de Gestión del AP
	Organización	6	Organización comunitaria para la conservación*; Organización comunitaria para el uso de la especie*; Interacciones entre actores clave del AP; Participación comunitaria en monitoreo y acciones de conservación de la especie*; Divulgación y alcance de la información generada de la especie en el AP*; Capacitación en el AP**

Cuadro 2.- Niveles de efectividad en el manejo para la conservación de la especie con sus respectivos porcentajes para clasificar las AP evaluadas.

Nivel de efectividad en el manejo para la conservación de la especie	Porcentaje
Excelente	100 a 80 %
Bueno	80 a 60 %
Intermedia	60 a 40 %
Bajo	40 a 20 %
Insuficiente	20 a 0 %

Cuadro 3.- Resultados de las AP evaluadas en los criterios específicos, con valores de 0 a 1, entendiendo el 1 como el nivel máximo o mejor y 0 como el nivel más bajo o peor.

Criterios específicos	BCH	SK	YB
Biología	1	0.33	0.33
Diseño y características del AP	0.56	0.44	0.42
Estado del programa de manejo	1	1	0.50
Objetivos del programa de manejo	1	0.50	0
Acciones con la especie	0.77	0.27	0.37
Valoración de la especie	0.61	0.57	0.50
Estructuras y actividades económicas	0.77	0.90	1
Saberes	0.60	0.60	0.50
Conflicto	0.38	0.32	0.12
Recursos	0.78	0.67	0.84
Nivel de trabajo con la especie	0.56	0.48	0.28
Organización	0.20	0.37	0.25

Cuadro 4.- Resultados de las AP evaluadas en los criterios generales, con valores de 0 a 1, entendiendo 1 como el nivel máximo o mejor y 0 como el nivel más bajo o peor. Rango y porcentaje de efectividad en el manejo para la conservación de manatí en las AP evaluadas.

Criterio generales	BCH	SK	YB
Biofísicos	0.78	0.39	0.38
Programa de manejo	0.92	0.59	0.29
Socioeconómicos	0.66	0.69	0.67
Gobernanza	0.48	0.46	0.37
Porcentaje de efectividad en el manejo para la conservación de la especie	71%	53%	43%
Rango	Bueno	Intermedia	Intermedia

Anexo de Figuras

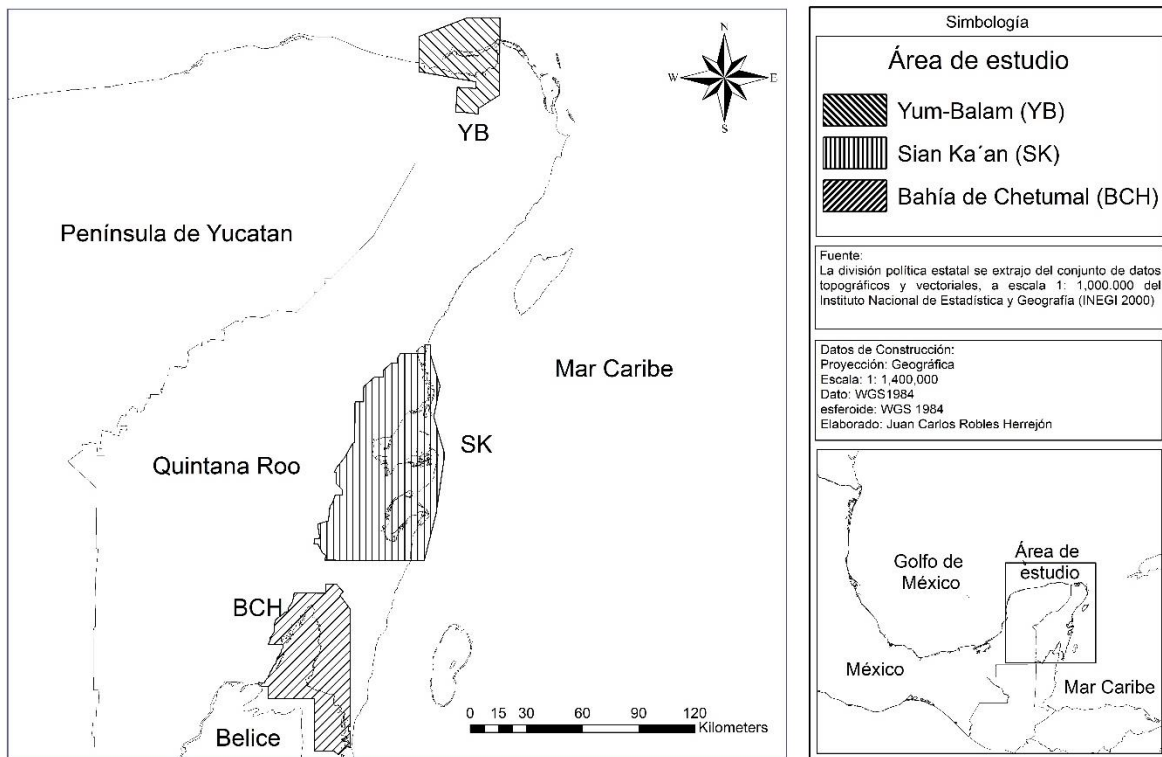


Figura 1. Área de estudio con la ubicación de las áreas protegidas de YB, SK y BCH, a las que se les realizó la evaluación, en el estado de Quintana Roo, México.

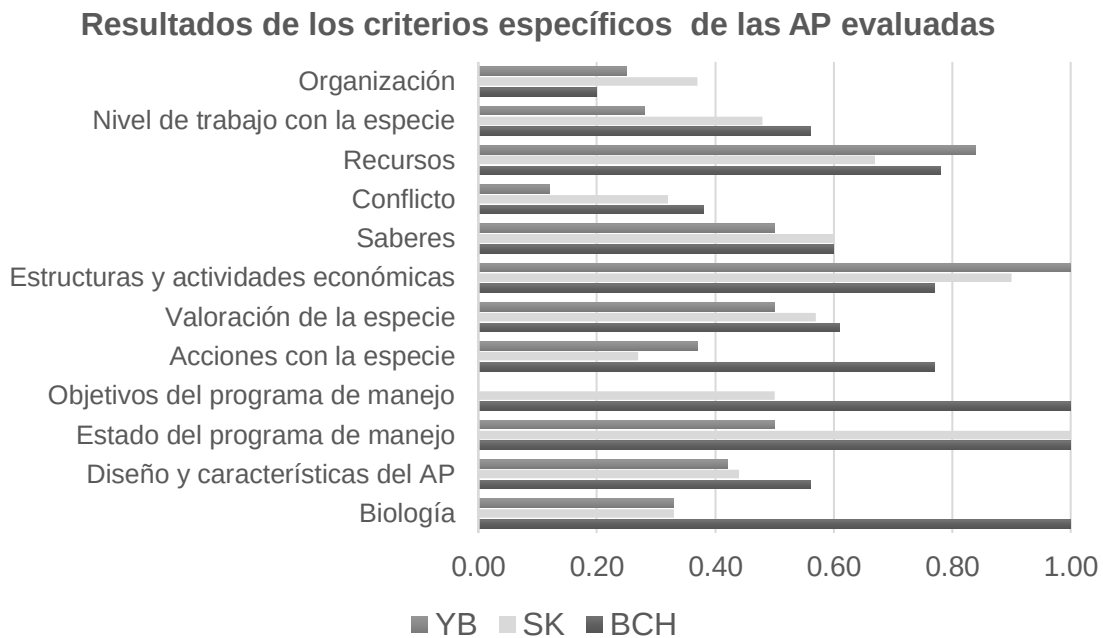


Figura 2.- Resultado comparativo de los criterios específicos de las AP seleccionadas.

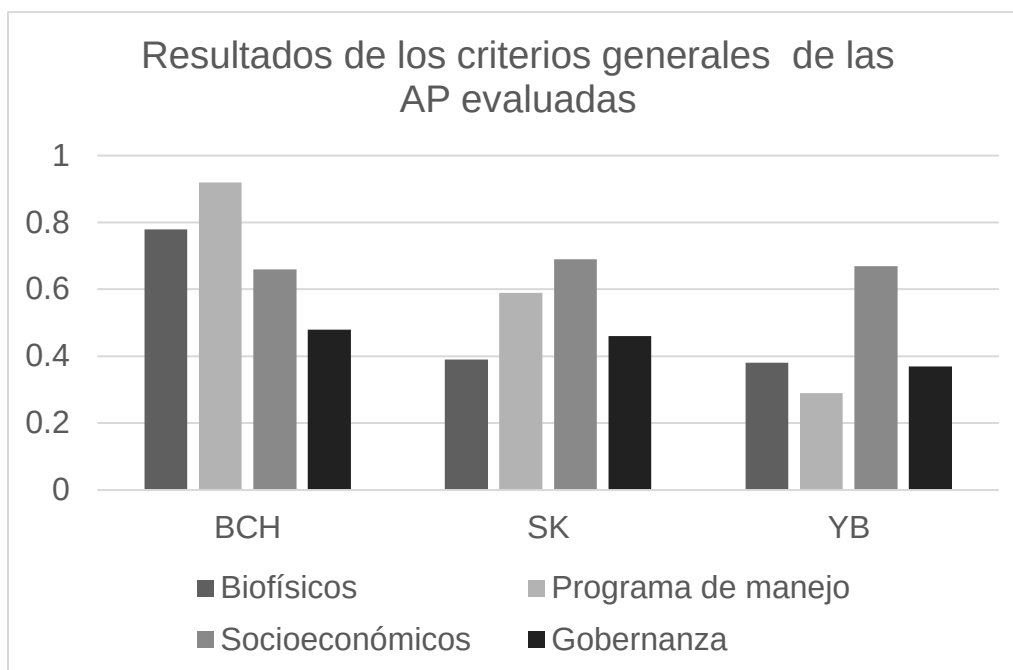


Figura 3.- Resultado comparativo de los criterios generales de las AP evaluadas.