

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.

Proyecto GEF-PNUD 089333 “Aumentar las capacidades nacionales para el manejo de las especies exóticas invasoras (EEI) a través de la implementación de la Estrategia Nacional”



**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 2

FICHA ACTUALIZADA: RESERVA DE LA BIOSFERA SIAN KA'AN

JULIO, 2019

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



“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. Ficha actualizada: Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

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 estas 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. Ficha actualizada: 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. 25pp +1 Anexo.

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 el 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.

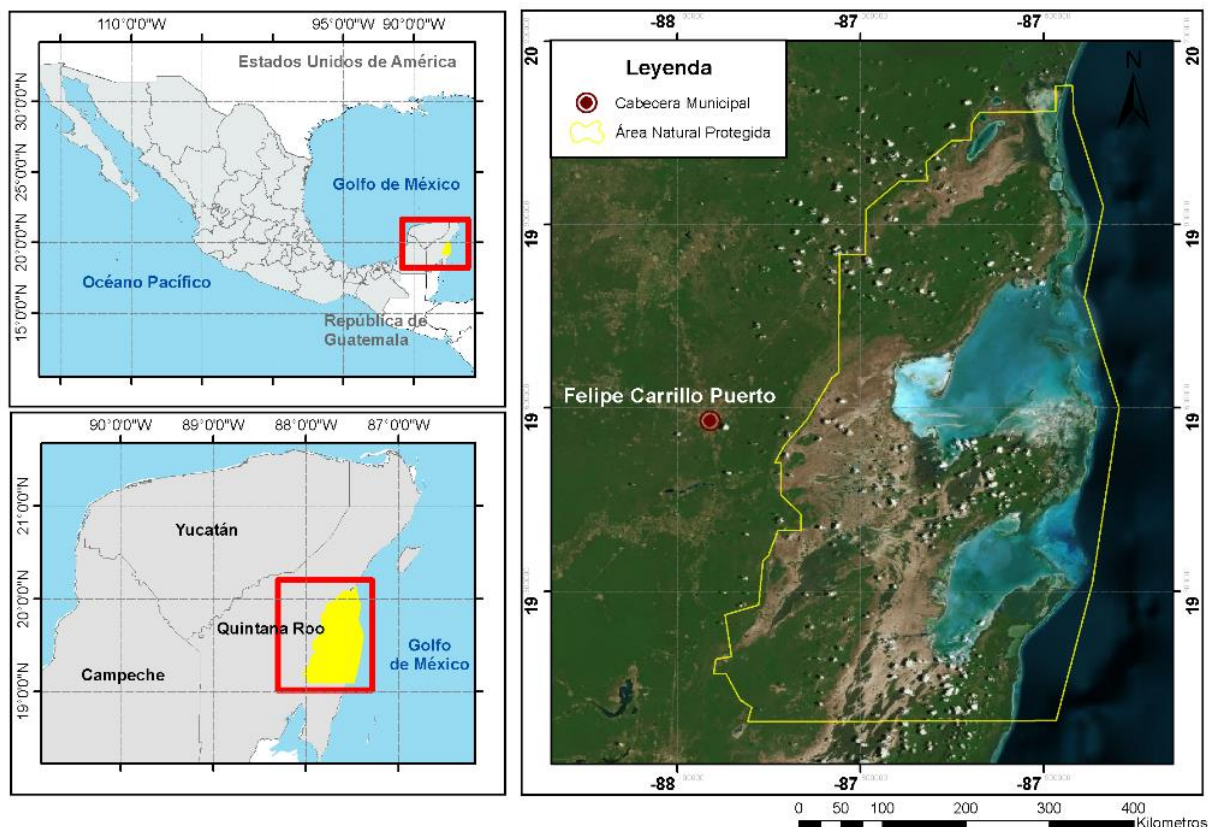
Meta 2.2 Programas y planes de acción en operación para la erradicación, manejo de especies invasoras más nocivas, y mitigación de sus impactos.

- 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.

Reserva de la Biosfera Sian Ka'an

Elaboración: julio de 2019

DATOS GENERALES



Ubicación:	Estado de Quintana Roo. Municipios de Felipe Carrillo Puerto, Bacalar y Tulum.
Región CONANP:	Península de Yucatán y Caribe Mexicano
Fecha de decreto:	20 de enero de 1986
Fecha de recategorización:	07 de junio de 2000
Superficie:	528,147.66 hectáreas
Ambiente:	Acuático y terrestre
Ecosistemas:	Manglar, lagunas costeras, selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia, dunas costeras, vegetación hidrófila (SEMARNAT-CONANP, 2014).
Designaciones internacionales:	Sitio del Patrimonio Mundial de la Humanidad por la UNESCO MAB- Programa del Hombre y la Biosfera Sitio RAMSAR - 1329 Reserva de la Biosfera de la UNESCO

ESTADO DEL CONOCIMIENTO

Especies de importancia global

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an se encuentran listadas 142 especies de flora y fauna en alguna categoría de riesgo; de las cuales ocho son endémicas. Del total de estas especies, 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 (CE), cinco en Peligro (E), ocho Vulnerables (VU), 12 Casi Amenazadas (NT) y 96 como Preocupación Menor (LC). Cabe resaltar que tanto la norma oficial mexicana 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)

Especies Exóticas / Exóticas Invasoras / Nativas con comportamiento invasor / Exóticas Invasoras con Distribución potencial.

Hasta marzo de 2019, mediante la revisión de literatura disponible y trabajo con personal de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RB Sian Ka'an) se han identificado 82 especies, de las cuales: 41 son Especies Exóticas, 26 Especies Exóticas Invasoras, siete Nativas con comportamiento invasor y ocho exóticas invasoras con potencial introducción. A estas últimas, se les podrían añadir 19 especies más de presencia potencial en el ANP derivada del trabajo de modelado de nicho ecológico realizado en el marco del Proyecto GEF Invasoras (véase el anexo I). La mayoría de las especies son plantas (49), seguido de otros invertebrados (6), peces (6), aves (5), mamíferos (5), crustáceos (4), insectos (3), reptiles (2) y algas (2). En el cuadro 1 se enlistan dichas especies.

Cuadro 1. Listado taxonómico de Especies Exóticas, Exóticas Invasoras, Nativas con comportamiento invasor y Exóticas Invasoras con Distribución potencial. En negrita se presentan los registros nuevos para el Área Natural Protegida en comparación con el trabajo de Flores—Martínez et al., 2013. Cada nombre científico está ligado a una página web en donde se encuentra información biológica y ecológica de la especie.

Orden	Familia	Género y especie	Nombre común	Categoría
ALGAS				
Fucales	Sargassaceae	<i>Sargassum fluitans</i>	Sargazo flotante	Nativas con comportamiento invasor ²
		<i>Sargassum natans</i>	Sargazo nadador	Nativas con comportamiento invasor ²
PLANTAS				
Aspargales	Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i>	Cebolla	Exótica ²⁸
Asterales	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	Chinita, cerraja, achicoria	Exótica ^{1, 19}
	Goodeniaceae	<i>Scaevola taccada</i>	Lechuga de mar	Exótica ^{1, 28}
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Hylocereus undatus</i>	Pitahaya	Exótica ²⁸

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.

Orden	Familia	Género y especie	Nombre común	Categoría
	Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i>	Bugambilia	Exótica ^{1, 28}
Cucurbitales	Cucurbitaceae	<i>Lagenaria siceraria</i>	Amapola, flor de bule, acocote, calabaza, calabaza de peregrinos, guaje, tecomate	Exótica ^{1, 6}
		<i>Luffa cylindrica</i>	Calabaza melón, estropajo	Exótica ^{1, 13}
Ericales	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito español; chi' keejil, ni' keej	Exótica ^{1, 20}
Fabales	Fabaceae	<i>Lens culinaris</i>	Lenteja	Exótica ^{1, 17}
		<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	Exótica ^{1, 28}
Gentianales	Rubiaceae	<i>Morinda citrifolia</i>	Noni	Exótica ²⁸
	Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	Adelfa, adelfa blanca, clavelito, laurel, laurel rosa, narciso, narciso laurel, rosa, rosa adelfa, rosa laurel, rosa laurel blanca	Exótica ^{1, 19}
Lamiales	Plantaginaceae	<i>Russelia equisetiformis</i>	Coralillo, cola de caballo	Exótica ^{1, 27c}
Malvales	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Tulipán, amapola, campana, flor de araña, gachupín, mar pacífico, rosa china, tulipán moteado	Exótica ^{1, 6}
Myrtales	Lythraceae	<i>Punica granatum</i>	Granada, campanilla, granada roja, granado, granado enano	Exótica ^{1, 17}
Poales	Bromeliaceae	<i>Ananas comosus</i>	Piña	Exótica ^{1, 28}
	Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i>	Juncia real, cebollín	Exótica ^{1, 7}
	Poaceae	<i>Chloris barbata</i>	Am su'uk, finger grass	Exótica ^{1, 21}
		<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Zacate estrella de África	Exótica ^{1, 28}
		<i>Digitaria ciliaris</i>	Pasto pangola	Exótica ²⁰
		<i>Eustachys petraea</i>	Malojilla, barbas de indio, zacate	Exótica ^{1, 19}
		<i>Panicum maximum</i>	Escoba, hoja fina, privilegio, rabo de mula, zacate, zacate guineo	Exótica ⁸
		<i>Sorghum bicolor</i>	Avenilla, caña, escoba, maíz dulce, zacate gigante	Exótica ^{1, 12}
		<i>Sorghum halepense</i>	Alpiste, escoba maicera, trigo de monte, zacate, zacate Egipto, zacate Johnson	Exótica ^{1, 7}
		<i>Phragmites australis</i>	Carrizo	Exótica ^{1, 7c}
Sapindales	Rutaceae	<i>Citrus limon</i>	Limón	Exótica ²⁸
		<i>Citrus reticulata</i>	Mandarino real	Exótica ²⁸
		<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	Exótica ²⁸
	Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Guaya, mamoncillo	Exótica ²⁸
	Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Pirul brasileño	Exótica ¹⁵
Solanales	Solanaceae	<i>Capsicum chinense</i>	Chile habanero	Exótica ²⁸
Zingiberales	Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Banano, plátano	Exótica ²⁸

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.

Orden	Familia	Género y especie	Nombre común	Categoría
Apiales	Apiaceae	<i>Centella asiatica</i>	Gotu cola, oreja de ratón	Exótica invasora ^{1, 25}
Arecales	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Cocotero, palma de coco, coco	Exótica invasora ^{1, 17}
Fabales	Fabaceae	<i>Albizia lebbbeck</i>	Acacia amarilla, cabellos de ángel	Exótica invasora ⁷
Fagales	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Pino de mar, ciprés, casuarina	Exótica invasora ^{1, 20}
Gentianales	Apocynaceae	<i>Catharanthus roseus</i>	Chula, vicaria roja, jabonera	Exótica invasora ^{1, 9}
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, ricino	Exótica invasora ^{1, 26}
Myrtales	Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	Almendro de la India, almendro de tierra caliente	Exótica invasora ^{1, 7}
Poales	Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Carrizo, caña gigante	Exótica invasora ⁷
		<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Gramma, pasto pata de pollo, pata de cuervo, pata de pollo, zacate egipcio, zacate grama	Exótica invasora ^{1, 7}
		<i>Eleusine indica</i>	Escobilla, pata de gallina, pata de gallo, zacate	Exótica invasora ^{1, 20}
Rosales	Rhamnaceae	<i>Colubrina asiatica</i>	Colubrina, almendro	Exótica invasora ^{1, 20}
Saxifragales	Crassulaceae	<i>Bryophyllum pinnatum</i>	Tronadora	Exótica invasora ⁷
Laurales	Lauraceae	<i>Cassytha filiformis</i>	Fideo de monte	Nativa con comportamiento invasor ²⁹
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Pegajosa, contrahierba, lechero	Nativa con comportamiento invasor ⁷
Polypodiales	Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Helecho negro	Nativa con comportamiento invasor ¹¹
Alismatales	Hydrocharitaceae	<i>Halophila stipulacea</i>	Pasto marino	Exótica invasora con distribución potencial ²⁸
Poales	Poaceae	<i>Pennisetum purpureum</i>	Pasto elefante	Exótica invasora con distribución potencial ^{28, 30}
INSECTOS				
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera scutellata</i>	Abeja melífera africanizada	Exótica invasora ^{1, 4}
Coleoptera	Dryophthoridae	<i>Rhynchophorus palmarum</i>	Picudo negro	Nativa con comportamiento invasor ⁷
Lepidoptera	Pyralidae	<i>Cactoblastis cactorum</i>	Palomilla del nopal	Exótica invasora con distribución potencial ^{24,27}
CRUSTÁCEOS				
Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Mesocyclops aspericornis</i>	Copépodo	Exótica ^{1, 27}
		<i>Mesocyclops thermocyclopoides</i>	Copépodo	Exótica ^{1, 27}

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.

Orden	Familia	Género y especie	Nombre común	Categoría
		<i>Mesocyclops pehpeiensis</i>	Copépodo	Exótica ^{1, 28, a}
Anomopoda	Moinidae	<i>Moina macrocopa</i>	Crustáceo	Exótica ^{1, 28, a}
OTROS INVERTEBRADOS				
Trombidiformes	Tenuipalpidae	<i>Raoiella indica</i>	Ácaro rojo	Exótica invasora ¹
Mesogastropoda	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculata</i>	Gasterópodo, molusco	Exótica invasora ^{1, 7d}
Suberitida	Suberitidae	<i>Suberites aurantiacus</i>	Esponja	Exótica ^{1, 8}
	Halichondriidae	<i>Halichondria panicea</i>	Demosponja	Exótica ^{1, 8}
Dactylogyridea	Dactylogyridae	<i>Sciadicleithrum mexicanum</i>	Helminto	Exótica ^{1, 18, c}
		<i>Sciadicleithrum bravohollisiae</i>	Platelminto	Exótica ^{1, 18, c}
PECES				
Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Membras martinica</i>	Charal escamudo, pejerrey rasposo	Nativa con comportamiento invasor ^{1, 7, e}
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Pterois volitans</i>	Pez león	Exótica invasora ^{1, 14}
		<i>Pterois miles</i>	Pez león	Exótica invasora ^{1, 14}
Perciformes	Cichlidae	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Tilapia de Mozambique	Exótica invasora con distribución potencial ^{7, b}
		<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia del Nilo	Exótica invasora con distribución potencial ^{7, b}
Siluriformes	Loricariidae	<i>Pterygoplichthys spp</i>	Pez diablo	Exótica invasora con distribución potencial ^{22, 7}
REPTILES				
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>	Anolis pardo, abaniquillo pardo	Exótica invasora ^{1, 23, d}
	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Gecko, besucona	Exótica invasora ²⁰
AVES				
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	Exótica invasora ¹
		<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma turca	Exótica invasora ¹
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	Exótica invasora ¹
Passeriformes	Estrildidae	<i>Lonchura malacca</i>	Capuchino tricolor	Exótica invasora con distribución potencial ^{16, b}
		<i>Lonchura punctulata</i>	Capuchino pecho escamoso	Exótica invasora con distribución potencial ^{1, 29}
MAMÍFEROS				

Orden	Familia	Género y especie	Nombre común	Categoría
Artiodactyla	Bovidae	<i>Bos Taurus</i>	Vaca, ganado bovino	Exótica ¹
Carnivora	Canidae	<i>Canis familiaris</i>	Perro	Exótica invasora ^{1, 7}
	Felidae	<i>Felis catus</i>	Gato, gato asilvestrado	Exótica invasora ^{1, 7}
Rodentia	Muridae	<i>Mus musculus</i>	Ratón doméstico	Exótica invasora ^{1, 15}
		<i>Rattus rattus</i>	Rata negra, rata doméstica	Exótica invasora ^{1, 23}

Notas: La categoría de especie exótica, exótica invasora, nativa con comportamiento invasor y de distribución potencial fue asignada a cada especie de acuerdo con las siguientes fuentes: ^a Especie considerada como de Distribución Potencial por varios autores, sin embargo, esta categorizada como Exótica por CONABIO (2016) a nivel nacional, ^b Especie considerada como Distribución Potencial por varios autores, sin embargo, esta categorizada como Exótica Invasora por CONABIO (2016) a nivel nacional, ^c Especie considerada como de Nativa con comportamiento invasor por varios autores, sin embargo, esta categorizada como Exótica por CONABIO (2016) a nivel nacional, ^d Especie considerada como Exótica por varios autores, sin embargo, esta categorizada como Exótica Invasora por CONABIO (2016) a nivel nacional, ^e Especie considerada como Exótica por varios autores, sin embargo, esta categorizada como Nativa Invasora por CONABIO (2016) a nivel nacional. ¹Tabla de Especies Exóticas Invasoras para México (CONABIO, 2016), ² Van-Tussenbroek, *comunicación personal*, 15 de febrero de 2019, ³ Ángeles-Solís (2012), ⁴ Cairns *et al.* (2005), ⁵ Calderón-Mandujano & Calmé (2006), ⁶ Carnevali-Fernández (2003), ⁷ CONANP (2014), ⁸ Cruz-Barraza *et al.* (2015), ⁹ DEFCQR (2014), ¹⁰ Durán-García (1998), ¹¹ Earp (2011), ¹² Espejel *et al.* (2015), ¹³ Espinosa-García (2000), ¹⁴ Estrada-Vanegas *et al.* (2015), ¹⁵ Flores-Martínez *et al.* (2013), ¹⁶ González-Jaramillo *et al.* (2016), ¹⁷ Valdez-Hernández & Islebe (2014), ¹⁸ Lamothe-Argumedo *et al.* (2003), ¹⁹ Lorea-Hernández *et al.* (2014), ²⁰ MBG (2005), ²¹ MBG (2018), ²² PNUD México (2018a), ²³ Pozo de la Tijera (1998), ²⁴ Zimmermann *et al.* (2000) ²⁵ Rioja-Nieto *et al.* (2018), ²⁶ Sosa-Ortega (1997), ²⁷ CONANP-SEMARNAT (s/f), ²⁸ PNUD México (2019a), ²⁹ Listado de especies en la RB Sian Ka'an Anexo 1 (s/f) y ³⁰ Vibrans (2009)

Impacto ecológico

Impactos a la biodiversidad

Una especie exótica invasora (EEI) que ha generado impactos ecológicos negativos es el almendro (*Colubrina asiatica*) que produce aleloquímicos que inhiben el crecimiento y la germinación de especies nativas. Esta planta tiene el potencial de invadir bermas costeras, dunas de playa y manglares (Langeland *et al.*, 2008). Dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RB Sian Ka'an) genera perturbaciones en la vegetación de las dunas costeras (Flores-Martínez *et al.*, 2013a).

Por otro lado, pese al conocimiento de la resistencia de sus semillas y la capacidad que tienen de colonizar grandes extensiones, en la Reserva se han sembrado profusamente palmas de coco (*Cocos nucifera*). Los árboles juveniles y adultos de estas palmas son más altos que la flora nativa de la zona, lo que reduce la captación de luz para las especies locales como el guayacán amarillo (*Handroanthus chrysanthus*) y la palma Chit (*Thrinax radiata*) entre otras (Flores-Martínez *et al.*, 2013a).

Además, la producción de palmas de coco está ligada al mercado turístico, ya que es una parte fundamental en la ornamentación de las casas, hoteles, clubes de pesca, restaurantes, entre otros; de esta manera es como se ha llevado también a zonas en donde habitan comunidades dentro de la Reserva. Esta dispersión facilitada genera otra problemática, pues *Cocos nucifera* es el principal hospedero de la especie exótica invasora ácaro rojo de las palmas (*Raoiella indica*) y de la plaga nativa picudo negro (*Rhynchophorus palmarum*), especies que comienzan atacando al cocotero y continúan con otras palmas de la región

provocando fuertes impactos ecológicos (Ortiz, 2013). Es decir, las palmas nativas están expuestas al efecto combinado de la palma cocotera, el ácaro rojo y el picudo negro.

Otra especie que ha generado un alto impacto en la zona costera e islas del estado de Quintana Roo es el pez león (*Pterois volitans*, *P. miles*) ya que debido a su amplio régimen de preferencia de hábitat se encuentra tanto en fondos coralinos y rocosos, como en arrecifes artificiales, manglares y praderas marinas (Morris, 2013). Del mismo modo, su dieta es bastante amplia, la cual incluye peces de arrecife de diversas tallas, principalmente juveniles y peces pequeños, así como crustáceos y moluscos; sin embargo, tiende a adaptarse rápidamente a las condiciones locales y, por tanto, a nuevos tipos de presa (CONABIO, 2017). También ha desplazado a las especies nativas debido a su comportamiento territorial y su gran capacidad de crecimiento poblacional, pues se reproduce cada cuatro días durante todo el año, poniendo de 15 a 30 mil huevos en cada desove. Además, en el Caribe parece no tener depredadores naturales, por lo que su densidad poblacional y distribución ha aumentado (Morris, 2013).

Respecto a las especies nativas con comportamiento invasor, resalta el caso del sargazo (*Sargassum fluitans* y *Sargassum natans*). Desde el año 2011 hasta la fecha, masas de sargazo han arribado en grandes cantidades al Caribe mexicano y a la RB Sian Ka'an (Van-Tussenbroek *et al.*, 2017, PNUD México, 2019a). A pesar de que ambas especies han sido reportadas para el mar Caribe desde antes del periodo citado y no son consideradas como exóticas invasoras, el patrón de explosión demográfica, la infestación y los perjuicios ecológicos son relevantes. Van-Tussenbroek *et al.* (2017) encontraron que debido a la acumulación de material en descomposición en la playa y cerca de la costa, se reduce visiblemente la penetración de la luz, hay disminución del oxígeno disuelto (hipoxia o anoxia), y aumento en la acidez del agua y eutrofización por aportes de nitrógeno. Los autores establecen que el arribo de estas masas tiene repercusiones ecológicas graves en el ecosistema: las praderas de algas marinas dominadas por *Thalassia testudinum* tienden a ser reemplazadas por una comunidad dominada por algas calcáreas rizofíticas, algas a la deriva o epífitas y los corales cercanos a la costa sufren mortalidad total o parcial.

Impactos generados por actividades productivas

En cuanto a las actividades productivas, hace más de 40 años se introdujeron vacas y toros a la RB Sian Ka'an para su aprovechamiento; sin embargo, estos fueron abandonados y actualmente los que quedan en el área son ferales (Ortiz, A.O., *comunicación, personal*, 26 de febrero de 2019). Por otra parte, la Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) –ahora Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (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 cual generó un cambio en el uso de suelo, ya que el ganado inhibe la regeneración de la vegetación (Álvarez-Romero *et al.*, 2008). Del mismo modo, dicha secretaría impulsó el programa “Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola”, el cual

dio la opción de emplear plantas leñosas perennes (árboles y/o arbustos) como cercas vivas para crear callejones, sombra y cortinas rompe vientos y de esta forma maximizar la producción pecuaria. De esta manera se fomentó el uso de la casuarina (*Casuarina equisetifolia*) como medida para mejorar la productividad del suelo por medio de la fijación del nitrógeno, promoviendo así su introducción a la Reserva (Ortiz, 2013; SAGARPA, 2013). Además, la casuarina puede encontrarse en dunas costeras y manglar, lo cual inhibe el crecimiento de la vegetación (García & Martínez, 1993), desplazando paulatinamente a la vegetación nativa de la región como el bejuco rastrero (*Ernodea 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 erectus*), lo que conduce a la degradación de estos ecosistemas (García & Martínez, 1993; Bezaury, 1989; 1990).

Por otro lado, una actividad extendida en la zona de influencia de la RB Sian Ka'an es el cultivo de tilapia (*Oreochromis mossambicus*), aunque durante los monitoreos de peces que se han realizado dentro de la Reserva no se han encontrado ejemplares en vida libre de esta especie invasora (PNUD México, 2017a). El riesgo de introducción que conlleva su cultivo representa una seria amenaza para las especies nativas, ya que se sabe que su liberación (intencional o accidental) potencialmente desplaza o merma a las especies nativas, invade nichos ecológicos y desata una gran competencia por el espacio, alimento, territorio y lugares de anidación, donde se incluyen organismos endémicos con alto grado de especialización y adaptaciones a estos ecosistemas (PNUD México, 2017a).

Impacto socioeconómico y a la salud humana

Los recursos forestales (leña, madera, postes y carbón) y otros recursos no maderables que se obtienen del ecosistema de manglar se han perdido debido al desplazamiento de la casuarina, la cual no presta los mismos servicios, ya que “la madera es quebradiza, difícil de cepillar, propensa a romperse y abrirse, no provoca llama y es difícil hacerla arder” (Morton, 1980).

Otra especie que afecta económicamente es el ácaro rojo de las palmas, que provoca la necrosis total del tejido de las palmas y su muerte, reduciendo drásticamente las cosechas (Flores-Martínez *et al.*, 2013a) estos organismos también afectan de forma considerable el cultivo de plátano (SENASICA, 2014). El picudo negro, por su parte, también puede llegar a ocasionar la muerte de las palmas, siendo además considerado como el principal vector del nemátodo *Bursaphelenchus cocophilus*, que ocasiona la enfermedad del anillo rojo (Giblin-Davis, 2001).

El pez león puede afectar a mediano o largo plazo las actividades pesqueras (Albins & Hixon, 2013), ya que se alimenta de peces y crustáceos de valor comercial. Asimismo, existe el riesgo para la salud pública por punción accidental de pescadores y buzos al manipular el pez, ya que tiene espinas venenosas en las aletas dorsales, ventrales y anales, las cuales liberan el veneno cuando el tejido es removido por punción sobre una víctima. El veneno es neurotóxico (Cohen & Olek, 1989), ocasiona dolor y puede paralizar las extremidades en

seres humanos (Kizer *et al.*, 1985, Vetrano *et al.*, 2002; Badillo *et al.*, 2012). El riesgo es aún más importante, ya que el pez león habita aguas someras y tranquilas que son visitadas recurrentemente para realizar actividades turísticas (Flores-Martínez *et al.*, 2013a).

GESTIÓN

Línea base

En el 2013, Flores-Martínez y colaboradores realizaron un estudio para evaluar el número de Especies Exóticas Invasoras en el que se encontraron 43 especies exóticas y exóticas invasoras; tres nativas con comportamiento invasor y/o traslocadas; así como dos especies exóticas con distribución potencial. Dicho estudio estuvo basado en una búsqueda sistematizada en literatura, bases de datos actualizadas disponibles, así como en consultas con personal del ANP y organizaciones de la asociación civil.

Actualmente el listado comprende 82 especies, a las cuales se les podrían añadir 19 que corresponden a las identificadas mediante modelaje de nicho ecológico potencial y se enlistan en el Anexo 1 (véase la discriminación en la sección anterior). El incremento en el número de especies registradas no significa necesariamente que han ocurrido nuevas invasiones, sino que se dispone de más información y otras herramientas informáticas con registros de especies, como el Sistema Nacional de Información de Biodiversidad y la plataforma Naturalista, administrados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; así como investigaciones en la distribución potencial de especies invasoras de alto riesgo para México (PNUD México, 2017a).

En cuanto a especies particulares:

- Bezaury (1990) de la Organización de la Sociedad Civil (OSC) Amigos de Sian Ka'an A. C. realizó censos aéreos con el fin de ubicar las zonas invadidas por casuarina en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.
- Los estudios de Cairns *et. al.* (2005), Roubik & Villanueva-Gutiérrez (2009), Villanueva-Gutiérrez *et. al.* (2015) documentan el desplazamiento de las abejas sin aguijón (Meliponinae) en las zonas de influencia de la RB Sian Ka'an y dentro de la Reserva por abejas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*); así como los efectos de la perturbación del ecosistema inducida por el humano en la diversidad de las abejas nativas.
- En la zona de influencia de la RB Sian Ka'an, Earp (2011) estudió al helecho negro (*Pteridium aquilinum*), encontrando que es un problema para los agricultores de subsistencia al invadir zonas de cultivo, llevando al punto de abandono de cultivos y búsqueda de nuevos asentamientos. De mantenerse esta dinámica, puede conllevar a mayores presiones en los límites de la Reserva, con relativa ausencia del helecho.
- Van-Tussenbroek *et al.* (2017) estudiaron las masas de sargazo (*Sargassum fluitans* y *S. natans*) que arribaron al Caribe mexicano entre el año 2014 y 2015 (Ver sección Impacto ecológico).

Capacidades del ANP

Como parte del fortalecimiento de las capacidades del Área Natural Protegida para enfrentar las Especies Exóticas Invasoras, en el año 2018 se promovió el establecimiento de un Comité de Atención de EEI que tiene como objetivo brindar apoyo y asesoría a la Dirección del ANP en cuestiones de manejo, control y mitigación de impactos ocasionados por las EEI. Además, dado el carácter participativo interinstitucional y comunitario del comité, se fortalecen las redes de la RB Sian Ka'an con actores locales clave para el manejo de EEI (PNUD México, 2018a).

Prácticas en sectores productivos

En la RB Sian Ka'an las actividades que favorecen en mayor medida la presencia de especies exóticas invasoras son: el cultivo de plantas de coco, así como el comercio de peces y plantas ornamentales (Padilla & Williams, 2004; PNUD México, 2019a). Mientras que en las zonas de influencia las actividades que ejercen mayor presión son el cambio de uso de suelo para ganadería y agricultura, al igual que el cultivo de peces exóticos invasores como la tilapia (Flores-Martínez *et. al.*, 2013a; PNUD México, 2017b).

En tal sentido, en el año 2017 se generaron planes de reconversión productiva de Tilapia de Mozambique por Tenguayaca (*Petenia splendida*) en la población de Andrés Quintana Roo, comunidad limítrofe a la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an dentro del marco de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras y el proyecto GEF 089333 (PNUD México, 2017b). Dentro del proyecto se realizaron cursos de capacitación en el cultivo de Tenguayaca para productores acuícolas, se creó un manual de buenas prácticas en la producción de esta especie nativa y se diseñó la implementación y proyección de una granja acuícola como alternativa sustentable para la producción de alimento animal y vegetal (PNUD México, 2017c; PNUD México, 2018b; PNUD México, 2018c).

Conciencia pública

Dentro de las acciones para el monitoreo del pez león en el ANP, se han realizado cinco campañas de educación y difusión ambiental cuya finalidad ha sido sensibilizar al público sobre la problemática y fomentar su consumo (Ángeles-Solís, 2011; 2012; Ángeles-Solís *et al.*, 2014). En conjunto con dichas estrategias, se han realizado carteles informativos, dos canciones, un recetario y dos tipos de etiquetas, además de campañas y torneos de pesca del pez león. Asimismo, estudiantes de la carrera de gastronomía de la Universidad del Caribe realizaron prácticas culinarias con esta especie para fomentar su consumo (Flores-Martínez *et al.*, 2013a).

En el marco del plan de reconversión productiva de Tilapia de Mozambique por Tenguayaca se desarrollaron dos talleres sobre biología de la especie nativa y su cultivo en estanques con el método de acuaponía (PNUD México, 2018b). Los talleres permitieron a un grupo de 10 productores acuícolas reconocer el impacto ambiental, social y económico que tienen las especies exóticas invasoras en la RB Sian Ka'an para reconocer la importancia de las especies nativas y promover su cultivo.

Programa de Detección Temprana y Respuesta Rápida

A la fecha, se encuentra en desarrollo la elaboración de un protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida para Especies Exóticas Invasoras de alto impacto. El objetivo de este protocolo es desarrollar una propuesta metodológica en el complejo Sian Ka'an (Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an, Área de protección de Flora y Fauna Uaymil) y su zona de influencia, el cual incluye identificar los riesgos potenciales (zonas de riesgo y vías de entrada) de EEI, diseñar e implementar talleres de educación y sensibilización ambiental dentro del complejo y su zona de influencia, así como el uso de plataformas digitales como Naturalista (PNUD México, 2019b).

Monitoreo, control y erradicación

Desde 1995 se cuenta con el programa de control y erradicación del Pino de mar (*Casuarina equisetifolia*) en el ANP, a través de métodos físicos y químicos. A la par con las acciones de control, se realiza la caracterización vegetal para conocer las especies desplazadas y las que están colonizando (Álvarez-Gil, 1997).

Por otra parte, dado que el ácaro rojo está considerado como una plaga cuarentenaria, el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), desarrolló un protocolo de monitoreo, control y seguimiento de la plaga, estandarizado para todo el país, denominado Sistema de Información de Campañas Fitosanitarias (SICAFI), en el cual se realizan evaluaciones y mapas de riesgo para la especie (CONAFOR, s/f; SAGARPA-SENASICA, 2012). Hasta diciembre de 2017, según el último reporte en línea del SICAFI se menciona que el ácaro rojo se había distribuido en 190 municipios en diferentes estados, entre ellos Quintana Roo, donde la RB Sian Ka'an se encuentra dentro de las zonas bajo control fitosanitario (SENASICA, 2017).

Para el caso del picudo negro del coco (*R. palmarum*), Gómez (s/f) reporta que se realizó un manejo fitosanitario a través del establecimiento una red de trampeo de la plaga en la zona de Mahahual-Xcalak, en poblados y predios habitados aledaños a la RB Sian Ka'an, realizando monitoreos y recebos cada 14 días y plantea como necesidades: 1) extender la red hacia el interior de la Reserva para combatir la plaga en forma estratégica y seguir conservando la biodiversidad, y 2) realizar labores de concientización sobre el control de esta plaga a través de la elaboración y distribución de folletos informativos en distintos idiomas y pláticas sobre el tema dirigidas a los habitantes de la zona.

Asimismo, se cuenta con un Protocolo de monitoreo, extracción y comercialización del pez león en el ANP que opera desde el año 2010 y consiste en la captura permanente de esta especie invasora y el fomento a su consumo, para lo que se ha conseguido involucrar a diferentes sectores (municipal, académico, OSC, restaurantero y hotelero) (SEMARNAT, s/f).

Por otra parte, se han realizado campañas de esterilización de gatos y perros en las comunidades ubicadas en el interior de la Reserva (Flores-Martínez *et al.*, 2013a).

Restauración de ecosistemas

Dentro del programa de control y erradicación de la casuarina, se han reemplazado individuos de esta especie por vegetación nativa (García & Martínez, 1993a).

Medidas de prevención

Como parte del programa de vigilancia, en las casetas de acceso se revisa que al acceder a la Reserva los visitantes no introduzcan animales domésticos (Flores-Martínez, *et al.*, 2013a).

En el año 2014, Schmitter-Soto *et al.*, de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) presentaron un informe técnico sobre el riesgo de invasión del pez diablo (*Pterygoplichthys* spp.) desde el río Bravo (Belice), hasta el cauce principal del río Hondo (México). El estudio señala la gran capacidad que tiene el pez diablo de introducirse por sus propios medios a la red hídrica con una gran velocidad de colonización, por lo que sugirieron establecer un sistema de alerta temprana con el apoyo de los pescadores y prestadores de servicios turísticos de esa zona.

Cooperación

A partir de las mesas de trabajo del año 2013 y 2019 (Flores-Martínez *et al.*, 2013a; Flores-Martínez *et al.*, 2013b; PNUD México, 2019a), así como en las reuniones de constitución de los Comités de Atención de EEI (PNUD México, 2018a), se identifican como instituciones clave en el manejo de EEI:

- Amigos de Sian Ka'an A. C.
- Comisión Nacional Forestal
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal
- El Colegio de la Frontera Sur
- El Colegio de la Frontera Sur: Departamento de Sistemática y Ecología Acuática
- Secretaría de Ecología y Medio Ambiente
- Secretaría de Salud
- Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C.
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera José María Azcorra S.C.
- Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S.C.

Necesidades

A partir de la Mesas de trabajo con el personal de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an de 2013 y 2019 (Flores-Martínez, *et al.*, 2013a; PNUD México, 2019a) así como en las reuniones de constitución del Comité de Atención de EEI (PNUD México, 2018a), se pueden definir como necesidades, las siguientes:

- Incrementar de manera sustancial los recursos humanos y financieros, con el fin de contar con personal capacitado y dedicado exclusivamente a la implementación de acciones dirigidas a la prevención, el monitoreo y la erradicación de las poblaciones

de especies exóticas invasoras, así como al estudio del impacto sobre los ecosistemas afectados.

- Desarrollar un protocolo de detección temprana, respuesta rápida y seguimiento de las especies con distribución potencial o de potencial introducción, que permita responder de forma inmediata y eficaz frente al arribo de nuevas especies exóticas.
- Generar un diagnóstico de las EEI presentes en la Reserva, a la par que se aumenta el conocimiento del impacto de las EEI sobre la biodiversidad del ANP.
- Contar con programas de divulgación para atraer la colaboración de institutos o universidades con el fin de desarrollar investigaciones sobre el impacto de las especies exóticas invasoras.
- Desarrollar productos de investigación (como tesis), enfocadas al tema del aprovechamiento de especies nativas, como una alternativa para la reconversión de las actividades productivas de la región con un enfoque de sustentabilidad.
- Fomentar la investigación para generar nuevas tecnologías y mejores prácticas de producción para el aprovechamiento sustentable de especies nativas.
- Desarrollar actividades de educación ambiental que aborden de forma integral la problemática de las especies exóticas invasoras, con el fin de asegurar que los programas de prevención, control y manejo de EEI tengan continuidad en el tiempo y sean los integrantes de la comunidad quienes sostengan y consoliden los resultados de los mismos.

LITERATURA CITADA

- Álvarez-Gil, O.** 1997. La casuarina o pino de playa en Sian Ka'an, una amenaza para su diversidad biológica. Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. Comunicado Sian Ka'an.
- Álvarez-Romero, J. G., Medellín, R. A., Oliveras de Ita, A., Gómez de Silva, H. & Sánchez, O.** 2008. Animales exóticos de México: una amenaza para la biodiversidad. Álvarez-Romero, J. G. (Ed.) México D.F. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, UNAM, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 518 p. ISBN: 978-970-9000-46-7
- Albins, M. A. & Hixon, M. A.** 2013. Worst case scenario: potential long-term effects of invasive predatory lionfish (*Pterois volitans*) on Atlantic and Caribbean coral reef communities. *Environmental Biology of Fishes*. 96(10): 1151–1157.
- 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. Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF MEX, 523-541.
- Badillo, R. B., Banner, W., Morris, J. A. & Schaeffer, S. E.** 2012. A case study of lionfish sting-induced paralysis. *AACL Bioflux*. 5:1-3.
- Bezaury, C. J.** 1989. La Casuarina, una amenaza a la flora y fauna de nuestras costas. Boletín Amigos de Sian Ka'an. No. 5.
- 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. 28p.
- Cairns, C. E., Villanueva-Gutierrez, R., Koptur, S. & Bray, D. B.** 2005. Bee populations, forest disturbance and Africanization in Mexico. *Biotropica*. 37 (4): 686-692
- Calderón-Mandujano, R. R & Calmé, S.** 2006. Formación de la colección de referencia de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. El Colegio de la Frontera Sur. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. V008. México D. F.
- Carnevali-Fernández, G.** 2003. Depuración de la colección y del banco de datos del Herbario CICY. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C, Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. U009. México D. F. (Edición digital: CONABIO 2006).
- Cohen, A. S. & Olek, A. J.** 1989. An extract of lionfish (*Pterois volitans*) spine tissue contains acetylcholine and a toxin that affects neuromuscular transmission. *Toxicon*. 27: 1367-1376.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad).** 2016. EncicloVida. Tabla de Especies Exóticas Invasoras. México. Fecha de actualización junio de 2019
<http://enciclovida.mx/exoticas-invasoras>

- CONABIO (Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad).** 2017. 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.
http://enciclovida.mx/pdfs/exoticas_invasoras/Pterois%20volitans.pdf
- CONABIO (Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad).** 2017a. Especies exóticas para México. Fecha de actualización 2017.
<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- 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.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal).** s/f. Informe de actividades “Diagnóstico y alternativas de manejo del ácaro rojo de las palmas en Quintana Roo: pruebas de efectividad de acaricidas”.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas).** 2014. Programa de manejo complejo Sian 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
- CONANP-SEMARNAT (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales).** s/f. Listado de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) presentes en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. 19p.
- Cruz-Barraza J.A., Vega, C. & Carballo, J.L.** 2015. Nuevas aportaciones a la biodiversidad de esponjas marinas de México: bases para la elaboración de código de barras de ADN. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Bases de datos SNIB-CONABIO proyectos No. JF193, DJ007, AA004 y S019. México, D.F.
- DEFCQR (Desarrollo Empresarial para el Fortalecimiento Comunitario de Quintana Roo A.C.).** 2015. Programa de control y erradicación de la Casuarina y reforestación con especies nativas en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.
- Development Core Team.** 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0,
<http://www.R-project.org>
- Durán-García, R.** 1998. Base de datos del Herbario del Centro de Investigación Científica de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán AC. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. P143. México D. F.
- Earp, C.** 2011. Characterizing invasive species: the case of Bracken Fern (*Pteridium aquilinum*) in the mesoamerican biological corridor Sian Ka'an-Calakmul, Mexico. Tesis de Maestría. Rutgers, The State University of New Jersey.
- Espejel-Carbajal, M. I., Jiménez-Orocio, O. & Peña-Garcillán, P.** 2015. Flora de las playas y dunas costeras de México. Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. HJ007. México D. F.

- Espinosa-García, F. J.** 2000. Malezas introducidas en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigaciones en Ecosistemas. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. U024. México D. F.
- Estrada-Vanegas, E., Chaires-Grijalva, M, & Equihua-Martínez, A.** 2015. Evaluación del manejo del acaro rojo de las palmas (*Raoiella indica*) en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. Informe Final. CONANP. 46p.
- 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
- Flores-Martínez J. J., García-Ruíz, G., Gutiérrez-Granados, G., González-Salazar, C., Lira-Charco, E. & Espino-Ocampo, M.** 2013b. Mesa de trabajo con representantes de OSC, personal de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, CONANP, consultores internacionales John Parkes y Peter Williams y la coordinadora del proyecto Georgia Born-Schmidt (CONABIO). En: Cuestionario de Mesa de trabajo 2, 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 Biósfera Sian Ka'an, Estado de Quintana Roo, México. Amigos de Sian Ka'an A.C. Documento Interno.
- Giblin-Davis, R. M.** 2001. Borers of Palms. En: Moore, H. F., Giblin-Davis R. M. & Abad R.G. Insects on Palms. CABI International, Oxon, UK. 276-277 p. ISBN 0-85199-326-5
- Gómez, Y.** s/f. Reporte ejecutivo del trampeo del picudo negro (*Rhynchophorus palmarum*) en la zona de Mahahual y Xcalak.
- González-Jaramillo, M., Martínez, E., Esparza-Olguín, L. G. & Rangel-Salazar, J. L.** 2016. Actualización del inventario de la avifauna de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, península de Yucatán, México: abundancia, estacionalidad y categoría de conservación.
- Hijmans, R. J.** 2017. Package raster. Geographic Data Analysis and Modeling. Fecha de actualización: 14 de mayo de 2019.
<https://cran.r-project.org/web/packages/raster/index.html>

- 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/>
- Kizer, K.W., McKinney, H.E. & Auerbach, P.S.** 1985. Scorpaenidae envenomations: A five-year poison center experience. *Journal of the American Medical Association* 253: 807-810.
- Lamothe-Argumedo, R., Pérez-Ponce de León, G. & García-Prieto, L.** 2003. Actualización y depuración de las bases de datos de la Colección Nacional de Helminthos: P085 y Q028. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Bases de datos SNIB-CONABIO proyectos No. U007, Q028 y P085. México, D.F.
- Langeland, K. A., Cherry, H. M., McCormick, C. M. & Craddock, K. A.** 2008. Identification & Biology of Non-Native Plants in Florida's Natural Areas. University of Florida-IFAS.
- Listado de especies en la RB Sian Ka'an.** s/f. Anexo 1. Lista de especies exóticas invasoras y nativas con comportamiento invasor en el Complejo Sian Ka'an. Fecha de actualización: junio de 2019
http://procurement-notice.undp.org/view_file.cfm?doc_id=164718
- Lorea-Hernández, F., Peredo, M. & Durán, C.** 2014. Actualización de las bases de datos del Herbario XAL. Fase III. Instituto de Ecología, A. C. Bases de datos SNIB-CONABIO proyectos No. AA002, U021, K004, E008 y P026. México, D.F.
- MBG (Missouri Botanical Garden).** 2005. Base de datos del Herbario MO, Missouri Botanical Garden, Saint Louis, Missouri, EUA. Programa de repatriación de datos de especímenes mexicanos. Bases de datos SNIB-CONABIO. México
<http://www.missouribotanicalgarden.org/plant-science/plant-science/resources/herbarium.aspx>
- MBG (Missouri Botanical Garden).** 2018. Tropicos Specimen Data. Fecha de actualización: junio de 2019
<https://www.gbif.org/dataset/7bd65a7a-f762-11e1-a439-00145eb45e9a>
- Morton, J.F.** 1980. The Australian Pine or Beefwood (*Casuarina equisetifolia* L.), an Invasive "Weed" Tree in Florida. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 93:87-95
- 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”.

Padilla, D. K. & Williams, S. L. 2004. Beyond ballast water: aquarium and ornamental trades as sources of invasive species in aquatic ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2(3), 131-138.

Pozo de la Tijera, M. del C. 1998. Elaboración del banco de datos de las colecciones del Museo de Zoología-CIQRO. El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. P028. México, D.F.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2017a. Modelación de la distribución potencial actual y futura de las especies invasoras de mayor riesgo para México. Elaborado en el marco del proyecto GEF-PNUD 089333 “Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”. Martínez—Meyer, E., Cuervo—Robayo, A.P., Ortiz—Haro, G.A., & Osorio—Olvera, L. A. Instituto de Biología, UNAM. 39p.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2017b. 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. 19p.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2017c. Manual de buenas prácticas para la producción de Tenguayaca (*Petenia splendida*) con el método de Acuaponía. 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 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. E., Cruz-Santander, I., Briceño-Domínguez, D. R. ECONCIENCIA A.C. Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, México. 58p.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2018a. Presentación y ratificación de comités de Atención a especies exóticas invasoras ante los Consejos Asesores. Servicio de consultoría para establecer tres Subconsejos de especies exóticas invasoras en las áreas naturales protegidas Sian Ka'an, Cañón del Sumidero y Valle de Bravo. Proyecto GEF 00083999 “Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”. Anzueto-Morales, R. M., Chávez-Rosales, D. P. & Contreras-González, O. R. SOS Soluciones Sociales para el Desarrollo A.C., Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México. 15 pp + 4 Anexos.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2018b. 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). 2018c. Implementación de una granja acuícola con sistema Acuapónico para reproducción, engorda y comercialización 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. 53p.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2019a. 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). 2019b. Plan de trabajo. Servicio de consultoría para elaborar el Protocolo de Detección Temprana y Respuesta Rápida para especies invasoras en el Complejo Sian Ka'an (Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an, Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil) y su zona de influencia. 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". Martínez-Rodríguez, A. L., Martínez-Rodríguez, J. M. & Flores-García, E. CIPACTLI, Agencia de Restauración Forestal y Vida Silvestre S.C., San Ignacio, Municipio de Mulegé, Baja California Sur, México. 46 pp.

Rioja-Nieto, R., Garza-Pérez, R., Álvarez-Filip, L., Mariño-Tapia, I. & Enríquez, C. 2018. The Mexican Caribbean: from Xcalak to Holbox. *World Seas: An Environmental Evaluation*, 1: 637-653.

Roubik, D. W. & Villanueva-Gutiérrez, R. 2009. Invasive Africanized honey bee impact on native solitary bees: a pollen resource and trap nest analysis. *Biological Journal of the Linnean Society*. 98 (1): 152-160.

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.mx/ganaderia/Documents/PROGAN_12/progran_groo_2012.pdf

SAGARPA-SENASICA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria).

2012. Campaña contra el Ácaro Rojo de las Palmas (*Raoiella indica*). Informe Mensual No. 12.

Schmitter-Soto, J. J., Valdez-Moreno, M. E. & Herrera, R. L. 2014. Evaluación del riesgo de invasión de pez diablo (*Pterygoplichthys* sp.) desde el río Bravo, Belice, hasta el cauce principal del río Hondo, México. El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal. 31 p.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). s/f. Cartel informativo: Pez león (*Pterois* sp).

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

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2014. Ácaro rojo de las palmas *Raoiella indica* Hirts. Dirección General de Sanidad Vegetal - Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. México, D.F. Ficha Técnica No. 14. 23 p.

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2017. Décimo segundo informe mensual. Campaña contra ácaro rojo de las palmas. Sanidad Vegetal. SAGARPA. Fecha de actualización: 23 de julio de 2019.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/286868/Informe_12_Diciembre_carro_rojo_de_las_palmas.pdf

Sosa-Ortega, V. 1997. Biodiversidad de Veracruz: La diversidad vegetal. Instituto de Ecología, A. C. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto E008, México, D.F.

Van-Tussenbroek, B. I., Hernández-Arana, H. A., Rodríguez-Martínez, R. E., Espinoza-Ávalos, J., Canizales-Flores, H. M., González-Godoy, C. E., Barba-Santos, M. G., Vega-Zepeda, A. & Collado-Vides, L. 2017. Severe impacts of brown tides caused by *Sargassum* spp. on near-shore Caribbean seagrass communities. *Marine Pollution Bulletin*. 122: 272–281

Valdez-Hernández M. & Islebe, G. 2014. Base de datos del Herbario CIQR de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal. El Colegio de la Frontera Sur. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. EC018. México D.F.

Vetrano, S. J., Lebowitz J. B. & Marcus, S. 2002. Lionfish envenomation. *Journal of Emergency Medicine*. 23: 379-382.

Vibrans, H. 2009. *Pennisetum purpureum*. Malezas de México. Fecha de actualización: junio de 2019

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/pennisetum-purpureum/fichas/ficha.htm>

- Villanueva-Gutiérrez, Roubik, R. & Porter-Bolland, L.** 2015. Bee-Plant Interactions: competition and phenology of flowers visited by bees. En: Islebe G., Calmé S., León-Cortés J., Schmook B. (eds.). Biodiversity and Conservation of the Yucatán Peninsula. Springer, Cham.
- Zimmermann, H.G., Pérez-Sandy y Cyen, M., Gulovob, J., Soberón, J. & J. Sarukhán.** 2000. *Cactoblastis cactorum*, una nueva plaga de muy alto riesgo para las opuntias de México. CONABIO. *Biodiversitas*. 33: 1-14.

Actualización de:

Flores-Martínez, J. J., García-Ruíz, G., Gutiérrez-Granados, G., González-Salazar, C., Lira-Charco, E. & Espino-Ocampo, M. 2013. 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. Ficha técnica Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo (México) 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". Instituto de Biología, UNAM, Ciudad de México, México. 6 p.

ANEXO I. Consideración acerca de la categoría “Distribución Potencial”

En esta consultoría se definen como especies exóticas invasoras con Distribución Potencial a aquellas especies que no se encuentran en el Área Natural Protegida en la actualidad pero que han sido señaladas por expertos como de alto riesgo para el ANP, reportándose en sus inmediaciones. En adición a lo anterior, se propone incluir a especies que han sido consideradas de alto riesgo para México y cuyo potencial de presencia fue evaluado según modelos de nicho ecológico, reflejando que el área es idónea climáticamente para su establecimiento (PNUD México, 2017a).

Respecto a este último criterio, los modelos fueron creados en el marco del proyecto GEF-Invasoras, en donde se modeló la distribución potencial, actual y futura de 60 especies reconocidas en el mundo como de alta invasividad e identificadas de alto riesgo para México, con el fin de identificar las zonas más susceptibles a la invasión en el país. Para ello, se siguió el método de la distancia al centroide y la construcción de un elipsoide multidimensional de volumen mínimo que representa el nicho ecológico de la especie con base en los registros mundiales. El nicho de cada especie fue proyectado a escenarios climáticos de alta resolución (1 km) en México para el presente y bajo dos escenarios futuros de emisiones, llamados Trayectorias de Concentración Representativas (RCP por sus siglas en inglés); uno conservador (RCP 4.5) y uno drástico (RCP 8.5) y para dos períodos temporales, uno cercano (2050) y otro lejano (2070) (PNUD México, 2017a).

Los mapas de distribución actual en forma binaria de las 60 especies fueron descargados del Geoportal de la CONABIO (CONABIO, 2017a). Estos mapas caracterizan al territorio mexicano en dos categorías según la adecuación de la especie al clima en: presencia o ausencia. Usando el Software R (Development Core Team, 2011) y el paquete raster (Hijmans, 2017), se recortó del mapa el polígono que corresponde a la RB Sian Ka'an. Aquellas especies que, conforme al mapa, tuvieran idoneidad climática (probable presencia) dentro de sus límites **y que no hubiesen sido ya incluidas dentro de una sección de las listas** (Exótica, Exótica Invasora, Nativa con comportamiento invasor) **con base en otras fuentes de información**, fueron aceptadas como especies con distribución potencial.

Como resultado de lo anterior, a la lista presentada (Cuadro 1) se podrían sumar 19 especies potenciales que, de ocurrir una introducción, podrían tener éxito debido a que, según los modelos actuales, la Reserva tiene las condiciones climáticas adecuadas para su establecimiento (Cuadro 2). Cabe señalar que esta información debe tomarse con la debida cautela, por lo que antes de emprender ninguna acción sobre estas especies, deberán hacerse estudios más detallados que determinen el estado actual de la especie en relación al riesgo que representa para el ANP.

Cuadro 2. Listado taxonómico de Especies Exóticas con distribución potencial. Cada nombre científico está ligado a una página web en donde se encuentra información biológica y ecológica de la especie.

Orden	Familia	Género y especie	Nombre común	Categoría
PLANTAS				
Asterales	Asteraceae	<i>Soliva sessilis</i>	Soliva, rosetilla, pinchapié	Exótica invasora con distribución potencial ^{1, a}
Commelinales	Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	Araña tropical, judía errante, kanshira	Exótica invasora con distribución potencial ^{1, a}
Fabales	Fabaceae	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia de madera negra	Exótica invasora con distribución potencial ^{1, a}
Gentianales	Apocynaceae	<i>Cryptostegia grandiflora</i>	Chicote	Exótica invasora con distribución potencial ^{1, a}
Lamiales	Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i>	Bastón de San Francisco, bola del rey, castilleja, cordón de San Francisco	Exótica invasora con distribución potencial ^{1, a}
Malpighiales	Passifloraceae	<i>Passiflora mollissima</i>	Curuba	Exótica invasora con distribución potencial ^{1, a}
Malvales	Malvaceae	<i>Abutilon theophrasti</i>	Hoja de terciopelo	Exótica invasora con distribución potencial ^{1, a}
Myrtales	Myrtaceae	<i>Melaleuca quinquenervia</i>	Maleleuca, corcho falso	Exótica invasora con distribución potencial ^{1, a}
Poales	Poaceae	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Pasto, alpastillo, grama de olor, zacate primavera	Exótica invasora con distribución potencial ^{1, a}
		<i>Cenchrus ciliaris</i>	Zacate buffel	Exótica invasora con distribución potencial ^{1, a}
		<i>Digitaria sanguinalis</i>	Guarda rocío, pata de gallo	Exótica invasora con distribución potencial ^{1, a}
		<i>Melinis minutiflora</i>	Hierba gordura, candiguero	Exótica invasora con distribución potencial ^{1, a}
		<i>Melinis repens</i>	Pasto rosado	Exótica invasora con distribución potencial ^{1, a}
		<i>Pennisetum setaceum</i>	Sericura, pasto africano	Exótica invasora con distribución potencial ^{1, a}
		<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Caminadora	Exótica invasora con distribución potencial ^{1, a}
Zingiberales	Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i>	Mariposa blanca	Exótica invasora con distribución potencial ^{1, a}
REPTILES				

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.

Orden	Familia	Género y especie	Nombre común	Categoría
Squamata	Varanidae	<i>Varanus niloticus</i>	Monitor del Nilo	Exótica invasora con distribución potencial ^{1,a}
AVES				
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Myiopsitta monachus</i>	Perico monje argentino, cotorra argentina	Exótica invasora con distribución potencial ^{1,a}
MAMÍFEROS				
Artiodactyla	Suidae	<i>Sus scrofa domesticus</i>	Cerdo doméstico	Exótica invasora con distribución potencial ^{1,a}

1^a. La categoría de Exótica invasora con distribución potencial es dada con base en el análisis de la modelación de la distribución de especies, específico para el polígono de la RB Sian Ka'an (PNUD, 2017a).