

**Proyecto No. 00089333: “Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”**

**SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ESTABLECER LOS PLANES DE MANEJO DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS EN LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS: LOS TUXTLAS, SIAN KA'AN, CAÑÓN DEL SUMIDERO Y VALLE DE BRAVO.**



**PRODUCTO 4:  
DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA ASOCIADA A LA PRESENCIA DE EEI EN LA RESERVA  
DE LA BIOSFERA SIAN KA'AN**

**Entidad consultora: Ciencia y Comunidad por la Conservación (CCC A.C.)**



**AGOSTO, 2019**

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



**Servicio de consultoría para establecer los Planes de Manejo de Especies Exóticas Invasoras en las áreas naturales protegidas: Los Tuxtlas, Sian Ka'an, Cañón del Sumidero y Valle de Bravo.**

**Objetivo:** Mejorar la atención a las especies exóticas invasoras en las cuatro Áreas Naturales Protegidas (ANP) mencionadas, a través de la actualización de la información disponible y la elaboración del respectivo Plan de Manejo de las mismas en cada ANP.

**Autores:**

Dr. José Juan Flores Martínez  
M. en C. Cecilia González Martínez  
MVZ. Ricardo Augusto Rodríguez Medina  
M. en C. Verónica Noemí Zepeda Martínez  
M. en C. Carlos Jair Muñoz Rodríguez  
M. en C. Sheila Lizbeth Gachuz Delgado  
Dr. Víctor Sánchez Cordero Dávila

**Modo de citar el informe: PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo).**

**2019.** Diagnóstico de la problemática asociada a la presencia de EEI en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. Servicio de consultoría para establecer los Planes de Manejo de Especies Exóticas Invasoras en las áreas naturales protegidas: Los Tuxtlas, Sian Ka'an, Cañón del Sumidero y Valle de Bravo. Proyecto GEF 00089333 "Aumentar las capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI". Flores-Martínez, J. J., González-Martínez, C., Rodríguez-Medina, R. A., Zepeda-Martínez, V. N., Muñoz-Rodríguez, C. J., Gachuz-Delgado, S. L. & Sánchez-Cordero, V. Ciencia y Comunidad por la Conservación, A.C. Ciudad de México, México. 22 pp.

**Áreas objeto del informe:** Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

**Fecha de inicio:** 25 de octubre de 2018.

**Fecha de terminación:** 25 de agosto de 2019.

**Resumen:** Las Áreas Naturales Protegidas son una herramienta central de la estrategia general de conservación de la diversidad biológica y ecosistémica de México. Entre las principales amenazas a la biodiversidad, servicios ecosistémicos y socio-económicos en estas zonas se encuentra la introducción, intencional o accidental, de especies exóticas. Tales especies eventualmente pueden establecerse, dispersarse, desplazar a las especies nativas y transformar severamente a los ecosistemas receptores.

Con el fin de favorecer la conservación de los ecosistemas, se requiere generar instrumentos normativos que promuevan la planeación, la atención integral y establecimiento de los mecanismos de acción para prevenir, controlar o remediar los impactos ocasionados por las especies exóticas invasoras en las Áreas Naturales Protegidas de México. En este sentido, la presente consultoría aporta al cumplimiento de los siguientes objetivos y metas de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México:

**Objetivo estratégico 1.** Prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras.

**Meta 1.4** Mecanismos y protocolos estandarizados de prevención en operación, para reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras.

- Acción: Establecer programas de monitoreo sistemático y estandarizado en sitios identificados como de alto riesgo (p.ej. áreas protegidas, áreas agrícolas importantes, puertos de altura y de cabotaje, zonas de traslado de contenedores, cuerpos de agua mayores, presas y vías de comunicación, entre otros).

**Meta 1.5** Sistemas coordinados para la detección, manejo de riesgo y alerta temprana de ingreso y dispersión de especies invasoras.

- Acción: Establecer programas específicos de detección para especies de mayor riesgo.
- Acción: Promover y dar seguimiento a los mecanismos de participación social en actividades de vigilancia.

**Objetivo estratégico 2.** Establecer programas de control y erradicación de poblaciones de especies invasoras que minimicen o eliminen sus impactos negativos y favorezcan la restauración y conservación de los ecosistemas.

**Meta 2.2** Programas y planes de acción en operación para la erradicación, manejo de especies invasoras más nocivas, y mitigación de sus impactos.

- Acción: Elaborar planes de manejo, control y erradicación que contemplen medidas de restauración ecológica de las áreas dañadas.
- Acción: Implementar acciones para especies y áreas identificadas mediante la línea base.

## Contenido

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIAN KA'AN.....	3
3. OBJETIVO .....	4
4. METODOLOGÍA .....	4
5. PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA.....	5
5.1 Árbol de problemas.....	5
5.2 Árbol de Objetivos.....	11
6. MATRIZ DEL MARCO LÓGICO .....	13
7. CONCLUSIONES.....	16
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

## Índice de tablas

Tabla 1. Matriz del Marco Lógico .....	4
Tabla 2. Matriz de Marco Lógico para la RB Sian Ka'an. ....	13

## Índice de figuras

Figura 1. Árbol de problemas de la RB Sian Ka'an.....	6
Figura 2. Árbol de objetivos para la RB Sian Ka'an.....	12

## 1. INTRODUCCIÓN

En México, como en otras regiones del mundo, se han introducido numerosas especies exóticas (IMTA, 2007; Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010). Se ha documentado la presencia de 44 de las 100 especies catalogadas como las más nocivas en el mundo y existen listados de plantas exóticas que superan las 600 especies (Koleff *et al.*, 2012). Las invasiones biológicas tienen grandes impactos en términos tanto ecológicos como económicos. Dentro del costo ecológico, están consideradas como una de las causas más importantes en la extinción de especies nativas y en la degradación de ecosistemas; socioeconómicamente, causan impactos directos a la agricultura, silvicultura, pesca y turismo (que ha reportado pérdidas de millones de dólares), además generan problemas de salud pública e intensifican la pérdida de los usos culturales tradicionales de los recursos naturales que las comunidades indígenas practican, por ejemplo con actividades agroecológicas y agroforestales que han resultado ser sustentables (Vitousek, 1997; Catford *et al.*, 2009; Sarukhán *et al.*, 2012; CONABIO, 2019).

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son espacios vulnerables que no están al margen de los impactos negativos ocasionados por la presencia de Especies Exóticas Invasoras (EEI), dentro de los cuales destaca la depredación a especies nativas, la competencia por los recursos del ambiente y la modificación a la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas (GISP, 2007; CONANP, 2019).

Dada la magnitud de los efectos negativos de las EEI en las ANP, es de particular importancia contar con Planes de Manejo que integren estrategias de prevención y mitigación de riesgo de invasiones biológicas, y para desarrollarlos, es necesario partir de un diagnóstico que permita identificar las causas y efectos de su presencia en el área.

Para realizar el diagnóstico de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RB Sian Ka'an) se aplicó la metodología del Marco Lógico (CONEVAL, 2013) mediante la cual, a través de información bibliográfica, así como con la información vertida en cuestionarios aplicados al personal de la Reserva, Subconsejo de EEI y actores locales involucrados, se identificó el problema central, así como sus causas e impactos sobre la biodiversidad, el ecosistema y factores socioeconómicos. Esta información permitió generar una Matriz donde se proponen las acciones probables con las que se pretende dar solución o, en su caso, controlar el problema.

## 2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIAN KA'AN

La RB Sian Ka'an fue decretada el 20 de enero de 1986 (D.O.F., 1986) y recategorizada el 07 de junio de 2000 (D.O.F., 2000). Cuenta con una superficie de 528,147.66 hectáreas que albergan ecosistemas como manglares, lagunas costeras, selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia, dunas costeras y vegetación hidrófila (SEMARNAT-CONANP, 2014). Se ubica en el estado de Quintana Roo en los municipios de Felipe Carrillo Puerto, Bacalar y Tulum. Es reconocida como Sitio del Patrimonio Mundial de la Humanidad por la UNESCO (C.C.A., 1999), forma parte del programa MAB- Programa del Hombre y la Biosfera y en 2003 fue designada Sitio RAMSAR número 1329.

En la RB Sian Ka'an se encuentran 142 especies de flora y fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales ocho son endémicas. Del total de especies en alguna categoría de riesgo; 17 están en Peligro de Extinción (P), 82 en Protección Especial (Pr) y 43 Amenazadas (A). Del listado anterior, 123 se encuentran en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, dos de ellas en la categoría de Peligro Crítico (CR), cinco en Peligro (E), y ocho Vulnerables (VU), 12 Casi Amenazadas (NT) y 96 como Preocupación Menor (LC). Cabe resaltar que tanto la norma oficial como el listado de la UICN reportan a la foca monje del Caribe (*Monachus tropicalis*) como extinta (E) (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT 2010; CONABIO, 2018; IUCN, 2018).

Hasta marzo de 2019, en la RB Sian Ka'an se han identificado 41 Especies Exóticas, 26 Especies Exóticas Invasoras, siete (7) Nativas con comportamiento invasor, así como 27 Exóticas invasoras con Distribución potencial; ya sea al asentarse en zonas aledañas a la Reserva (10 especies) o bien, porque la Reserva sea idónea climáticamente para su establecimiento según los modelo de nicho ecológico (17 especies) (PNUD México, 2019a).

Es importante mencionar que la mayoría de las especies incluidas en la categoría de Distribución Potencial (19 de 27) fueron obtenidas a partir de modelado, mismo que se apoya principalmente en variables climáticas, por lo que, dado que la distribución de las especies y los procesos de invasiones biológicas no están determinadas únicamente por aspectos climáticos, se recomienda que el reconocimiento de dichas especies se haga con la debida cautela, toda vez que es necesario realizar estudios más detallados sobre las posibles vías de introducción y la viabilidad de su establecimiento, tomando en cuenta más variables ecológicas que representen los diversos escenarios presentes en el ANP. Lo anterior, permitirá contar con una herramienta mejor sustentada para la planeación e implementación de un plan integral de Detección Temprana y Respuesta Rápida frente a la introducción de las especies potenciales de mayor riesgo.

### 3. OBJETIVO

Generar un diagnóstico acerca de la problemática asociada a las especies EEI en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, que incluya un árbol de causas, problemas y acciones específicas (o líneas estratégicas de acción) que sean la base para la redacción del Plan de Manejo de Especies Exóticas Invasoras.

### 4. METODOLOGÍA

La problemática principal de las EEI en la RB Sian Ka'an, así como sus causas y efectos, fueron definidos siguiendo la metodología del Marco Lógico (CONEVAL, 2013) a través de la construcción de un árbol de problemas. Este ejercicio se realizó a partir de una revisión exhaustiva de literatura especializada consistente en artículos científicos arbitrados, tesis, libros e informes técnicos de proyectos llevados a cabo en el área en temas de EEI, así como de la información obtenida durante una reunión de trabajo realizada en las oficinas de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an en Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, en la que participaron personal del ANP, miembros del Subconsejo de EEI y actores locales involucrados; asimismo se tomó en cuenta la información vertida en cuestionarios contestados por algunos de los participantes. El diagrama del árbol de problema propuesto, fue compartido con los actores que asistieron a la reunión para que emitieran comentarios u observaciones y, en su caso, se realizaron los ajustes necesarios.

Una vez identificadas las causas del problema principal, así como sus efectos asociados, se obtuvo el árbol de objetivos, que se trata del árbol de problemas redactado en sentido positivo, en el cual se señalan las acciones que, de ser realizadas, servirán para afrontar cada una de las causas del problema y así evitar sus efectos.

Estos insumos serán la base para identificar las acciones preventivas, de control y/o erradicación que deberán ser contempladas en el Plan de Manejo de EEI para la RB Sian Ka'an.

Finalmente, y a partir del árbol de objetivos, se construyó la matriz del Marco Lógico, que consiste en ordenar los objetivos en cuatro niveles jerárquicos que, de mayor a menor, se denominan: Fin, Propósito, Componentes y Actividades (Tabla 1).

Tabla 1. Matriz del Marco Lógico (Fuente: Elaboración propia CCC, 2018).

Nivel	Resumen narrativo	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin				
Propósito				
Componentes				
Actividades				

Con lo anterior, se pretende que los objetivos establecidos sean medibles a través de indicadores y que se pueda dar un seguimiento y evaluación al programa.



Fotografía 1. Participantes en la reunión realizada en las oficinas de la RB Sian Ka'an en Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo.

## 5. PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA

### 5.1 Árbol de problemas.

Se hizo el diagnóstico de las 101 especies que se han identificado hasta ahora, de las cuales 41 son Exóticas, 26 son Exóticas Invasoras, 7 son Nativas con comportamiento invasor y 27 Exóticas Invasoras con Distribución potencial. El diagnóstico que se presenta a continuación, se centra en estas tres últimas categorías, con un especial énfasis en las 23 especies identificadas como prioritarias (PNUD México, 2019c).

Como resultado de la metodología aplicada, la construcción del árbol de problemas permitió identificar las principales causas que favorecen la presencia de EEI en la RB Sian Ka'an. A partir del análisis de la estructura del árbol que se muestra en la figura 1, se puede reconocer como problema principal la presencia de EEI en la RB Sian Ka'an y que las causas se dan principalmente por factores como una educación ambiental no consolidada, políticas públicas que incentivan el uso de EEI y las actividades productivas inherentes a estas que resultan incongruentes con los objetivos de conservación, así como una gestión de recursos débil. Lo anterior se refleja en efectos sobre la estructura y abundancia de las poblaciones nativas, cambio de uso de suelo y, en general, una degradación y pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos, teniendo finalmente efectos negativos sobre las actividades productivas de los pobladores locales como la pesca de langosta o el turismo (Ortiz, *comunicación personal*, 26 de febrero de 2019).

A continuación, se describen puntualmente las causas y los efectos potenciales identificados a partir del árbol de problemas de EEI en la RB Sian Ka'an.



Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para establecer los Planes de Manejo de Especies Exóticas Invasoras en las áreas naturales protegidas: Los Tuxtlas, Sian Ka'an, Cañón del Sumidero y Valle de Bravo.

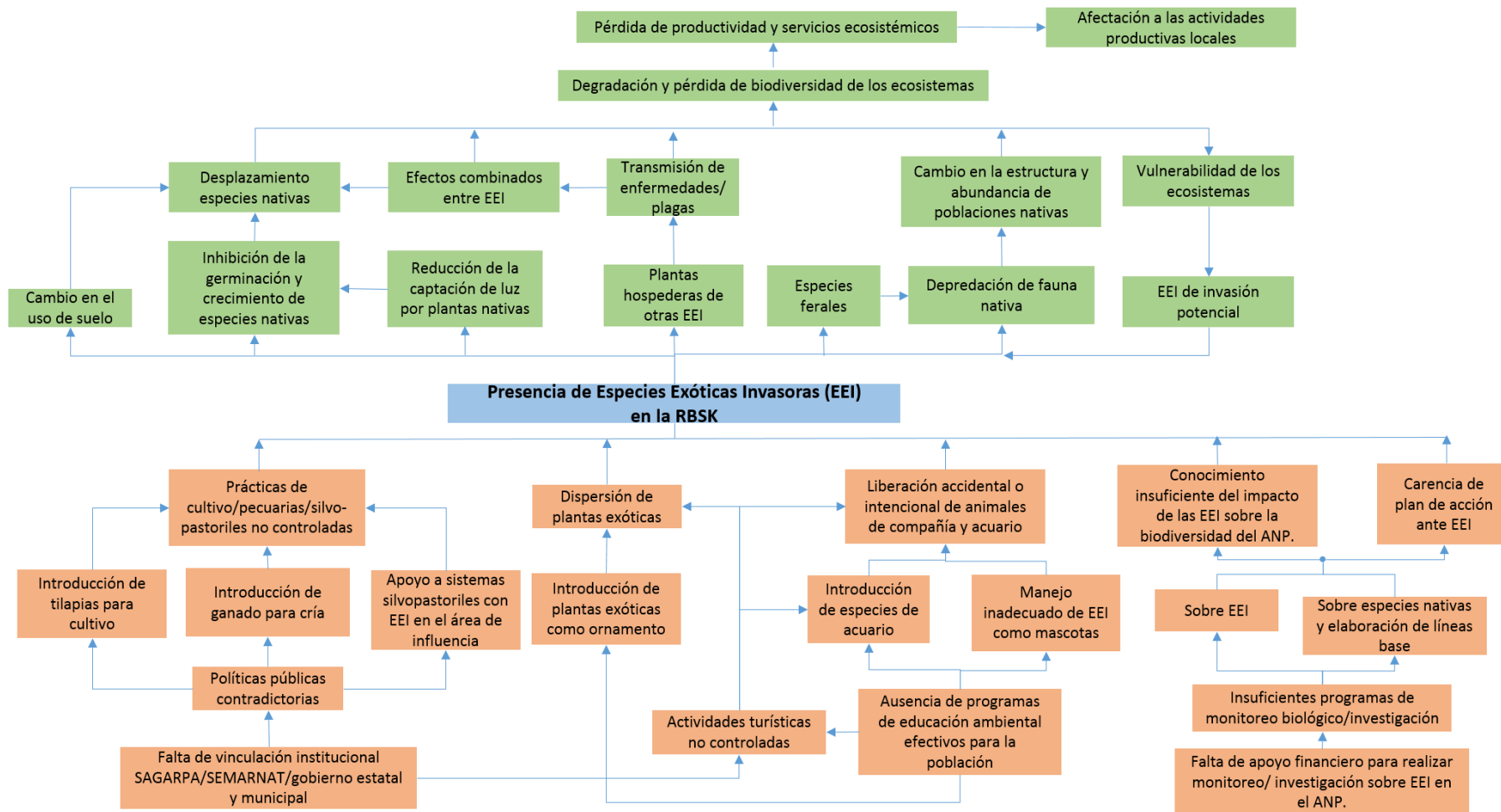


Figura 1. Árbol de problemas de la RB Sian Ka'an. En el centro, en color azul, se encuentra el problema principal. Debajo de éste, en color naranja se encuentran las causas, y arriba, en color verde, se encuentran los efectos. (Fuente: Elaboración propia CCC, 2019).

## Causas y efectos potenciales identificados

### *a) Población con pocos conocimientos de las EEI y sus efectos*

La RB Sian Ka'an cuenta con un Programa de Manejo publicado en diciembre de 2014 (SEMARNAT-CONANP, 2014) en el que se incluye el componente de protección contra especies exóticas invasoras y control de especies y poblaciones que se tornen perjudiciales, del que uno de los objetivos específicos es: *“Prevenir la introducción de especies ajenas al Complejo Sian Ka'an mediante la difusión de información y un plan de control, supervisión y vigilancia a los usuarios”*. Sin embargo, aunque este documento constituye una herramienta para afianzar la importancia del tema en el área, aún está pendiente especificar las actividades que se deberán llevar a cabo para su adecuado cumplimiento.

Con respecto a la educación ambiental, en la RB Sian Ka'an se han realizado diversos esfuerzos como campañas de difusión de información particularmente sobre la biología y los impactos del pez león (Flores-Martínez *et al.*, 2013a; Ángeles-Solís, 2011 y 2012; Ángeles *et al.*, 2014).

No obstante, las acciones educativas realizadas han sido muy puntuales y no han tenido la continuidad necesaria, por lo tanto, los resultados en cuanto a la concientización ambiental en todos los sectores de la población aún se encuentran en proceso de consolidación.

### *b) Dispersión de EEI por uso ornamental y/o doméstico*

Como consecuencia relacionada con la falta de conciencia ambiental, se pueden englobar otras acciones que propician la presencia de EEI, como la dispersión que se deriva del uso ornamental y doméstico. Por ejemplo, las plantas utilizadas en huertos y jardines, los peces y otros organismos criados en acuarios, así como los escapes accidentales y la liberación o abandono de animales de compañía.

En este sentido, la introducción y liberación intencional o accidental de animales de compañía por habitantes de las comunidades que se encuentran dentro de la Reserva, en su área de influencia o por parte de los turistas que visitan la zona, responde también a la escasa conciencia ambiental existente. Principalmente, el caso de perros (*Canis familiaris*) y gatos (*Felis catus*), representa una gran amenaza para las poblaciones de fauna nativa dado su potencial de depredación y altas tasas reproductivas.

Los gatos (*Felis catus*) están considerados como una de las 100 especies invasoras más dañinas del mundo por la UICN (Lowe *et al.*, 2004). Estos han causado la disminución o extinción de varias especies nativas de animales pequeños y medianos en varias partes del mundo, especialmente en islas, ya que son depredadores oportunistas que se alimentan de una gran variedad de presas. En México están asociados a la reducción y prácticamente extinción de colonias de aves y roedores endémicos. *Felis catus* también compite con otros carnívoros nativos y es un potencial transmisor de numerosas enfermedades y parásitos,

algunas de las cuales son transmisibles al humano como la toxoplasmosis y la rabia (Álvarez-Romero *et al.*, 2008; CONABIO, 2017b).

Por su parte, los perros (*Canis familiaris*), representan un problema pues son cazadores activos y constituyen una amenaza potencial para una amplia variedad de especies de fauna nativa (GISD, 2019a) afectando a las poblaciones de aves (terrestres y marinas), reptiles y mamíferos pequeños y medianos. Constituyen también un problema potencial de salud pública pues al convertirse en ferales, forman manadas y pueden atacar/morder a seres humanos y lastimar o matar a especies de ganado (GISD, 2019a). El pelo o la saliva del perro, puede provocar alergias en algunas personas, causando rinitis, conjuntivitis y asma (CONABIO, 2019). Cabe mencionar que aunque la problemática se asocia a los ejemplares ferales, de acuerdo con la Global Invasive Species Database (GISD, 2019a), se considera que los perros domésticos que no son controlados pueden llegar a ser igual de dañinos.

Sobre este tema, Brito-Bermúdez, especialista en especies invasoras de la CONANP, ha mencionado que la población de perros y gatos provenientes de los alrededores del municipio de Solidaridad, es un peligro para la RB Sian Ka'an, pues al no existir barreras naturales, esta fauna se interna en el área fácilmente y se ha observado que estos animales, al tornarse ferales, depredan especies nativas o compiten con ellas por alimento. Particularmente, las amenazas de estas especies (*Canis familiaris* y *Felis catus*), se ciernen sobre las diversas especies de aves acuáticas residentes que anidan en el ANP (varias especies de garzas, jabirú e ibis, por mencionar solamente algunas de las más conspicuas) de las cuales sus poblaciones se encuentran saludables (SEMARNAT-CONANP, 2014). Así mismo, de acuerdo con la Asociación Ganadera Local, los perros ferales llegan a consumir gran número de gallinas y borregos (Martínez, 2015).

Uno de los casos que ha tenido mayor impacto en el ANP es la presencia del pez león (*Pterois volitans* y *P. miles*) (Ángeles-Solís *et al.*, 2014), originario de la región del Indo-Pacífico. Es una especie muy valiosa en la industria del acuarismo (Thresher, 1984) por lo que su introducción ocurrió por la liberación (intencional o accidental) por acuaristas en la costa de Florida, en Estados Unidos en 1992 (Gómez-Lozano *et al.*, 2013, Aguilar-Perera & Carrillo-Flota, 2014) extendiéndose al Gran Caribe y al Golfo de México. El primer registro en México, fue en la Isla Cozumel en 2009 (Gómez del Río *et al.*, 2018) y en 2012 se detectó su llegada al Sureste del Golfo de México (Aguilar-Perera & Tuz-Sulub, 2010; Gómez del Río *et al.*, 2018). Actualmente, en acuarios de México, se comercializa sin control.

La presencia del pez león es particularmente dañina para los ecosistemas del ANP, pues habita fondos coralinos y rocosos, arrecifes artificiales, manglares y praderas marinas (Morris, 2013) alimentándose principalmente de peces arrecifales juveniles y pequeños, así como de crustáceos y moluscos. Es altamente territorial, y con una alta tasa reproductiva reproduciéndose cada cuatro días durante todo el año poniendo de 15 a 30 mil huevos en cada desove. En el Caribe no se registran depredadores naturales para esta especie, por lo que su densidad poblacional y distribución han aumentado exponencialmente (Morris, 2013).

Ante el impacto que ha tenido el establecimiento del pez león en aguas del Caribe, en la RB Sian Ka'an se han implementado alternativas de control de sus poblaciones, fomentando su

captura y consumo a través de carteles y etiquetas informativas, dos canciones, un recetario, así como campañas y torneos de pesca, así mismo, se promueve su consumo a través de prácticas culinarias por parte de estudiantes de la carrera de gastronomía de la Universidad del Caribe (Flores-Martínez *et al.*, 2013).

Los efectos de la presencia de las EEI anteriormente mencionadas, sobre la biodiversidad de la Reserva son particularmente preocupantes, pues se ha determinado que el área protegida tiene una muy buena integridad ecológica, con una composición y estructura de la fauna y flora en muy buen estado de conservación (SEMARNAT-CONANP, 2014).

*c) Políticas Públicas Descoordinadas y Actividades Productivas que emplean o liberan EEI.*

En la RB Sian Ka'an falta establecer y fortalecer vínculos entre las instituciones federales involucradas en el sector ambiental: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), desarrollo rural: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) antes Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), así como con autoridades municipales y estatales (PNUD México, 2019b), ya que como resultado de esta escasez de sinergias, históricamente se han generado e impulsado políticas públicas opuestas a los objetivos de conservación del ANP. Estas acciones han pretendido apoyar el desarrollo económico y social de las comunidades asentadas en la RB Sian Ka'an y su área de influencia; sin embargo, las actividades inherentes han sido causas de introducción de EEI a la Reserva. Por ejemplo, derivado de la introducción de vacas y toros (*Bos taurus*) en la RB Sian Ka'an hace más de 40 años con fines de aprovechamiento y que posteriormente fueron abandonados o liberados accidentalmente, actualmente quedan organismos en el área que se han convertido en ferales (Ortiz, *comunicación personal*, 26 de febrero de 2019), alimentándose de los brotes de especies nativas vegetales que encuentran e inhibiendo la regeneración de la vegetación (Flores-Martínez *et al.*, 2013a; PNUD México, 2018). Por otra parte, la SAGARPA (actualmente SADER), durante el ejercicio fiscal 2012, impulsó la cría de ganado bovino en las zonas de influencia de la RB Sian Ka'an, para el aprovechamiento de su carne (SAGARPA, 2013), lo que ha generado la modificación del uso de suelo (Álvarez-Romero *et al.*, 2008), así mismo, se impulsó el desarrollo de sistemas silvopastoriles en los que se emplearon plantas leñosas perennes exóticas (árboles y/o arbustos) como cercos vivos para crear callejones, sombra y cortinas rompe vientos con el fin de maximizar la producción pecuaria (SAGARPA, 2013).

En este sentido, uno de los problemas más extendidos en la Reserva, es el uso de la casuarina o pino de mar (*Casuarina equisetifolia*) para estos objetivos. Este árbol se distribuye principalmente en las dunas costeras y el manglar (García & Martínez, 1993), con presencia importante en la Bahía Espíritu Santo (SEMARNAT-CONANP, 2014). Es muy tolerante a las condiciones salinas, pero crece mejor en suelos ácidos arenosos y crece rápidamente durante el tiempo de calor (GISD, 2019b). Puede reproducirse vegetativamente, aunque su principal método de reproducción es por semillas (Rentería *et al.*, 2007). Su introducción y dispersión se ha derivado de su uso para la estabilización de dunas, del establecimiento de cercas vivas, la rehabilitación de suelos afectados por la sal,

la estabilización del banco ripario y para drenar zonas húmedas (Von Carlowitz *et al.*, 1991). Asimismo, la casuarina (*Casuarina equisetifolia*) también es utilizada para mejorar la productividad del suelo por medio de la fijación del nitrógeno (Ortiz, 2013).

Una vez establecida, esta especie altera radicalmente la penetración de la luz, la temperatura, y la composición química del hábitat costero, pues su hojas al caer, forman en el suelo una alfombra que inhibe el crecimiento y desplaza a otras especies de plantas como el bejuco rastrero (*Erenodea littoralis*), la uva de mar (*Coccoloba uvifera*), la palma Chit (*Thrinax radiata*) y las cuatro especies de mangle (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erecta*), lo que resulta en la degradación de los ecosistemas que sirven, por ejemplo, como sitios de anidación de tortugas marinas y de los cocodrilos americanos; dejando como resultado un suelo ecológicamente estéril y susceptible a la erosión (Bezaury, 1989 y 1990; García & Martínez, 1993; Rentería *et al.*, 2007).

Por otra parte, la entonces SAGARPA apoyó la cría de tilapias exóticas (*Oreochromis mossambicus*) en la zona de influencia de la Reserva, y aunque no se han registrado en vida libre, como especie de potencial introducción constituyen un riesgo latente pues se conoce que causan el desplazamiento, afectación y desaparición de especies endémicas con alto grado de especialización, al competir por el hábitat, sitios de reproducción, nichos ecológicos y alimento, causando un gran desequilibrio ambiental en ecosistemas de agua dulce (PNUD México, 2017). Al respecto, recientemente, en 2018, se implementaron talleres sobre la biología de la Tenguayaca (*Petenia splendida*), como especie nativa, para fomentar su cultivo en el marco de un proyecto de reconversión productiva de Tilapia de Mozambique (*Oreochromis mossambicus*) (PNUD México, 2018). Estos talleres fueron dirigidos a un grupo de 10 productores acuícolas para sensibilizarlos con respecto al impacto ambiental, social y económico que tienen las especies exóticas invasoras sobre los ecosistemas de la RB Sian Ka'an.

En cuanto a las EEI ligadas al turismo, se encuentra el caso de la introducción de palmas de coco (*Cocos nucifera*) pese al conocimiento sobre su capacidad de colonizar grandes extensiones. Esta especie se utiliza ampliamente con fines ornamentales en las casas, hoteles, clubes de pesca y restaurantes de las zonas costeras, entre otros. Por ser árboles que alcanzan gran altura, interfieren principalmente en la captación de luz de las especies locales como el guayacán amarillo (*Tabebuia chrysantha*) y la palma chit (*Thrinax radiata*), ambas Amenazadas conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Flores-Martínez *et al.*, 2013a; Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT 2010).

Esta especie, además, es el principal hospedero de la especie exótica invasora ácaro rojo de las palmas (*Raoiella indica*) y la plaga nativa del picudo negro (*Rhynchophorus palmarum*), especies que atacan, a su vez, a otras palmas nativas, provocando fuertes impactos ecológicos (Ortiz, 2013). Es decir, las palmas nativas están expuestas al efecto combinado de la palma de coco, del ácaro rojo y del picudo negro.

*d) Capacidad administrativa y operativa del ANP limitadas*

Además de las causas mencionadas anteriormente, en la RB Sian Ka'an no se cuenta con los fondos financieros requeridos que permitan contar con personal suficiente, capacitado y dedicado exclusivamente a la prevención, control y erradicación de las poblaciones de EEI. Lo anterior resulta en la intermitencia de las acciones, dificultando su eficiencia e impidiendo que se genere un impacto positivo, a mediano y a largo plazo, en la formación y concientización de la población sobre el tema.

Esta falta de recursos, aunada a una débil cooperación intra e interinstitucional, tanto con el sector gubernamental ambiental como con el sector académico, también se refleja en que los programas de monitoreo biológico y de apoyo a la investigación sean insuficientes para la generación de conocimiento especializado sobre el impacto de las EEI en la biodiversidad del ANP (PNUD México, 2019b), mismo que es necesario para que la toma de decisiones y la definición de acciones que se deben llevar a cabo estén basadas en información científica actual, fiable y de la más alta calidad.

## **5.2 Árbol de Objetivos**

A partir del árbol de problemas, donde se identifican las causas y efectos del problema principal, se generó el árbol de objetivos. Éste consiste en la representación esquemática de la situación esperada al resolver el problema. Para cada causa y efecto se indica la situación contraria. Es decir, el problema central se convierte en el objetivo principal, las causas ahora representan los medios para solucionarlo y los efectos son los fines que se persiguen. En este sentido, el árbol de objetivos será útil en el desarrollo del plan de manejo de EEI para la RB Sian Ka'an pues proporciona la información específica sobre las acciones de prevención, de control o, en su caso, de erradicación que deberán ser contempladas (Figura 2).

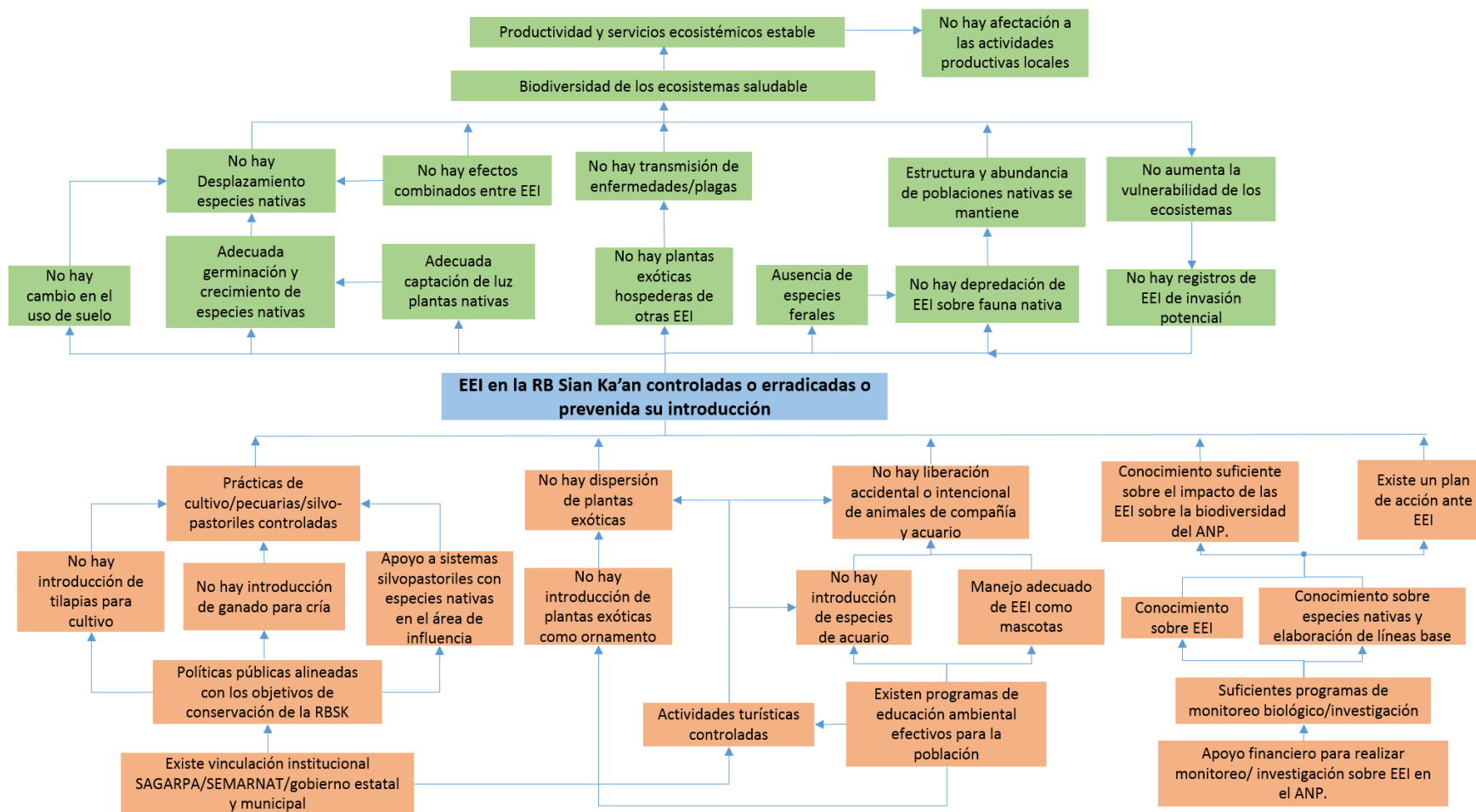


Figura 2. Árbol de objetivos para la RB Sian Ka'an. (Fuente: Elaboración propia CCC, 2019)

## 6. MATRIZ DEL MARCO LÓGICO

A partir de la información obtenida del árbol de objetivos, se construyó la Matriz del Marco Lógico (MML) (CONEVAL, 2013), misma que permite identificar en forma resumida los objetivos, establecer indicadores de resultados, así como acotar los medios para obtener y verificar la información de los indicadores y, finalmente, tener en cuenta los riesgos que pueden afectar el desempeño, en este caso, del programa de manejo que será elaborado.

La matriz consiste en los objetivos ordenados en cuatro niveles jerárquicos que de mayor a menor se denominan: Fin, Propósito, Componentes y Actividades. En la parte más alta está el nivel “Fin” que corresponde a grandes objetivos sobre los cuales el programa o proyecto contribuye, pero que están fuera de su alcance total, es decir, su consecución también depende de otros factores. El propósito constituye el objetivo o tronco central del árbol, que se enfoca en que en la RB Sian Ka'an no se den nuevas introducciones de EEI, sean erradicadas las que aún sean sujetas a ese proceso y se controlen los efectos negativos de las que ya se encuentran dentro del polígono, sobre todo en los casos que ya no sea posible la erradicación; éste es el principal propósito del plan de manejo a desarrollar en la presente consultoría. Los componentes y las actividades son objetivos que deben cumplirse para alcanzar el objetivo central de nivel propósito. De este modo, en la matriz debe cumplirse la lógica vertical, es decir: si cumplimos con las “actividades” y se cumplen sus supuestos, entonces obtenemos los “componentes”, y si se cumplen los supuestos de éstos, llegamos al “propósito”, que de lograrse contribuiría al “fin”.

Cabe destacar que esta matriz será retomada y complementada durante la redacción del plan de manejo de EEI en el ANP. Debido a que éste es un documento dinámico, en este momento se toma como base la problemática identificada actualmente para presentar las acciones concretas que contendrá el plan de manejo, así como los medios de evaluación de la implementación de dicho plan. Por lo tanto, los indicadores, su periodicidad y medios de verificación serán desarrollados a mayor profundidad en el producto 5 de esta consultoría y, de ser necesario, la matriz aquí presentada será modificada.

Tabla 2. Matriz de Marco Lógico para la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

Nivel	Resumen narrativo	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<b>Fin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos en la RB Sian Ka'an.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grado de Integridad Ecosistémica en la RB Sian Ka'an.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resultados del Índice de Integridad Ecosistémica con base en el Sistema Nacional de Monitoreo de Biodiversidad de la CONABIO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se tiene acceso a los reportes anuales de la CONABIO acerca de las condiciones de integridad ecosistémica en México.</li> </ul>
<b>Propósito</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la RB Sian Ka'an son</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje de reducción de las</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informes periódicos de los</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se cuenta con programas</li> </ul>



Nivel	Resumen narrativo	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
	erradicadas, se mantienen controladas o se previene la introducción de EEI.	poblaciones de las EEI en comparación con línea base determinada (# de EEI presentes conocido en "X" año).	programas estratégicos de control y monitoreo de EEI.	estratégicos de control y monitoreo de EEI en la RB Sian Ka'an llevados a cabo por expertos.
<b>Componentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de estrategias de prevención implementado.</li> <li>Programa de conocimiento y monitoreo de EEI y su afectación a especies nativas y ecosistemas de la RB Sian Ka'an y su área de influencia, implementado.</li> <li>Programa de control, erradicación y restauración de ecosistemas, implementado.</li> <li>Plan de establecimiento de buenas prácticas productivas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de EEI potenciales detectadas a través del Sistema de Detección Temprana y Respuesta Rápida (DTRR).</li> <li>Porcentaje de EEI de las que se conoce a detalle los efectos que generan.</li> <li>Porcentaje de efectividad de las actividades de restauración de ecosistemas.</li> <li>Porcentaje de efectividad de las buenas prácticas productivas implementadas, en comparación con la línea base conocida a partir del diagnóstico realizado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informes técnicos con los avances del Sistema de Detección Temprana y Respuesta Rápida (DTRR).</li> <li>Reportes técnicos del programa de investigación y monitoreo de EEI.</li> <li>Reportes técnicos de las actividades de restauración de ecosistemas.</li> <li>Informes técnicos del Plan de buenas prácticas productivas de la RB Sian Ka'an.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se cuenta con infraestructura y personal capacitado para desarrollar las actividades y los planes y programas propuestos.</li> <li>Se cuenta con la asistencia y participación activa de autoridades representantes de las diversas instancias involucradas en el tema de EEI.</li> <li>Se cuenta con la participación activa y colaboración de entidades del sector académico y asociaciones civiles.</li> </ul>

Nivel	Resumen narrativo	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Educación Ambiental y Participación Social dirigido a todos los sectores de la población en la RB Sian Ka'an y su área de influencia implementado.</li> <li>Programa de gestión y vinculación institucional fortalecido y activo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proporción de la población por sectores con al menos un curso sobre educación ambiental con el componente de EEI.</li> <li>Número de instituciones con vínculos activos con el ANP.</li> <li>Porcentaje de cofinanciamiento y presupuesto etiquetado del ANP para atender el tema de EEI.</li> <li>Porcentaje del personal del ANP asignado a atender el tema de EEI.</li> <li>Número de convenios establecidos entre el ANP e instituciones académicas o asociaciones civiles para la implementación de proyectos de investigación en el tema de EEI.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informes técnicos con los avances de la ejecución de los programas de educación ambiental con el componente de EEI dirigidos a todos los sectores de la población en el área de influencia de la RB Sian Ka'an.</li> <li>Minutas y acuerdos alcanzados, de las reuniones con las diversas instituciones vinculadas en materia de EEI.</li> <li>Listas de asistencia y minutas de reuniones con las diversas instituciones vinculadas en materia de EEI.</li> <li>Reportes presupuestales del ANP.</li> <li>Reportes de actividades del personal del ANP.</li> <li>Reportes periódicos de las actividades realizadas como parte de los convenios entre el ANP y el sector académico.</li> </ul>	

El apartado respectivo a las actividades corresponde a las acciones necesarias para obtener los componentes y será desarrollado en el siguiente producto de la consultoría: el plan de manejo de EEI de la RB Sian Ka'an.

## 7. CONCLUSIONES

De acuerdo con la Actividad 3 de este servicio de consultoría (PNUD México, 2019b), de la lista de EEI presentes en la RB Sian Ka'an (101) se han priorizado 23 especies: 10 son exóticas invasoras, 4 son nativas con comportamiento invasor y 9 son exóticas invasoras con distribución potencial.

Con base en dicha priorización y a partir de la Metodología del Marco Lógico se detectaron las principales causas y efectos de la problemática de EEI en la RB Sian Ka'an. Entre las causas más importantes se pueden listar la falta de un sistema de DTRR, apoyo financiero insuficiente para la realización de programas de monitoreo e investigación sobre EEI; la inexistencia de un programa de educación ambiental integral frente a las EEI; así como problemas de políticas públicas descoordinadas y actividades productivas incongruentes con los objetivos de conservación del ANP.

En primera instancia, en la RB Sian Ka'an las acciones que se han realizado con relación al tema de EEI se han enfocado en el control de las especies de las que se han evidenciado daños, tanto a la biodiversidad como al ecosistema y a las actividades productivas locales; éstas específicamente han estado dirigidas al control de la casuarina (*Casuarina equisetifolia*), del ácaro rojo (*Raoiella indica*), del picudo negro (*Rhynchophorus palmarum*) y del pez león (*Pterois volitans* y *P. miles*). Es importante resaltar que de las 17 especies invasoras con distribución potencial identificadas y que resultaron con alta prioridad (ver PNUD México, 2019c), 10 están registradas cerca del ANP o en el estado de Quintana Roo, tres en Campeche y/o Yucatán, tres en otros estados (Jalisco, Morelos, Chiapas y Tabasco), y una especie en países del Caribe.

En segunda instancia, se identificó que la escasa conciencia ambiental que existe en los diversos sectores de la población sobre EEI, es un factor clave que favorece la introducción de especies exóticas al ANP y en consecuencia se convierte en uno de los detonantes de los impactos que estas generan. Por una parte, por el uso o tenencia irresponsable de EEI como factor de introducción de estas al ambiente y, por otra, al constituir un vacío en los fundamentos técnicos y biológicos de las políticas públicas impulsadas tanto en el pasado como en el presente, en la RB Sian Ka'an y su área de influencia, constituyendo, también, una vía de entrada y dispersión de EEI.

Por lo anterior, es imperativo fortalecer la gestión para la consecución de recursos, tanto económicos como humanos, que permitan tener la capacidad de desarrollar mayores acciones en cuanto al monitoreo biológico y de apoyo a proyectos de investigación; generar el conocimiento especializado, aún escaso, para la mayoría de las especies exóticas invasoras, principalmente de aquellas identificadas como prioritarias, sobre todo con respecto a sus efectos en el ecosistema y en las especies nativas de la Reserva,

especialmente aquellas endémicas y/o bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010; y la implementación del Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida que se encuentra en desarrollo para las EEI de alto impacto registradas en la Reserva y sobre todo para aquellas que se consideran de potencial introducción.

Así mismo, se estima necesario reforzar y consolidar la educación ambiental en materia de EEI, asegurando que sea integral, accesible y dirigida a todos los actores involucrados, desde la sociedad civil hasta el personal de instituciones que tengan interacción con el ANP. Entre estas últimas, se pueden mencionar los Gobiernos Estatal y Municipal, la Comisión Nacional Forestal, Organizaciones de la Sociedad Civil como Amigos de Sian Ka'an A. C. y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A. C., las Sociedades Cooperativas Pesqueras, así como instituciones académicas y de investigación como El Colegio de la Frontera Sur-Unidad Chetumal, los Institutos Tecnológicos Superiores de Chetumal y de Felipe Carrillo Puerto y la Universidad de Quintana Roo; esperando que estos esfuerzos se vean reflejados en prácticas responsables de manejo tanto en actividades productivas como en la tenencia particular de EEI, en las que se adopten medidas de bioseguridad y prevención; así como en la generación e implementación de políticas públicas respaldadas con la información científica y técnica más reciente y de alta calidad, que sean congruentes con los objetivos de conservación del ANP.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Perera, A. & Carrillo-Flota, E.** 2014. Revisión sobre la invasión del pez león en el Sureste del Golfo de México. En: Low-Pfeng, A., Quijón, P. & Peters-Recagno, E. (eds.). Especies Invasoras Acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México. México, D.F. SEMARNAT-INECC-UPEI. 643 p.
- Aguilar-Perera, A. & Tuz-Sulub, A.** 2010. Non-native, invasive red lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus 1758]: Scorpaenidae) in first recorded in the southern Gulf of Mexico, off the northern Yucatan Peninsula, Mexico. Aquatic Invasions 5:S9-S12.
- Álvarez-Romero, J. G., Medellín, A., Oliveras de Ita, A., Gómez de Silva, H. & Sánchez, O.** 2008. Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, UNAM, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F., 518 pp.
- Ángeles-Solís, D.** 2011. Programa de control del pez león en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. 42 p.
- Ángeles-Solís, D.** 2012. Programa de control del pez león (*Pterois* spp.) en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an fase II. 32 p.
- Ángeles-Solís, D., Gómez-Hernández, Y., Ortiz-Moreno, A. O. & Sosa-Cordero, E.** 2014. Programa de control del pez león *Pterois volitans* (Linnaeus 1758) en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. En: Low-Pfeng, A., Quijón, P. & Peters-Recagno, E. (eds.). Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México. México, D. F. SEMARNAT-INECC-UPEI. 643 p.

- Bezaury, C. J.** 1989. La casuarina, una amenaza a la flora y fauna de nuestras costas. Boletín Amigos de Sian Ka'an. No. 5. Dic. 1989.
- Bezaury, C. J.** 1990. Censos aéreos para la ubicación de las zonas invadidas por casuarina en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. Amigos de Sian Ka'an A.C.
- C.C.A. (Comisión para la Cooperación Ambiental).** 1999. Áreas importantes para la conservación de las aves de América del norte. CCA: Canadá. 180 p. ISBN: 292-230-5430
- Catford, J. A., Jansson, R. & Nilsson, C.** 2009. Reducing redundancy in invasion ecology by integrating hypothesis into a single theoretical framework. *Diversity and Distributions*. 15 (1), 22-40.
- Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras.** 2010. Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México: prevención, control y erradicación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad).** 2017a. Evaluación rápida de invasividad de *Pterois volitans*. Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México. Fecha de actualización: 23 de mayo de 2017.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad).** 2017b. Evaluación rápida de invasividad de *Felis catus*. Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México. Fecha de actualización: Fecha de actualización 1 de marzo de 2017.  
[http://enciclovida.mx/pdfs/exoticas\\_invasoras/Felis%20catus.pdf](http://enciclovida.mx/pdfs/exoticas_invasoras/Felis%20catus.pdf)
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad).** 2018. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Registros de ejemplares. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- CONABIO (Comisión Nacional Para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad).** 2019. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fecha de actualización: 2019.  
<https://www.biodiversidad.gob.mx/invasoras>
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas).** 2019. Convocatorias para Proyectos GEF de Especies Invasoras. Fecha de publicación 14 de enero de 2019.  
<https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/convocatorias-para-proyectos-gef-de-especies-invasoras>
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social).** 2013. Guía para la elaboración de la matriz de indicadores para resultados. México, D.F. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. 63 p.
- D.O.F. (Diario Oficial de la Federación).** 1986. DECRETO por el que declara como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales la superficie denominada Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, ubicada en los Municipios de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo. 20 de enero de 1986.
- D.O.F. (Diario Oficial de la Federación).** 2000. ACUERDO que tiene por objeto dotar con una

categoría acorde con la legislación vigente a las superficies que fueron objeto de diversas declaratorias de áreas naturales protegidas emitidas por el Ejecutivo Federal. 7 de junio de 2000.

- Flores-Martínez, J. J., García-Ruíz, G., Gutiérrez-Granados, G., González-Salazar, C., Lira-Charco, E. & Espino-Ocampo, M.** 2013. Ficha técnica RB Sian Ka'an presentada a la CONABIO y a PNUD en el marco del proyecto GEF "Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras".
- Flores-Martínez J. J., García-Ruíz, G., Gutiérrez-Granados, G., González-Salazar, C., Lira-Charco, E. & Espino-Ocampo, M.** 2013a. Mesa de trabajo con el personal de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, CONANP. En: Cuestionario de Mesa de trabajo 1, para el Proyecto "Consultoría para una evaluación de la problemática de especies exóticas invasoras en 18 Áreas Naturales Protegidas (ANP), a fin de seleccionar 9 de ellas para la ejecución de actividades piloto para el manejo integrado de las especies exóticas invasoras". IB-CONABIO-CONANP. México, D. F. s/p
- García, B. G. & Martínez, C. B.** 1993. Programa de Erradicación de *Casuarina* sp. en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Estado de Quintana Roo, México. Amigos de Sian Ka'an A.C. Documento Interno.
- GISD (Global Invasive Species Database).** 2019a. Species profile: *Canis lupus*. Fecha de actualización: 02 de abril de 2019  
<http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=146>
- GISD (Global Invasive Species Database).** 2019b. Species profile: *Casuarina equisetifolia*. Fecha de actualización: 02 de abril de 2019.  
<http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=365>
- GISP (Global Invasive Species Program).** 2007. Invasive Alien Species and Protected areas: A Scoping Report. Scoping the scale and nature of invasive alien species threats to protected areas, impediments to IAS management and mean to address those impediments. Fecha de actualización: marzo de 2007.  
[http://www.issg.org/pdf/publications/GISP/Resources/IAS\\_ProtectedAreas\\_Scoping\\_I.pdf](http://www.issg.org/pdf/publications/GISP/Resources/IAS_ProtectedAreas_Scoping_I.pdf)
- Gómez del Río, E., Mendoza-Cuenca, L. & Caballero-Vázquez, J.** 2018. Curiosidad pez león invasión al descubierto. Ciencia UANL. 21 (87).
- Gómez-Lozano, R., Anderson, L., Akins, J.L., Buddo, D.S.A., García-Moliner, G., Gourdin, F., Laurent, M., Lilyestrom, C., Morris, J.A., Ramnanan, N. & Torres, R.** 2013. Regional Strategy for the Control of Invasive Lionfish in the Wider Caribbean. International Coral Reef Initiative, 31 p.
- IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua).** 2007. Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México. Jiutepec, Morelos. IMTA, CONABIO, GECI, AridAmérica, The Nature Conservancy.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature).** 2018. The IUCN red list of threatened species. Versión 2018.2 Fecha de actualización: 10 de septiembre de 2018.  
<http://www.iucnredlist.org/>.

- Koleff, P., González, A. I., & Mendoza, R.** 2012. Subsistema de información sobre especies invasoras. *Biodiversitas*. 100, 10-11.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. & De Poorter, M.** 2004. 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el Grupo de Especialistas de Especies Invasoras (GEEI), un grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).
- Martínez, O.** 2015. Fauna feral amenaza a las áreas y especies protegidas. *Novedades de Quintana Roo*. 16 de marzo de 2015. Última actualización: 29 de junio de 2019. <https://sipse.com/novedades/fauna-feral-amenaza-a-las-areas-y-especies-protegidas-142289.html>
- Mesa de trabajo con el personal de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, CONANP.** 2013. En: Cuestionario de Mesa de trabajo 1, para el Proyecto "Consultoría para una evaluación de la problemática de especies exóticas invasoras en 18 Áreas Naturales Protegidas (ANP), a fin de seleccionar 9 de ellas para la ejecución de actividades piloto para el manejo integrado de las especies exóticas invasoras". IB-CONABIO-CONANP. México, D. F.
- Morris, J.A., Jr. (Ed.).** 2013. El pez león invasor: guía para su control y manejo. Gulf and Caribbean Fisheries Institute Special Publication Series, No. 2, Marathon, Florida, USA. 126 pp.
- 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 (D.O.F. 30 diciembre, 2010).
- Ortiz, A. O.** 2013. Director de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. Comunicación personal. En: Cuestionarios y formatos de información diseñados por el Instituto de Biología, UNAM para el proyecto "Consultoría para una evaluación de la problemática de especies exóticas invasoras en 18 Áreas Naturales Protegidas (ANP), a fin de seleccionar 9 de ellas para la ejecución de actividades piloto para el manejo integrado de las especies exóticas invasoras".
- PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo).** 2017. Plan de reconversión productiva de Tilapia de Mozambique por Tenguayaca en la población de Andrés Quintana Roo, comunidad limítrofe a la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Plan de Trabajo. Proyecto GEF 00089333 "Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI. Bayona-Miramontes, A. ECONCIENCIA A.C. pp.19.
- PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo).** 2018. Talleres de Capacitación Sobre la Biología y Cultivo de la Tenguayaca (*Petenia splendida*) en la población de Andrés Quintana Roo. Servicio de consultoría para la elaboración de un Plan de reconversión productiva de Tilapia de Mozambique por Tenguayaca en la población de Andrés Quintana Roo, comunidad limítrofe a la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Proyecto 00089333 "Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación



de la Estrategia Nacional de EEI". Bayona—Miramontes, A., Santander—Cruz, I. & Briceño—Domínguez, D. ECONCIENCIA A.C. Playa del Carmen, Quintana Roo, México. 46pp + 4 Anexos.

**PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo).** 2019a. Ficha de Especies de Especies Exóticas y/o Exóticas Invasoras de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. Servicio de consultoría para establecer los Planes de Manejo de Especies Exóticas Invasoras en las áreas naturales protegidas: Los Tuxtlas, Sian Ka'an, Cañón del Sumidero y Valle de Bravo. Proyecto GEF 00089333 "Aumentar las capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI". Flores-Martínez, J. J., Rodríguez-Medina, R., C. González-Martínez, Zepeda-Martínez, V. N., Muñoz-Rodríguez, C. J. & Sánchez-Cordero, V. Ciencia y Comunidad por la Conservación, A. C. Ciudad de México, México.

**PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo).** 2019b. Mesa de trabajo con personal de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. Servicio de consultoría para establecer los Planes de Manejo de Especies Exóticas Invasoras en las áreas naturales protegidas: Los Tuxtlas, Sian Ka'an, Cañón del Sumidero y Valle de Bravo. Proyecto GEF 00089333 "Aumentar las capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI". Flores-Martínez, J. J., R. Rodríguez-Medina, C. González-Martínez, V. N. Zepeda-Martínez, C. J. Muñoz-Rodríguez & V. Sánchez-Cordero. Ciencia y Comunidad por la Conservación, A.C. Ciudad de México, México.

**PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo).** 2019c. Lista priorizada de EEI en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. Servicio de consultoría para establecer los Planes de Manejo de Especies Exóticas Invasoras en las áreas naturales protegidas: Los Tuxtlas, Sian Ka'an, Cañón del Sumidero y Valle de Bravo. Proyecto GEF 00089333 "Aumentar las capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI". Flores-Martínez, J. J., R. Rodríguez-Medina, C. González-Martínez, V. N. Zepeda-Martínez, C. J. Muñoz-Rodríguez & V. Sánchez-Cordero. Ciencia y Comunidad por la Conservación, A.C. Ciudad de México, México.

**Rentería, J. L., Atkinson, R. & Buddenhagen, C.** 2007. Estrategias para la erradicación de 21 especies de plantas potencialmente invasoras en Galápagos. Fundación Charles Darwin. Departamento de Botánica. Programa de Especies Invasoras en Galápagos.

**SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación).** 2013. Lista de beneficiarios del programa PROGAN para el estado de Quintana Roo. Fecha de actualización: marzo de 2013.

[http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/PROGAN\\_12/progran\\_groo\\_2012.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/PROGAN_12/progran_groo_2012.pdf)

**Sarukhán, J., Carabias, J., Koleff, P. & Urquiza-Hass, T.** 2012. Capital natural de México: Acciones estratégicas para su valoración, preservación y recuperación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

**SEMARNAT-CONANP (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas).** 2014. Programa de Manejo Complejo Sian



Proyecto GEF-EEI Servicio de consultoría para establecer los Planes de Manejo de Especies Exóticas Invasoras en las áreas naturales protegidas: Los Tuxtlas, Sian Ka'an, Cañón del Sumidero y Valle de Bravo.

Ka'an: Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an. México. 481 pp.

**Thresher, R.E.** 1984. Reproduction in Reef Fishes. T.F.H. Publishing, Neptune City, NJ.

**Vitousek, P.** 1997. Biological invasions as global environmental change. *American Scientist* 84(5): 468-478.

**Von Carlowitz, P.G., Wolf, G.V. & Kemperman, R.E.M.** 1991. The Multipurpose and Shrub Database. An Information and Decision-Support System. Manual, Versión 1.0. ICRAF. Nairobi Kenia.