

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 LOS TUXTLAS

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.”

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.

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 Los Tuxtlas.

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. Ficha actualizada: Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas. 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. 28pp +1 Anexo.

Áreas objeto del informe: Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas

Fecha de inicio: 25 de octubre de 2018.

Fecha de terminación: 20 de septiembre de 2019.

Resumen: Las Áreas Naturales Protegidas son una herramienta central 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 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.

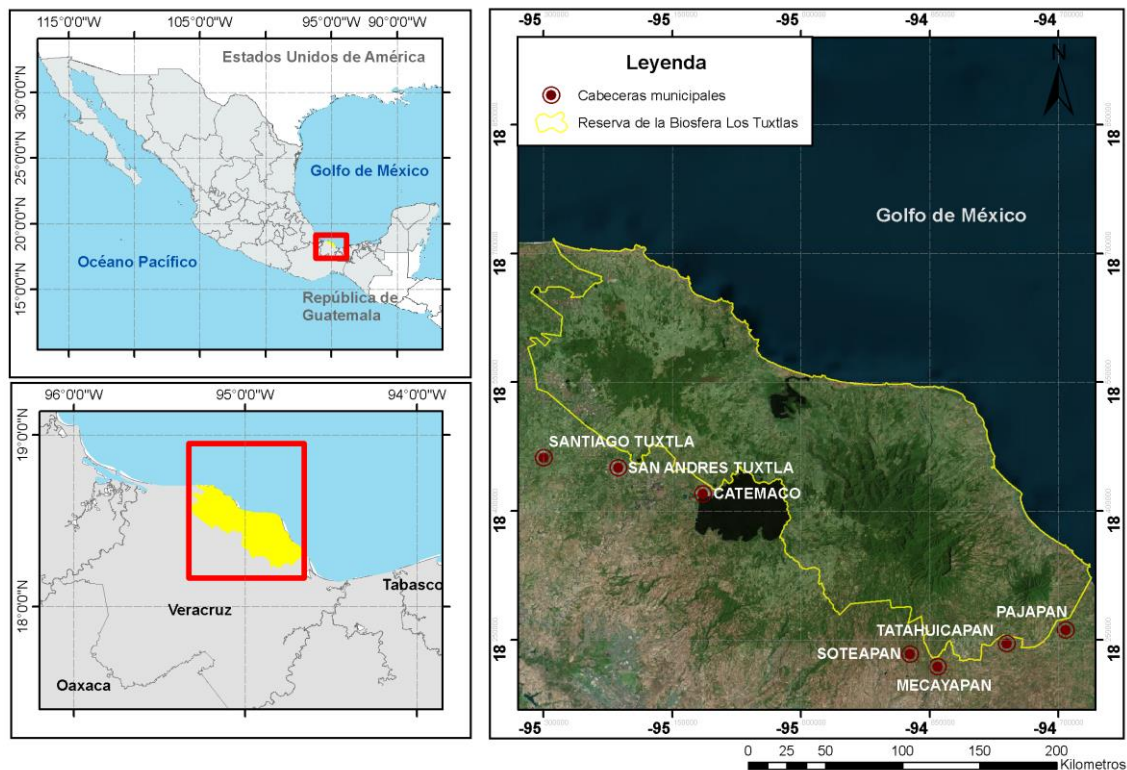
Meta 2.2 Programas y planes de acción en operación para la erradicación, manejo de especies invasoras más nocivas, y mitigación de sus impactos.

- 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 Los Tuxtlas

Elaboración: julio de 2019

DATOS GENERALES:



Ubicación:	Estado de Veracruz. Municipios de Ángel R. Cabada, Catemaco, Mecayapan, Pajapan, San Andrés Tuxtla, Santiago Tuxtla, Soteapan y Tatahuicapan de Juárez.
Región CONANP:	Planicie Costera y Golfo de México
Fecha de declaración:	23 de noviembre de 1998
Superficie:	155,122.46 hectáreas
Ambiente:	Acuático y terrestre
Ecosistemas:	Selvas altas y medianas perennifolias, selvas bajas perennifolias inundables, bosques mesófilos de montaña, bosques de pinos y bosques de encinares tropicales, manglares, sabanas, dunas costeras, acahuales y pastizales.
Designaciones internacionales:	Sitio RAMSAR - 1342. MaB – Hombre y Biosfera

ESTADO DEL CONOCIMIENTO

Especies de importancia global

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la RB Los Tuxtlas se encuentran listadas 282 especies de flora y fauna en alguna categoría de riesgo (31 son endémicas): 51 en Peligro de Extinción (P), 148 bajo Protección Especial (Pr) y 83 con estatus de Amenazadas (A) (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT 2010). Del listado anterior, 194 se encuentran en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), siete en la categoría de Peligro Crítico (CE), 13 En Peligro (E), nueve Vulnerables (VU), 22 Casi Amenazadas (NT) y 143 como Precaución Menor (LC) (UICN, 2019).

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 Los Tuxtlas (RB Los Tuxtlas), miembros del Subconsejo de EEI, así como actores locales involucrados en el tema, se han identificado 159 especies, de las cuales: 78 son Especies Exóticas, 69 son Especies Exóticas Invasoras, y 12 son Nativas con comportamiento invasor. A esta lista, se le podrían añadir 16 especies más de distribución potencial en el ANP derivada del trabajo de modelado de nicho ecológico realizado en el marco del Proyecto GEF- Especies Invasoras (véase anexo I).

La mayoría de las especies son plantas (112), seguido de mamíferos (11), peces (10), aves (8), reptiles (6), insectos (5), moluscos (3), platelmintos (2) anélidos (1) y un rotífero (1).

Cuadro 1. Listado taxonómico de Especies Exóticas, Especies Exóticas Invasoras y Nativas con comportamiento invasor. 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 esta 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				
Boraginales	Heliotropiaceae	<i>Heliotropium indicum</i>	Cola de alacrán	Exótica ^{1,18}
Ericales	Balsaminaceae	<i>Impatiens walleriana</i>	Belén	Exótica ^{1,18}
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i>	Yuca amarga, yuca blanca, yuca dulce	Exótica ¹
Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus involucratus</i>	Papiro	Exótica ¹
Alismatales	Araceae	<i>Anthurium andraeanum</i>	Anturio	Exótica ¹⁸
		<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Malanga	Exótica ⁸
		<i>Colocasia esculenta</i>	Taro	Exótica ^{2,3}
Apiales	Apiaceae	<i>Petroselinum crispum</i>	Perejil, perejil rizado	Exótica ¹

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
Arecales	Arecaceae	<u><i>Cocos nucifera</i></u>	Cocotero	Exótica ¹⁸
Asparagales	Asparagaceae	<u><i>Sansevieria trifasciata</i></u>	Lengua de tigre	Exótica ⁹
	Orchidaceae	<u><i>Oeceoclades maculata</i></u>	Orquídea monja africana	Exótica invasora ¹
Asterales	Asteraceae	<u><i>Younqia japonica</i></u>	Crepis japónica	Exótica ¹
		<u><i>Cyanthillium cinereum</i></u>	Hierba socialista	Exótica ¹
Brassicales	Brassicaceae	<u><i>Lobularia maritima</i></u>	Velo de novia, Lobularia, Panalillo	Exótica ¹
Caryophyllales	Amaranthaceae	<u><i>Achyranthes aspera</i></u>	Cadillo, hierba del zorrillo, periquillo, zorrillo, zorrillo blanco, zorro	Exótica ¹
Cornales	Hydrangeaceae	<u><i>Hydrangea macrophylla</i></u>	Hortensia	Exótica ¹⁸
Cucurbitales	Cucurbitaceae	<u><i>Cucumis ancuria</i></u>	Pepinillo de las indias	Exótica ¹
		<u><i>Cucumis melo</i></u>	Meloncillo	Exótica ¹
		<u><i>Momordica charantia</i></u>	Amargosa, amor seco, avellana, balsamina	Exótica ¹
Fabales	Fabaceae	<u><i>Arachis hypogaea</i></u>	Cacahuete	Exótica ¹
		<u><i>Phanera variegata</i></u>	Árbol orquídea, pata de vaca	Exótica ¹
		<u><i>Delonix regia</i></u>	Framboyán, acacia, árbol de fuego	Exótica ¹
		<u><i>Tamarindus indica</i></u>	Tamarindo	Exótica ¹
		<u><i>Vigna unguiculata</i></u>	Chícharo de vaca, frijol caupí	Exótica ¹
		<u><i>Cassia fistula</i></u>	Lluvia de oro, flor de mayo	Exótica ¹
Gentianales	Rubiaceae	<u><i>Coffea arabica</i></u>	Café	Exótica ¹
Geraniales	Geraniaceae	<u><i>Erodium cicutarium</i></u>	Aguja del pastor, agujitas, alfiler, peine de bruja, quelite	Exótica ¹
Lamiales	Acanthaceae	<u><i>Thunbergia fragrans</i></u>	Baya, Zapatito de muñeca	Exótica ¹
	Bignoniaceae	<u><i>Spathodea campanulata</i></u>	Tulipán africano	Exótica ¹
	Lamiaceae	<u><i>Gmelina arborea</i></u>	Melina	Exótica ³
Magnoliales	Annonaceae	<u><i>Annona cherimola</i></u>	Chirimoya, Anona, Uruata	Exótica ¹

Orden	Familia	Género y especie	Nombre común	Categoría
Malvales	Malvaceae	<u><i>Hibiscus rosa-sinensis</i></u>	Amapola, campana, gachupín, mar pacífico, rosa china, tulipán	Exótica ¹
Myrtales	Combretaceae	<u><i>Terminalia catappa</i></u>	Almendro malabar	Exótica ¹⁸
	Lythraceae	<u><i>Punica granatum</i></u>	Granada	Exótica ¹
Nymphaeales	Nymphaeaceae	<u><i>Nymphaea capensis</i></u>	Nenúfar azul del Cabo	Exótica ¹⁸
Poales	Cyperaceae	<u><i>Cyperus iria</i></u>	Pelo de conejo	Exótica ¹
	Poaceae	<u><i>Cynodon dactylon</i></u>	Zacate bermuda, pata de gallo	Exótica ¹
		<u><i>Echinochloa colona</i></u>	Arrocillo, arroz de monte, arroz del monte, zacate	Exótica ¹
		<u><i>Guadua angustifolia</i></u>	Bambú colombiano, gadua	Exótica ¹
		<u><i>Megathyrsus maximus</i></u>	Escoba, hoja fina, privilegio, rabo de mula, zacate, zacate guinea	Exótica ¹
		<u><i>Pennisetum purpureum</i></u>	Pasto elefante, pasto morado, caña gigante, zacate, zacate elefante, zacate gigante, zacate merkeron	Exótica ¹⁴
		<u><i>Setaria pumila</i></u>	Lagartera	Exótica ¹
		<u><i>Setaria viridis</i></u>	Cola de zorra	Exótica ¹
		<u><i>Brachiaria mutica</i></u>	Pasto paré	Exótica ¹⁰
		<u><i>Bambusa vulgaris</i></u>	Bambú, bambú común, bambú patamba, bamoe rayado, caña de otate	Exótica invasora ¹
		<u><i>Cenchrus ciliaris</i></u>	Zacate buffer	Exótica invasora ¹
		<u><i>Coix lacryma-jobi</i></u>	Arrocillo, collarcillo, lágrimas de Job, San Pedro, zacate	Exótica invasora ¹
		<u><i>Dactyloctenium aegyptium</i></u>	Zacate egipcio, pata de pollo	Exótica invasora ¹
		<u><i>Digitaria sanguinalis</i></u>	Zacate cangrejo velludo, pata de gallo	Exótica invasora ¹

Orden	Familia	Género y especie	Nombre común	Categoría
Poales	Poaceae	<u><i>Eleusine indica</i></u>	Escobilla, pata de gallina, pata de gallo, zacate	Exótica invasora ¹
		<u><i>Melinis minutiflora</i></u>	Hierba gordura, chopin, magua peluda	Exótica invasora ¹
		<u><i>Melinis repens</i></u>	Algodoncillo, barba de mula, cadillo, cola de mono, zacate, zacate rojo	Exótica invasora ¹
		<u><i>Panicum repens</i></u>	Zacate carricillo	Exótica invasora ¹
		<u><i>Arundo donax</i></u>	Caña, caña hueca, carricillo, carrizo, carrizo de la selva, carrizo de sol, carrizo rayado	Exótica invasora ¹
		<u><i>Digitaria ciliaris</i></u>	Zacate cangrejo peludo, hierba de conejo	Exótica ¹⁶
		<u><i>Eustachys petraea</i></u>	Malojilla	Exótica ¹⁴
		<u><i>Brachiaria humidicola</i></u>	Pasto aguja	Exótica invasora ¹⁰
		<u><i>Cynodon nlemfuensis</i></u>	Estrella africana, zacate estrella	Exótica invasora ¹
		<u><i>Cynodon plectostachyus</i></u>	Estrella africana, pasto estrella, pata de gallo, zacate estrella	Exótica invasora ¹
		<u><i>Dichanthium annulatum</i></u>	Zacate Pretoria	Exótica ^{1, 11}
		<u><i>Poa annua</i></u>	Espiguilla, pasto	Exótica ¹
		<u><i>Polypogon viridis</i></u>	Pasto, zacate de agua	Exótica ¹
Poales	Poaceae	<u><i>Urochloa brizantha</i></u>	Pasto insurgente	Exótica invasora ⁸
		<u><i>Brachiaria decumbens</i></u>	Pasto aguja	Exótica invasora ¹¹
		<u><i>Stenotaphrum secundatum</i></u>	Gramma	Nativa con comportamiento invasor ¹
		<u><i>Digitaria eriantha</i></u>	Zacate pangola, hierba pangola, digitaria	Exótica ¹
	Cyperaceae	<u><i>Hyparrhenia rufa</i></u>	Majahua, zacate, zacate jaragua	Exótica Invasora ^{1, 13}
		<u><i>Cyperus odoratus</i></u>	Planta acuática	Exótica ¹
Sapindales	Anacardiaceae	<u><i>Mangifera indica</i></u>	Mango	Exótica ⁵
	Rutaceae	<u><i>Citrus reticulata</i></u>	Mandarina	Exótica ³

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
Solanales	Sphenocleaceae	<u><i>Sphenoclea zeylanica</i></u>	Picantillo	Exótica ¹
Zingiberales	Zingiberaceae	<u><i>Alpinia purpurata</i></u>	Hawaiana	Exótica ¹⁸
Alismatales	Araceae	<u><i>Dieffenbachia seguine</i></u>	Lengua de vaca	Exótica invasora ⁴
Apiales	Apiaceae	<u><i>Foeniculum vulgare</i></u>	Anís, eneldo, hinojo	Exótica invasora ¹
Caryophyllales	Tamaricaceae	<u><i>Tamarix ramosissima</i></u>	Pino salado	Exótica invasora ¹
Asterales	Araliaceae	<u><i>Emilia fosbergii</i></u>	Pincelito	Exótica invasora ¹
		<u><i>Emilia sonchifolia</i></u>	Pincelito, huye que te cojo, hierba socialista	Exótica invasora ¹
Apiales	Araliaceae	<u><i>Hedera helix</i></u>	Hiedra	Exótica invasora ¹
Commelinales	Pontederiaceae	<u><i>Eichhornia crassipes</i></u>	Carolina, flor de agua, flor de huachinango, jacinto, lirio, lirio acuático, lirio de agua, ninfa, pico de pato, reina, tamborcillo	Exótica invasora ¹
Fabales	Fabaceae	<u><i>Albizia lebbek</i></u>	Acacia amarilla, cabellos de ángel, algarroba	Exótica invasora ¹
Lamiales	Acanthaceae	<u><i>Thunbergia alata</i></u>	Hierba del susto, mariquita, ojo de pájaro, trompillo	Exótica invasora ¹
Malpighiales	Euphorbiaceae	<u><i>Ricinus communis</i></u>	Hierba verde, higuera, higuera, jarilla, ricino, sombrilla	Exótica invasora ¹
Saxifragales	Crassulaceae	<u><i>Bryophyllum pinnatum</i></u>	Hoja del aire, hoja fresca	Exótica invasora ¹
Zingiberales	Zingiberaceae	<u><i>Hedychium coronarium</i></u>	Jazmín, mariposa, ninfa, platanillo, San Juan	Exótica invasora ¹

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
Fabales	Fabaceae	<u><i>Pueraria phaseoloides</i></u>	Kudzu tropical	Exótica Invasora ¹
Fagales	Casuarinaceae	<u><i>Casuarina cunninghamiana</i></u>	Pino australiano, falso pino	Exótica Invasora ¹
		<u><i>Casuarina equisetifolia</i></u>	Casuarina, pino Australiano, pino de los tontos	Exótica Invasora ¹
Gentianales	Rubiaceae	<u><i>Richardia brasiliensis</i></u>	Clavelito	Exótica Invasora ¹
Apiales	Apiaceae	<u><i>Berula erecta</i></u>	Palmita de agua	Exótica ^{10, 19}
		<u><i>Coriandrum sativum</i></u>	Cilantro	Exótica ¹
Asterales	Asteraceae	<u><i>Ambrosia artemisiifolia</i></u>	Amargosa, vara dulce	Exótica ¹
Brassicales	Brassicaceae	<u><i>Brassica juncea</i></u>	Mostaza parda	Exótica ¹
		<u><i>Brassica rapa</i></u>	Nabo de campo	Exótica ^{19, 21}
		<u><i>Eruca vesicaria</i></u>	Rúcula silvestre	Exótica ¹
Caryophyllales	Amaranthaceae	<u><i>Gomphrena globosa</i></u>	Amarantina, Amaranto globoso	Exótica ¹
Gentianales	Apocynaceae	<u><i>Vinca major</i></u>	Cielo raso, cielo azul, molinillo, flor del cielo, hiedra, reguilete	Exótica ¹
Myrtales	Melastomataceae	<u><i>Tibouchina urvilleana</i></u>	Nazareno, tibochina, Planta de la gloria, tibuchina	Exótica ¹
Myrtales	Myrtaceae	<u><i>Psidium quajava</i></u>	Guayaba	Exótica ^{1, 5}
Oxalidales	Oxalidaceae	<u><i>Oxalis corniculata</i></u>	Agritos	Exótica ¹
Rosales	Moraceae	<u><i>Ficus elastica</i></u>	Ficus	Exótica ³
		<u><i>Ficus benjamina</i></u>	Benjamina	Exótica
		<u><i>Artocarpus altalis</i></u>	Fruta del pan, frutipan	Exótica ¹⁰
Sapindales	Meliaceae	<u><i>Melia azedarach</i></u>	Paraíso, lila, lila de las indias, maravilla, piocha, primavera	Exótica invasora ¹
Solanales	Convolvulaceae	<u><i>Ipomoea cairica</i></u>	Campanilla	Exótica ⁸
Alismatales	Araceae	<u><i>Pistia stratiotes</i></u>	Lechuguilla de agua	Nativa con comportamiento invasor ^{10, 20}
Lamiales	Acanthaceae	<u><i>Justicia aurea</i></u>	Cola de zorra amarilla	Nativa con comportamiento invasor ⁸
Polypodiales	Pteridaceae	<u><i>Acrostichum aureum</i></u>	Hoja de tigre	Nativa con comportamiento invasor ¹²

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
		<u><i>Acrostichum danaeifolium</i></u>	Hoja de tigre	Nativa con comportamiento invasor ¹²
	Aspleniaceae	<u><i>Macrothelypteris torresiana</i></u>	Helecho	Exótica ¹⁸
Santalales	Loranthaceae	<u><i>Psittacanthus calyculatus</i></u>	Muérdago	Nativa con comportamiento invasor ⁷
		<u><i>Struthanthus sp.</i></u>	Muérdago	Nativa con comportamiento invasor ⁷
ROTÍFEROS				
Ploima	Brachionidae	<u><i>Brachionus plicatilis</i></u>	Rotífero	Exótica ¹⁵
PLATELMITOS				
Dactylogyridea	Dactylogyridae	<u><i>Sciadicleithrum bravohollisae</i></u>	Platelminto	Exótica ¹
Plagiorchiida	Heterophyidae	<u><i>Centrocestus formosanus</i></u>	Platelminto	Exótica ¹
ANÉLIDOS				
Haplotaxida	Glossoscolecidae	<u><i>Pontoscolex corethrurus</i></u>	Lombriz	Exótica invasora ⁶
MOLUSCOS				
Sorbeoconcha	Thiaridae	<u><i>Tarebia granifera</i></u>	Caracol	Exótica invasora ¹
		<u><i>Melanoides tuberculata</i></u>	Caracol de agua dulce	Exótica invasora ¹
Veneroida	Cyrenidae	<u><i>Corbicula fluminea</i></u>	Almeja	Exótica invasora ¹
INSECTOS				
Hymenoptera	Apidae	<u><i>Apis mellifera</i></u>	Abeja mielera	Exótica ¹⁸
Coleoptera	Scarabaeidae	<u><i>Digitonthophagus gazella</i></u>	Escarabajo coprófago	Exótica invasora ¹
		<u><i>Euoniticellus intermedius</i></u>	Escarabajo	Exótica invasora ¹
	Coccinellidae	<u><i>Harmonia axyridis</i></u>	Catarina asiática	Exótica Invasora ¹
Diptera	Culicidae	<u><i>Aedes aegypti</i></u>	Mosquito	Exótica invasora ¹
PECES				
Cypriniformes	Cyprinidae	<u><i>Cyprinus carpio</i></u>	Carpa común	Exótica invasora ¹
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<u><i>Pterois miles</i></u>	Pez león	Exótica invasora ¹

Orden	Familia	Género y especie	Nombre común	Categoría
		<u><i>Pterois volitans</i></u>	Pez león	Exótica invasora ¹
Cichliformes	Cichlidae	<u><i>Thorichthys callolepis</i></u>	Mojarra de San Domingo	Exótica ¹
		<u><i>Oreochromis aureus</i></u>	Mojarra, tilapia, tilapia azul	Exótica invasora ¹
		<u><i>Oreochromis niloticus</i></u>	Tilapia, mojarra, tilapia del nilo	Exótica invasora ¹
		<u><i>Oreochromis mossambicus</i></u>	Tilapia	Exótica invasora ¹
Siluriformes	Loricariidae	<u><i>Pterygoplichthys spp.</i></u>	Pez diablo	Exótica invasora ¹
		<u><i>Pterygoplichthys pardalis</i></u>	Pez diablo	Exótica invasora ¹
Perciformes	Centrarchidae	<u><i>Micropterus salmoides</i></u>	Lobina negra, perca americana	Nativa con comportamiento invasor ²¹
REPTILES				
Squamata	Gekkonidae	<u><i>Hemidactylus frenatus</i></u>	Cuija, Gecko cantador	Exótica invasora ¹
		<u><i>Hemidactylus turcicus</i></u>	Ciuja, gecko, salamandra	Exótica invasora ¹
		<u><i>Hemidactylus mabouia</i></u>	Gecko casero tropical	Exótica invasora ¹
	Typhlopidae	<u><i>Ramphotyphlops braminus</i></u>	Serpiente ciega enana	Exótica invasora ¹
	Dactyloidae	<u><i>Anolis sagrei</i></u>	Anolis café	Exótica invasora ¹
Testudines	Emydidae	<u><i>Trachemys scripta elegans</i></u>	Tortuga de orejas rojas , Galápago de Florida	Nativa con comportamiento invasor ¹
AVES				
Galliformes	Phasianidae	<u><i>Gallus gallus</i></u>	Gallina, pollo	Exótica invasora ¹⁰
Pelecaniformes	Ardeidae	<u><i>Bubulcus ibis</i></u>	Garza garrapatera o vaquera	Exótica invasora ¹
Columbiformes	Columbidae	<u><i>Columba livia</i></u>	Paloma doméstica, Paloma bravía	Exótica invasora ¹
		<u><i>Streptopelia decaocto</i></u>	Paloma turca, tortola turca	Exótica invasora ¹
Psittaciformes	Passeridae	<u><i>Passer domesticus</i></u>	Gorrión casero, gorrión inglés, gorrión doméstico	Exótica invasora ¹
	Sturnidae	<u><i>Sturnus vulgaris</i></u>	Estornino pinto	Exótica invasora ¹

Orden	Familia	Género y especie	Nombre común	Categoría
	Icteridae	<u><i>Molothrus aeneus</i></u>	Tordo ojirrojo	Nativa con comportamiento invasor ¹⁰
		<u><i>Quiscalus mexicanus</i></u>	Zanate mexicano	Nativa con comportamiento invasor ^{4,10}
MAMÍFEROS				
Artiodactyla	Bovidae	<u><i>Bos taurus</i></u>	Vaca	Exótica ¹
		<u><i>Ovis aries</i></u>	Borrego doméstico	Exótica Invasora ¹
	Suidae	<u><i>Sus scrofa domesticus</i></u>	Cerdo doméstico	Exótica ¹
	Cervidae	<u><i>Axis axis</i></u>	Ciervo axis	Exótica Invasora ¹
Carnivora	Canidae	<u><i>Canis familiaris</i></u>	Perro	Exótica invasora ¹
		<u><i>Canis latrans</i></u>	Coyote	Nativa con comportamiento invasor ¹⁰
	Felidae	<u><i>Felis catus</i></u>	Gato	Exótica invasora ¹
Rodentia	Muridae	<u><i>Mus musculus</i></u>	Ratón doméstico	Exótica invasora ¹
		<u><i>Rattus rattus</i></u>	Rata negra	Exótica invasora ¹
Perissodactyla	Equidae	<u><i>Equus asinus</i></u>	Burro	Exótica Invasora ¹
		<u><i>Equus caballus</i></u>	Caballo	Exótica Invasora ¹

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: ¹Tabla de Especies Exóticas Invasoras para México (CONABIO, 2016a), ² GBIF (2017), ³ PNUD México (2019), ⁴ Andrade-Escobar *et al.*, (2008), ⁵ Arroyo-Rodríguez *et al.*, (2009), ⁶ Fragoso & Rojas (2009), ⁷ PNUD México (2017f), ⁸ Consulturismo A.C. (2014), ⁹ PNUD México (2016a), ¹⁰ Flores-Martínez *et al.*, (2013), ¹¹ PNUD México (2016b), ¹² Luna-Aguilar *et al.*, (2014), ¹³ Lorea-Hernández *et al.*, (2014), ¹⁴ Vázquez-Torres & Bojórquez (2011), ¹⁵ GBIF (2019a), ¹⁶ GBIF (2019b), ¹⁷ CONABIO (2016b), ¹⁸ Naturalista (2019), ¹⁹ CONABIO (2012), ²⁰ Flores-Martínez *et al.*, (2017), ²¹ POWO (2019) y ²² CONABIO (2017).

Impacto ecológico

Impactos sobre la biodiversidad

En la RB Los Tuxtlas, la introducción de EEI tienen efectos negativos sobre las especies nativas ya que las desplazan o depredan, reduciendo su abundancia y modificando su distribución (PNUD México, 2019). Especies como la garza garrapetera (*Bubulcus ibis*), el tordo ojirrojo (*Molothrus aeneus*), el zanate (*Quiscalus mexicanus*), las cuijas (*Hemidactylus mabouya* y *H. turcicus*), el perrito (*Anolis sagrei*), la lobina negra (*Micropterus salmoides*) y la mojarra tilapia (*Oreochromis niloticus*) depredan a las especies nativas o compiten con ellas por sitios de nidada y/o alimento (Andrade-Escobar *et al.*, 2008). Por ejemplo, el tordo ojirrojo y el zanate compiten por espacio y lugares de nidificación con otras aves. La garza garrapetera (*Bubulcus ibis*) no sólo compiten por sitios de anidación y material para la construcción de nidos, sino que también pueden afectar las poblaciones de artrópodos de los que se alimentan, los cuales a su vez son fuente de alimento para otras especies nativas (Gómez de Silva *et al.*, 2005).

Así mismo, se piensa que los geckos invasores (*Hemidactylus frenatus* y *H. turcicus*) han desplazado a la especie nativa de gecko (*Sphaerodactylus glaucus*) por su menor tamaño; además que *H. turcicus* ha sido identificada como transmisora de enfermedades a la herpetofauna nativa (Andrade-Escobar *et al.*, 2008).

Respecto a la vegetación exótica invasora, el crecimiento poblacional de la orquídea africana (*Oeceoclades maculata*) y el pasto insurgente (*Urochloa brizantha*), preocupa a los pobladores de la Reserva ya que pueden causar efectos negativos en la biodiversidad (PNUD México, 2019). Estudios en el sureste México y en Veracruz, han reportado que la orquídea africana forma tapetes muy densos dentro de las selvas tropicales, sin embargo, no se han podido cuantificar los impactos ni la asociación negativa que tenga esta especie en la diversidad de plantas del sotobosque, manifestando que su continua proliferación se convertirá un problema (Cohen & Ackerman, 2009, Boege *et al.*, 2015).

Además de la amenaza directa sobre la biodiversidad local, la presencia de EEI también puede impactar al ecosistema. Por ejemplo, se ha observado que *U. brizantha* pueden alterar el curso de los ríos que invade, lo que potencialmente puede afectar de manera negativa la dinámica del ecosistema (PNUD México, 2019). También se ha reportado que su presencia aumenta la intensidad de fuegos durante periodos de sequía (Schüttler & Karez, 2009), lo que contribuye a la transformación del suelo forestal. El bambú colombiano (*Guadua angustifolia*) es una especie que favorece la erosión del suelo en las zonas donde se expande, mientras que el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) contribuye a la eutrofización de los cuerpos de agua que habita (Flores-Martínez, *et al.*, 2013b; Guevara-Granja & Ramírez-Cando, 2015; PNUD México, 2019).

Por otro lado, existe vegetación nativa con comportamiento invasor como *Struthanthus* sp., comunmente conocida como caballera o muérdago la cual representa un amenaza potencialmente grave para los manglares; ya que se establece preferentemente sobre el mangle rojo y al ser una planta parasitaria llega a ocasionar la muerte de su hospedero (PNUD México, 2017a)

Finalmente, una de las más grandes amenazas a la biodiversidad y economía de la RB Los Tuxtlas son las invasiones a los sistemas acuáticos. La explosión demográfica de especies introducidas como el pez diablo (*Pterygoplichthys* spp.) y el pez león (*Pterois miles* y *P. volitans*) ha ocasionado una gran preocupación, ya que amenazan la integridad de ecosistemas dulceacuícolas y marinos, respectivamente. Estas especies compiten fuertemente por alimento y hábitat con peces nativos y depredan individuos en estadios juveniles y huevos (Morris, 2012), lo que podría ocasionar una fuerte reducción en sus tasas de crecimiento poblacional y afectar la dinámica del ecosistema.

Impacto sanitario

Uno de los grandes problemas con la presencia de EEI es que son vectores de enfermedades, por ejemplo el ratón casero (*Mus musculus*) y la rata negra (*Rattus rattus*), que pueden transmitir un gran número de enfermedades a las poblaciones humanas y de fauna silvestre (Coates-Estrada & Estrada, 1986). A pesar de no contar con información específica que aborde este tema dentro de la RB Los Tuxtlas, es conocido que los perros

(*Canis familiaris*) y gatos (*Felis catus*) ferales representan un riesgo sanitario al ser susceptibles a un gran número de enfermedades infecciosas de las que son transmisores potenciales (Suzán, 2017; Gil-Alarcón *et al.* 2018). PNUD México (2016a) reporta que se han iniciado estudios para conocer la distribución e impacto de EEI y ferales en el territorio, el resultado ha sido un diagnóstico regional y un programa de monitoreo vigente.

Otro problema consiste en que la presencia de una EEI puede atraer o facilitar la llegada de otras. Un ejemplo de esto es la introducción de ganado, actividad productiva apoyada por SAGARPA (ahora SADER) durante el ejercicio fiscal 2012 (SADER, 2018) que ha atraído especies como la garza garrapatera (*Bubulcus ibis*), la cual además de habitar áreas dedicadas a la ganadería y agricultura, también habita ambientes estuarinos, áreas rurales perturbadas, áreas urbanas y humedales (González-Soriano *et al.*, 1997). Estas aves son vectores de *Clostridium botulinum*, la bacteria responsable de la enfermedad del botulismo (Acha & Szyfres, 1977).

En cuanto a los peces, el pez león (*Pterois volitans*, *P. miles*) representa un riesgo para la salud pública de los pescadores y buzos recreativos ya que sus espinas contienen un veneno neurotóxico (Halstead *et al.*, 1955; Cohen & Olek, 1989) que ocasiona dolor y puede paralizar las extremidades en seres humanos (Kizer *et al.*, 1985, Vetrano *et al.*, 2002; Badillo *et al.*, 2012). Por otra parte, las espinas dorsales y pectorales del pez diablo llegan a provocar cortaduras en las manos de quien los manipula sin cuidado (Schmitter-Soto *et al.*, 2014).

GESTIÓN

Línea base

En el 2013 Flores-Martínez *et al.*, evaluaron el número de Especies Exóticas Invasoras, reportando 140 especies de flora y fauna, de las cuales 125 se catalogaron como especies exóticas e invasoras, 11 especies nativas con comportamiento invasor y 4 especies exóticas con distribución potencial. Posteriormente, en un taller de capacitación sobre especies exóticas invasoras y ferales en la RB Los Tuxtlas se mencionó la presencia de 109 EEI, de las cuales 82 eran plantas, un invertebrado, ocho peces, cinco aves, siete reptiles y seis mamíferos (CONANP, 2015a). Estos proyectos se basaron en la búsqueda sistematizada en literatura y bases de datos actualizadas disponibles así como en consultas con personal del ANP y organizaciones de la asociación civil.

Actualmente, el listado comprende 159 especies (véase la sección anterior), a las cuales se les podrían añadir 16, que corresponden a las identificadas mediante modelaje de nicho ecológico potencial y se enlistan en el Anexo 1. El incremento en el número de especies registradas no significa necesariamente que han ocurrido nuevas invasiones o introducciones en el ANP, 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, 2017e). Además,

se ha corroborado la taxonomía a fin de evitar sinonimias, se realizaron consultas al personal de la Reserva y organizaciones civiles para validar y consensuar la categoría de las especies.

En el año 2011, se llevó a cabo un diagnóstico de pastos invasores en el que se identificaron 13 especies del orden de los Poales y una orquídea exótica. También, se determinó que la abundancia de estas especies exóticas en terrenos ganaderos es muy alta. El estudio reporta que estas especies no sólo han salido de los terrenos de cultivo sino que también son capaces de invadir bordes de caminos y carreteras, impidiendo el establecimiento de otras especies (Campos-Villanueva & Coates, 2011).

Durante 2016-2017 dentro del proyecto GEF-Especies Invasoras para diseñar un Plan De Monitoreo y Control de cinco Especies Exóticas Invasoras (EEI) en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, se realizó un Diagnóstico de la Situación de las EEI en Reserva, en el que reportan que las zonas núcleo de la RB Los Tuxtlas no hay presencia importante de especies exóticas invasoras y se encuentran en buen estado, y es en la zona de amortiguamiento donde se encuentra la mayor variedad de especies exóticas asociadas a actividades humanas (PNUD, 2017a).

Capacidades del ANP

La RB Los Tuxtlas cuenta con un Consejo Asesor que actúa como órgano de consulta y apoyo para la Dirección de la RB Los Tuxtlas para, en conjunto, procurar que los intereses de la población involucrada se vean reflejados en los programas y acciones de la misma y así fortalecer la toma de decisiones para el manejo, gestión y administración de la Reserva. Este Consejo integra la participación de la población local, de dependencias de Gobierno, de instituciones académicas y de organizaciones de la sociedad civil (Flores-Martínez *et al.*, 2016; CONANP, 2015b).

En el año 2016, como parte del proyecto GEF- Invasoras, se estableció un Subconsejo de EEI, conformado por representantes de instituciones académicas, de asociaciones civiles, de sectores productivos, de comunidades, de dependencias gubernamentales estatales, con el objetivo de brindar apoyo y asesoría, en conjunto con el Consejo Asesor, a la Dirección de la RB Los Tuxtlas en cuanto a la problemática de las EEI (Flores-Martínez *et al.*, 2017).

Prácticas en sectores productivos

Las actividades productivas que tienen una mayor influencia en la introducción e impacto de las EEI en la RB Los Tuxtlas son las actividades relacionadas con la agricultura, la acuicultura y la ganadería. A estas actividades se suma el comercio de plantas y peces exóticos en acuarios y viveros, que facilitan la liberación y dispersión de EEI (PNUD México, 2016b; PNUD México, 2019). A pesar de que las EEI pueden generar diversos daños socioeconómicos, como por ejemplo daños a la agricultura, silvicultura, pesca, turismo y la pérdida de usos culturales de los recursos naturales (Vitousek, 1997; Sarukhán *et al.*, 2012), no han sido evaluados formalmente sus efectos como parte de la problemática dentro de la RB Los Tuxtlas.

Ganadería

El sector ganadero es una de las actividades productivas más importantes y amenazantes dentro de la RB Los Tuxtlas. En la región, la ganadería extensiva ha ido sustituyendo paulatinamente la cobertura forestal a tal grado que a la fecha existen grandes extensiones de pastizales y potreros; siendo un sector difícil de regular debido al gran número de EEI involucradas en la actividad. Para contrarrestar sus efectos, se ha recomendado la práctica agrosilvopastoril para disminuir la presencia de especies como el zacate Bermuda (*Cynodon dactylon*) y el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), que destacan por su distribución (PNUD México, 2016a, 2016b). Ávila-Foucat & Revollo-Fernández (2012), desarrollaron un proyecto sobre conversión silvopastoril dentro de la RB Los Tuxtlas, en el que tras dos años de su establecimiento en la zona del Volcán Santa Marta, reportan que éste sistema ha sido más rentable financieramente que un sistema tradicional. Este proyecto involucra un componente importante para la reforestación con especies locales, sobre todo mediante el manejo forestal de acahuales con siembra de productos forestales no maderables y maderables y el manejo de sistemas silvopastoriles.

Conciencia pública

En el año 2012, Coates y Campos-Villanueva, a través del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES) de la CONANP desarrollaron un folleto divulgativo sobre las EEI presentes en la Reserva de la Biósfera Los Tuxtlas (Coates&Campos-Villanueva, 2012).

En 2015 se realizaron tres talleres de capacitación sobre flora y fauna exótica invasora y feral en la RB Los Tuxtlas (PNUD México, 2016a) con el objetivo de fortalecer las acciones de capacitación a las brigadas de vigilancia comunitaria, a la red de monitoreo comunitario, a los productores ganaderos, a los pescadores y a los representantes municipales e institucionales (Flores-Martínez *et al.*, 2016a). Así mismo, para generar conciencia ambiental, se implementó una campaña de educación ambiental y sobre la conservación de los ecosistemas en la región, específicamente del manglar. Además, se impartieron pláticas sobre EEI y ferales en la comunidad aledaña al manglar donde también estuvieron involucradas autoridades locales, municipales, representantes académicos y comunitarios. La campaña tuvo el nombre de “Yo cuido el manglar” e incluyó la elaboración de material de difusión como calcomanías adheribles, pulseras de tela y carteles que se distribuyeron a la población local y a los turistas. Además, se les brindó información sobre las actividades que se han realizado en la RB Los Tuxtlas para conservar y reforestar el manglar (Luna *et al.*, 2015).

Monitoreo, control y erradicación

La RB Los Tuxtlas implementó un proyecto con la participación de tres comunidades que habitan al margen del Lago de Catemaco para el aprovechamiento de fibras de lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en la elaboración de artesanías (mantos, sombreros, bolsas y portalápices) como una alternativa económica para los pobladores. (Andrade-Escobar *et al.*, 2008; Schüttler & Karez, 2009). Cabe mencionar que dado que la explotación de este

recurso es mínima, no se considera como un programa de control como tal (PNUD, 2016b); sin embargo, la extracción de ejemplares contribuye a la contención de la especie.

En 2012, en la comunidad de Benito Juárez se realizó la extracción de ejemplares de orquídea africana (*Oeceoclades maculata*) como parte de una actividad demostrativa para aprender sobre el control y el manejo de la especie (Flores-Martínez *et al.*, 2013a).

En el año 2014, se implementó un plan de monitoreo y control de la hoja de tigre (*Acrostichum aureum* y *A. danefolium*) en los manglares de la laguna de Sontecomapan. El informe final concluye que estos helechos no son especies invasoras, sino indicadoras de perturbación, amortiguan el cambio de uso de suelo y son refugio para muchas especies; por lo que se recomienda su control pero no su total erradicación (Luna-Aguilar *et al.*, 2014).

Tehuitzil *et al.*, (2015) realizaron muestreos de monitoreo de pez diablo en la Laguna de Sontecomapan y Laguna del Ostión, reportando su presencia en el segundo sitio. Además, en 2015, los mismos autores capturaron ejemplares en Laguna Salada e iniciaron un programa de aprovechamiento, el cual consistió en elaboración de harina artesanal para frituras.

En 2015 a través de financiamiento del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES) de la CONANP, se llevaron a cabo acciones de control y erradicación de la orquídea africana (*Oeceoclades maculata*) y la mariposita blanca (*Hedychium coronarium*) con las que se logró la eliminación de 53,457 individuos en una superficie total de 54.11 hectáreas. Así mismo, en 2016 se comenzaron estudios sobre la distribución e impacto de las EEI y ferales por medio del proyecto GEF- Especies Invasoras, el cual tuvo como resultado un diagnóstico regional, un programa de monitoreo y control de EEI y talleres de capacitación (PNUD México, 2016b).

En el año 2016-2017, se implementó un Plan de control para cinco especies de EEI que presentaron un mayor grado de afectación en la RB Los Tuxtlas y sus zonas de influencia. En consenso con la Reserva se estableció que las EEI más relevantes eran: la orquídea africana (*Oeceoclades maculata*), la mariposita blanca (*Hedychium coronarium*), los pastos africanos (*Urochloa brizantha*, *Cynodon nlemfuensis*, *Brachiaria decumbens*), el pez diablo (*Pterygoplichthys* spp.) y el muérdago (*Struthanthus* spp.) (PNUD, 2017c). Para las dos primeras especies, se está realizando un proyecto de control en las zonas con mayor abundancia. También se conformaron dos brigadas de monitoreo y control de EEI, una para la zona Norte y otra para la zona Sur de la RB Los Tuxtlas (PNUD México, 2017d).

Restauración de ecosistemas

En 1993, el Programa de Acción Forestal Tropical A.C. y el Instituto Nacional Indigenista proporcionaron algunos apoyos para iniciar la reforestación de una hectárea de manglar en la Laguna del Ostión. En 1994, con apoyo de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), se continuó con la reforestación de tres hectáreas que corresponden a los bordes de la laguna del Ostión en algunas comunidades del municipio de Pajapan. Así mismo, SEDESOL, en 1995 y 1997 apoyó la reforestación de 33 hectáreas en las comunidades de El Pescador y Jicacal. En 1997, se continuó con actividades de transplante de mangle y reforestación con apoyo de dependencias privadas como Ford y AHMSA en la laguna de Sontecoapan. Finalmente,

en 1998 a través del Programa Nacional de Reforestación (PRONARE), se realizó la reforestación de 25 hectáreas de mangle rojo, en cuatro comunidades alrededor de la Laguna del Ostión, cinco hectáreas en Barillas, cinco hectáreas en el Pescador, cinco hectáreas en el Mangal y 10 hectáreas en el Jicacal (Trolle-Tadeo *et al.*, 2005).

Desde 2005, se puso en marcha un proyecto de propagación de mangle botoncillo a través de siembra de semilla y de varetas en el vivero de la Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria en Acayucan y en la comunidad de Jicacal (Laguna del Ostión), además de un vivero en Sontecomapan (Hernández *et al.*, 2005). En 2006 se realizaron acciones de reforestación en la Laguna del Ostión en Pajapan, patrocinada por la CONAFOR (Carmona-Díaz, 2006 en CONABIO s/f).

Méndez-Toribio *et al.*, (2018) reportan dos proyectos de restauración en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, adscritos al Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC) de la Universidad Autónoma del Estado de México: 1) Restauración ecológica de los manantiales de ejidos del municipio de Catemaco y 2) Restauración del bosque lluvioso con especies de larga vida.

Ávila-Foucat & Revollo-Fernández (2012), mediante un programa de conversión silvopastoril reportaron que para los años 2009-2010 participaron 34 beneficiarios en actividades de reforestación, manejo forestal y sistema silvopastoril, abarcando aproximadamente 481 hectáreas dentro de la RB Los Tuxtlas.

Medidas de prevención

Parte fundamental de la prevención son los esfuerzos para incrementar la conciencia pública, para lo cual se han realizado labores de educación ambiental entre la población local a través de talleres y pláticas sobre el cultivo de especies exóticas y sus impactos (ver sección **Conciencia pública**).

Cooperación

A partir de las mesas de trabajo del año 2013 y 2019 (Flores-Martínez *et al.*, 2013a; PNUD México, 2019) con representantes de OSC, instituciones de Gobierno local y personal de la RB Los Tuxtlas, se identifican como instituciones o actores clave en el manejo de EEI:

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)
- Consejo Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
- Fomento Ecológico y Social A.C.,
- Selva de Toztlán, A.C.
- Brigadistas comunitarios (PROMANC-Vigilancia comunitaria)
- Brigadistas de SARMOD – Sistema de Alta Resolución de Monitoreo de Biodiversidad
- Universidad Veracruzana
- Estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas, UNAM
- Instituto de Biología, UNAM
- Instituto de Ecología, UNAM

- Pronatura Veracruz A.C.

Necesidades

A partir de las mesas de trabajo con el personal técnico de la Reserva, realizadas en 2013 y 2019, se identificaron las siguientes necesidades:

- Realizar un inventario de especies exóticas invasoras y evaluar el impacto que tienen sobre las especies nativas, así como sus efectos sobre los diversos ecosistemas que se encuentran en la RB Los Tuxtlas.
- Elaborar una propuesta de normativa ambiental en materia de EEI que pueda ser aplicada dentro la RB Los Tuxtlas.
- Mejorar la coordinación interinstitucional con el fin de no entorpecer las acciones de manejo y control de EEI.
- Incrementar la regulación y control de actividades productivas como la acuacultura, la jardinería, la agroforestería, la ganadería y los criaderos de fauna y flora silvestre.
- Desarrollar actividades de educación ambiental que aborden de forma integral la problemática de las especies exóticas invasoras en la RB Los Tuxtlas, con el objetivo de sensibilizar a la población sobre su impacto en la biodiversidad, en la conservación de los ecosistemas, y poder dar continuidad a las acciones de manejo y control de los programas.

LITERATURA CITADA

- Acha, P. N. & Szyfres, B.** 1977. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Publicación científica. Organización Mundial de la Salud. Washington, D.C.
- Andrade-Escobar, K., Coates, R., Gómez-Marín, F. J. & Campos-Villanueva, A.** 2008. Los Tuxtlas. En: Schüttler, E. & Karez, C.S. (eds.) 2008. Especies exóticas invasoras en las

Reservas de Biosfera de América Latina y el Caribe. Un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las Reservas de Biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas. UNESCO, Montevideo.

- Arroyo-Rodríguez, V., Dunn, J. C., Benítez-Malvido, J. & Mandujano, S.** 2009. Angiosperms, Los Tuxtlas Biosphere Reserve, Veracruz, Mexico. *Journal of Species List and Distribution*. 5 (4).
- Ávila-Foucat, S. & Revollo-Fernández, D. A.** 2012. Análisis económico-financiero de un sistema silvopastoril: estudios de caso en la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas, Veracruz, México. Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable (ENDESU S.A.), D.F., México. 27pp. +1 Anexo.
- 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
- Boege, K., Domínguez, C.A. & Fornoni, J.** 2015. Distribución, abundancia y efectos nocivos de tres especies de plantas invasoras. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. Informe final *Oeceoclades maculata* SNIB-CONABIO, proyecto No. JE004. Ciudad de México.
- Campos-Villanueva, Á. & Coates, R.** 2011. Diagnóstico Regional de Especies Invasoras en Zacates Forrajeros. Estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz, México. 11pp.
- Carmona-Díaz, G.** 2006. Reproducción y establecimiento de 100,000 plantas de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conacarpus erectus*) en los municipios de Catemaco (50,000 plantas para 50 ha) y Tuxpan (50,000 plantas para 50 ha) en el estado de Veracruz. Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria, Universidad Veracruzana, Campus Acayucan, Veracruz, México. 30 pp.
- Coates-Estrada, R. & Estrada, A.** 1986. Manual de identificación de campo de los mamíferos de la Estación de Biología Los Tuxtlas. Instituto de Biología, U.N.A.M., México, D.F. 151 pp.
- Coates, R. & Campos-Villanueva, A.** 2012. Folleto: Las especies Invasoras de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas. proyecto PROCODES-CONANP. s/p
- Cohen, I. M., & Ackerman, J. D.** 2009. *Oeceoclades maculata*, an alien tropical orchid in a Caribbean rain forest. *Annals of Botany*. 104: 557-563
- 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 Uso y Conocimiento de la Biodiversidad).** s/f. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. Ficha de caracterización. Fecha de actualización: sin información.
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/caracterizacion/GM45_Laguna_Ostion_caracterizacion.pdf
- CONABIO (Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad).** 2012. Malezas de México. Fecha de actualización: Julio de 2019
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/apiaceae/berula-erecta/fichas/ficha.htm>

- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad).** 2016a. 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).** 2016b. Evaluación rápida de invasividad de *Pennisetum setaceum*. Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México. Fecha de actualización: julio de 2019.
http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/MenuPrincipal/07Fichas%20tecnicas_OK/02Fichas%20tecnicas/Fichas%20t%C3%A9cnicas%20CONABIO_especies%20ex%C3%B3ticas/Fichas%20plantas%20invasoras/M_P/Pennisetum%20setaceum.pdf
- CONABIO (Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad).** 2017. Evaluación rápida de invasividad de *Micropterus salmoides* (Lacépède, 1802). Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas).** 2015. CONANP imparte taller de capacitación sobre especies exóticas invasoras y ferales en Los Tuxtlas. Fecha de actualización: 7 de diciembre de 2015.
<https://www.gob.mx/conanp/prensa/conanp-imparte-taller-de-capacitacion-sobre-especies-exoticas-invasoras-y-ferales-en-los-tuxtlas-21035>
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas).** 2015b. Consejos asesores de las Áreas Naturales Protegidas. Fecha de actualización: 13 de junio del 2016.
http://www.conanp.gob.mx/rendicion_cuentas/consejos_anps.php
- Consulturismo A.C.** 2014. Capacitación y equipamiento de brigadas de vigilancia comunitaria para la identificación y monitoreo de especies exóticas invasoras y ferales en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas.
- 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. Primer informe de actividades presentado 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. 37pp.
- Flores-Martínez J. J., García-Ruíz, G., Gutiérrez-Granados, G., González-Salazar, C., Lira-Charco, E. & Espino-Ocampo, M.** 2013a. Mesa de trabajo con personal de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas. 2013. Comunicación personal. 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., Pérez, M., Sánchez, V. & Rodríguez-Medina, R.** 2016a. Servicio de consultoría para la realización de tres talleres de capacitación sobre la flora y fauna exótica invasora y feral en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas. Informe Final. Proyecto GEF 089333 "Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras". Conservación Biológica y Desarrollo Social A.C., Veracruz, México. 28 pp. + 15 anexos.
- Flores-Martínez, J. J., Pérez-Cabral, M., Sánchez-Cordero, V. & Rodríguez-Medina, R.** 2016b. Servicio de Consultoría para Establecer un Subconsejo de EEI en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas. Informe final presentado a la CONABIO y a PNUD en el marco del proyecto GEF 089333 "Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras". Conservación Biológica y Desarrollo Social A.C., Veracruz, México. 69pp + 23 Anexos.
- Flores-Martínez, J. J., Pérez-Cabral, M., Sánchez-Cordero, V. & Rodríguez-Medina, R.** 2017. Servicio de Consultoría para Establecer un Subconsejo de EEI en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas. Presentación del Subconsejo de EEI al Consejo Asesor presentado a la CONABIO y al PNUD en el marco del proyecto GEF 089333 "Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras". Conservación Biológica y Desarrollo Social A.C., Veracruz, México. 13pp + 3 Anexos.
- Fragoso, C. & Rojas, P.** 2009. Invasiones en el suelo: la lombriz de tierra *Pontoscolex corethrurus* y la hormiga *Solenopsis geminata* en los ecosistemas tropicales de México. En: Manejo agroecológico de sistemas vol. I. Aragón G.A., M.A. Damián H. y López-Olguín J.F. (Eds.). Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 81-107.
- GBIF (Global Biodiversity Information Facility).** 2017. *Colocasia esculenta*. Fecha de actualización: julio de 2019
<https://www.gbif.org/species/5330776>
- GBIF (Global Biodiversity Information Facility).** 2019a. GBIF *Brachionus plicatilis*. Fecha de actualización: Julio de 2019
<https://www.gbif.org/species/4984146>
- GBIF (Global Biodiversity Information Facility).** 2019b. GBIF *Digitaria ciliaris*. Fecha de actualización: Julio de 2019
<https://www.gbif.org/species/5289998>
- Gil-Alarcón, G., Rodríguez-Medina, R., Arenas-Pérez, P. & Moreno, E.** 2018. Diagnóstico y protocolo para una adecuada gestión canina dentro de la Tercera Sección del Bosque de Chapultepec. Universidad Nacional Autónoma de México. Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Agencia de Atención Animal. 106p.
- Gobierno de la República.** 2013. Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2013-2018. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Fecha de actualización: 06 de noviembre de 2016.
http://www.conanp.gob.mx/datos_abiertos/DES/PNANP2014-2018.pdf

- Gómez de Silva, H., Oliveras de Ita, A. & Medellín, R. A.** 2005. *Bubulcus ibis*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- González-Soriano, E., Dirzo, R. & Vogt, R.** (eds.). 1997. Historia Natural de Los Tuxtlas. UNAM-CONABIO, México D.F. 647 pp.
- Guevara-Granja, M. F. & Ramírez-Cando, L. J.** 2015. *Eichhornia crassipes*, su Invasividad y potencial fitorremediador. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 22(2):5-11. Universidad Politécnica Salesiana Cuenca, Ecuador.
- Halstead, B., Chitwood, M. J. & Modglin, F. R.** 1955. The anatomy of the venom apparatus of the zebrafish, *Pterois volitans* (Linnaeus). *Anatomical Record* 122:317-333.
- Hernández, A. H., Carmona, G., Pérez, J. & González, R.** 2005. *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo): una especie a punto de desaparecer en el sur de Veracruz. Memorias del II Taller sobre la Problemática de los Ecosistemas de Manglar. Puerto Vallarta, Jalisco. 26-29 de Octubre.
- 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.
- 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.
- Luna-Aguilar, A., Vega-Rodríguez, B. & Velázquez-Luna, R.** 2014. Monitoreo y control de la hoja de tigre en los manglares de la laguna de Sontecomapan Convenio De Concertación Núm. PROCER/DRPCGM/14/2014. Informe final. 80p.
- Luna, A., Vega, B. & Velázquez, R.** 2015. Monitoreo y control de la hoja de tigre en los manglares de la Laguna de Sontecomapan. PROCER/DRPCGM/14/2014. 21 p.
- Markula, A., Hannan-Jones, M. & Csurhes, S.** 2009. Several hybrids: Hybrids of *Leptailurus serval* (serval) and *Felis catus* (domestic cat), including the "savannah cat". En: *Pest animal risk assessment*. Invasive Plants and Animals. Biosecurity Queensland. Australia.
- Méndez-Toribio, M., Martínez-Garza, C., Ceccon, E. & Guariguata, M. R.** 2018. La restauración de ecosistemas terrestres en México: Estado actual, necesidades y oportunidades. Documentos Ocasionales 185. Bogor, Indonesia: CIFOR, 116 pp.
- Morris, J. A., Jr.** (ed.). 2012. *Invasive Lionfish: A Guide to Control and Management*. Gulf and Caribbean Fisheries Institute Special Publication Series Number 1, Marathon, Florida, EE.UU, 113 pp.
- Naturalista, CONABIO.** 2019. <http://www.naturalista.mx>. Fecha de actualización: julio de 2019
- 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 (Publicado en el D.O.F. 30 diciembre 2010).
- Ortíz, A. A., Mendoza, L. L., Hermosillo, B. M. A., González, G. R., Valdez, V. J. y Silva, E. N.** 2007. Planeación de erradicación de fauna introducida en el archipiélago Islas

Marías. Reporte de actividades y bitácora de primera visita de campo. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. Ensenada, Baja California.

POWO (Plants of the world online). 2017. *Brassica rapa*. Fecha de actualización: 30 de julio de 2019

<http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:279485-1>

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2016a. Servicio de consultoría para la realización de tres talleres de capacitación sobre flora y fauna exótica invasora y feral en la reserva de la biosfera los Tuxtlas. Informe Final Fecha de actualización: junio de 2019

<https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/gef/pdf/2.2-5-informe-final-talleres-RBLT.pdf>

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2016b. Servicio de consultoría para el diseño de un plan de control y monitoreo de cinco especies exóticas invasoras (EEI) en la Reserva de la Biosfera los Tuxtlas. Diagnóstico de la situación de las especies exóticas invasoras (EEI) en la Reserva de la Biosfera los Tuxtlas, presentado a CONABIO y a PNUD en el marco del proyecto GEF 089333 "Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI"

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2017a. Servicio de consultoría para el diseño de un plan de control y monitoreo de cinco especies exóticas invasoras (EEI) en la Reserva de la Biosfera los Tuxtlas. Plan de monitoreo y control del muérdago (*Struthantus sp.* y *Psittacanthus calyculatus*) en la Reserva de la Biosfera los Tuxtlas, presentado a CONABIO y a PNUD en el marco del proyecto GEF 089333 "Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI". Vega-Rodríguez, B. I., Terán-González, G. J., Luna-Aguilar, L. A. y G. E. Martínez-Romero Fomento Ecológico y Social A. C. Veracruz, México. 15 pp.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2017b. Servicio de consultoría para el diseño de un plan de control y monitoreo de cinco especies exóticas invasoras (EEI) en la Reserva de la Biosfera los Tuxtlas. Plan de monitoreo y control del pez diablo (*Pterygoplichthys spp.*) en la RBLT en la Reserva de la Biosfera los Tuxtlas, presentado a CONABIO y a PNUD en el marco del proyecto GEF 089333 "Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI". Vega-Rodríguez, B. I., Terán-González, G. J., Luna-Aguilar, L. A. y G. E. Martínez-Romero Fomento Ecológico y Social A. C. Veracruz, México. 15 pp.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2017c. Servicio de consultoría para el diseño de un plan de control y monitoreo de cinco especies exóticas invasoras (EEI) en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas. Diagnóstico de la situación de las especies exóticas invasoras (EEI) en la Reserva de la Biosfera los Tuxtlas, presentado a CONABIO y a PNUD en el marco del proyecto GEF 089333 "Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI". Vega-

Rodríguez, B. I., Terán-González, G. J., Luna-Aguilar, L. A. & Martínez-Romero, G. E. Fomento Ecológico y Social A. C. Veracruz, México. 53 pp. + 6 Anexos.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2017d. Integración de Brigadas de Monitoreo y Control de Especies Exóticas Invasoras en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas. Proyecto 089333 “Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”. 19 pp. + 1 Anexo. Vega-Rodríguez, B. I., Terán-González, G. J., Luna-Aguilar, L. A. y G. E. Martínez-Romero. Fomento Ecológico y Social A. C. Veracruz, México.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2017e. 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). 2017f. Plan de Monitoreo y Control del muérdago (*Struthanthus* sp. y *Psittacanthus calyculatus*) en la Reserva de la Biósfera los Tuxtlas. Proyecto 089333 “Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”. 20 pp. + 1 Anexo. Vega-Rodríguez, B. I., Terán-González, G. J., Luna-Aguilar, L. A. y G. E. Martínez-Romero. Fomento Ecológico y Social A. C. Veracruz, México.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2019. Mesa de trabajo con personal de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas. 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. A., González-Martínez, C., Zepeda-Martínez, V. N., Muñoz-Rodríguez, C. J. & Sánchez-Cordero, V. Ciencia y Comunidad por la Conservación, A.C. Ciudad de México, México.

SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). 2018. Listados de beneficiarios de los programas de apoyo de la SAGARPA del año 2012 al 2017. Fecha de publicación: 22 de enero de 2018.

<https://www.gob.mx/sader/veracruz/documentos/listado-de-beneficiarios-2012-2017#acciones>

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.

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.

Schüttler, E. & Karez, C.S. 2009. Especies exóticas invasoras en las Reservas de Biosfera de

América Latina y el Caribe. Un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las Reservas de Biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas. UNESCO, Montevideo.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2018. Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas. Fecha de publicación 06 de junio de 2018. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/reserva-de-la-biosfera-los-tuxtlas-158993>

Suzán, G. 2017. Las Especies Exóticas Invasoras y su relación con la salud Presentación realizada durante el taller de periodismo ambiental sobre especies exóticas invasoras. Valle de Bravo, México. Fecha de actualización: 26 de mayo de 2019 <https://agua.org.mx/biblioteca/las-especies-exoticas-invasoras-y-su-relacion-con-la-salud/>

Trolle-Tadeo, A., Aguilar-Sánchez, A., Morales-Morales, A., & Martínez-Martínez, A. 2005. Actividades de conservación por pescadores en el manglar de la laguna del Ostión, Pajapan, Veracruz una experiencia en transición hacia la sustentabilidad. Primer Congreso Internacional de casos exitosos de desarrollo sustentable del Trópico. Boca del Río Veracruz, México.

Tehuiztil, V. L., Fernández, C. A., Martínez, L. F. & Rodríguez, A. 2015. Seguimiento al monitoreo del pez diablo en la laguna del ostión y sus humedales para su transformación y aprovechamiento en la elaboración artesanal de harina, Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Informe final. 65 p.

UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2019. The IUCN red list of threatened species. Versión 2018.2 Fecha de actualización: 10 de septiembre de 2018. <http://www.iucnredlist.org/>

Vázquez-Torres, M. & Bojórquez, G. 2011. Base de datos computarizada del herbario CIB, Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana. Universidad Veracruzana. Instituto de Investigaciones Biológicas. Bases de datos SNIB-CONABIO, proyecto No. DC013 México D. F.

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

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

Actualización de:

Flores-Martínez, J. J., García-Ruiz, 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 Los Tuxtlas, Veracruz (México) presentada a la CONABIO y a PNUD en el marco del proyecto GEF 098333 "Aumentar las capacidades de México para manejar

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.

especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”. Instituto de Biología, UNAM, Ciudad de México, México. 9 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, 2017e).

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, 2017e).

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 Los Tuxtlas. 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 la lista** (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 16 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				
Poales	Poaceae	<u><i>Anthoxanthum odoratum</i></u>	Pasto, alpastillo, grama de olor	Exótica invasora con distribución potencial ^{1a}
		<u><i>Eragrostis curvula</i></u>	Pasto llorón	Exótica invasora con distribución potencial ^{1a}
		<u><i>Pennisetum setaceum</i></u>	Sericura	Exótica invasora con distribución potencial ^{1a}
		<u><i>Rottboellia cochinchinensis</i></u>	Gramínea corredora	Exótica invasora con distribución potencial ^{1a}
Myrtales	Myrtaceae	<u><i>Melaleuca quinquenervia</i></u>	Maleleuca	Exótica invasora con distribución potencial ^{1a}
		<u><i>Eucalyptus globulus</i></u>	Eucalipto gigante	Exótica invasora con distribución potencial ^{1a}
Alismatales	Araceae	<u><i>Zantedeschia aethiopica</i></u>	Alcatraz, capote, cartucho, lampaz, cucurucho, cala, calla	Exótica invasora con distribución potencial ^{1a}
Apiales	Apiaceae	<u><i>Centella asiatica</i></u>	Centella	Exótica invasora con distribución potencial ^{1a}
Asterales	Asteraceae	<u><i>Soliva sessilis</i></u>	Soliva	Exótica invasora con distribución potencial ^{1a}
Commelinales	Commelinaceae	<u><i>Commelina benghalensis</i></u>	Rosilla	Exótica invasora con distribución potencial ^{1a}
Fabales	Fabaceae	<u><i>Acacia melanoxylon</i></u>	Acacia de madera negra	Exótica invasora con distribución potencial ^{1a}
Gentianales	Apocynaceae	<u><i>Cryptostegia grandiflora</i></u>	Chicote	Exótica invasora con distribución potencial ^{1a}
	Rubiaceae	<u><i>Galium spurium</i></u>	Falso clavel	Exótica invasora con distribución potencial ^{1a}
Lamiales	Lamiaceae	<u><i>Leonotis nepetifolia</i></u>	Castillo	Exótica invasora con distribución potencial ^{1a}
REPTILES				
Squamata	Varanidae	<u><i>Varanus niloticus</i></u>	Nilo monitor	Exótica invasora con distribución potencial ^{1a}
AVES				
Psittaciformes	Psittacidae	<u><i>Myiopsitta monachus</i></u>	Cotorra argentina	Exótica invasora con distribución potencial ^{1a}

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 Los Tuxtlas (PNUD, 2017e).