

**Protocolo de Bioseguridad Insular**  
**Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro**  
**2018**



Autores:

Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad

Consejo Asesor Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro

Subconsejo de Bioseguridad Insular

Cita: Subconsejo de Bioseguridad Insular de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro. 2018. Protocolo de Bioseguridad insular de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C., Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. 35 pp.

## **Agradecimientos**

A la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, especialmente a través de su Dirección de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro por todo su apoyo y colaboración en la planeación e implementación de los talleres de bioseguridad. Así como sus aportaciones a la elaboración de este Protocolo de Bioseguridad.

A la Secretaría de Marina – Armada de México, particularmente a la Décimo Primera Zona Naval en Chetumal, por ser socios invaluable en la restauración de Banco Chinchorro y por siempre colaborar y aportar a la elaboración del Protocolo y la implementación de las medidas de bioseguridad.

A los miembros de las Cooperativas Pesqueras Andrés Quintana Roo, Pescadores del Banco Chinchorro y Langosteros del Caribe por su interés por mantener las islas de Banco Chinchorro libres de mamíferos invasores.

A los miembros del Subconsejo de Bioseguridad Insular por darle seguimiento a la actualización del Protocolo y la implementación de las medidas preventivas de bioseguridad.

A todos los prestadores de servicios turísticos, organizaciones civiles e investigadores que asistieron a los talleres de bioseguridad y aportaron en el desarrollo del mismo, hicieron de este un mejor producto. Agradecemos a Amigos de Sian Ka'an, COBI, IT Chetumal, ECOSUR y Caracola Tours.

A la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) y la Dirección de Especies Prioritarias de CONANP, socios valiosos en el marco del Proyecto GEF – Especies Invasoras para Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras.

A la Alianza WWF-FCS y Amigos de Sian Ka'an por la impresión y distribución de este Protocolo de Bioseguridad Insular de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro.

## Contenido

Agradecimientos .....	2
Introducción .....	5
La Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México: prevención, control y erradicación .....	7
Bioseguridad insular .....	8
Marco legal en materia de especies exóticas invasoras.....	12
Especies de riesgo .....	12
Vías de introducción .....	15
Etapas de la bioseguridad .....	19
Prevencción .....	19
Medidas preventivas: .....	20
En muelles, bodegas y aeropuertos .....	20
Detección temprana .....	23
En el muelle: .....	23
En las instalaciones: .....	24
En el interior de la isla: .....	24
En el mar: .....	24
Respuesta rápida .....	25
Toma de decisiones .....	27
Preparación de respuesta .....	28
Referencias .....	31
Anexo I. Campaña de divulgación y capacitación.....	37

## Introducción

Uno de los más importantes impactos de las actividades humanas ha sido la introducción intencional o accidental de especies a nuevos ambientes. Cuando estas especies se encuentran fuera de su área de distribución natural original y han logrado establecerse y expandir su población se conocen como especies exóticas invasoras (EEI) (Blackburn et al. 2008). Las EEI generan serias consecuencias sobre la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas, -interrumpen los ciclos biogeoquímicos y la estructura de las redes tróficas-. Las invasiones se componen de tres fases: incursión, establecimiento y expansión. Las EEI más exitosas son oportunistas y generalistas, ya que tienen ventajas competitivas ante las especies nativas, además actúan como depredadores y vectores de transmisión de enfermedades afectando gravemente la supervivencia de otras especies. En México se encuentran al menos 46 de las 100 especies invasoras más dañinas del mundo, las cuales están afectando todos los ecosistemas de nuestro país (Aguirre-Muñoz et al. 2009). Las EEI, junto con la destrucción de hábitats, son la principal amenaza de la biodiversidad, los ecosistemas y por ende de sus servicios ambientales. Además de los daños ecológicos, estas especies provocan pérdidas económicas y problemas de salud que afectan directamente la calidad de vida de las comunidades (Reaser et al. 2007). En particular, la riqueza biológica de los ecosistemas insulares se ha visto seriamente amenazada durante los últimos siglos por la introducción de estas especies. Las islas se caracterizan por mantener un gran número de especies endémicas, además de ser importantes áreas de refugio y crianza para diversas especies de aves y mamíferos marinos (Aguirre Muñoz et al. 2016). Por su historia evolutiva de aislamiento, las especies endémicas y nativas de las islas se han desarrollado en nichos ecológicos muy estrechos, es decir con necesidades e interacciones con especies del mismo ecosistema muy específicas, y han evolucionado en ausencia de depredadores, careciendo de mecanismos de defensa, por lo que son espe-

cies muy vulnerables y con poca resiliencia. En los últimos 400 años, alrededor del 50% de las extinciones a nivel mundial han ocurrido en las islas (Convenio sobre Diversidad Biológica); de éstas, 67% se deben a la introducción de EEI (Diamond, 1989). A su vez, es 40 veces más probable que ocurran extinciones de especies insulares que de especies continentales. En contraste con su tamaño, las islas mexicanas, albergan 14 veces más endemismos que el territorio continental, aproximadamente el 20% del total de plantas, aves y reptiles habitan en ellas; de las cuales más de 200 vertebrados y 110 plantas son endémicas a las islas (Aguirre-Muñoz et al. 2009). En las islas de México, el 76% de los vertebrados endémicos se han extinguido a causa de la depredación y competencia por parte de las EEI (Aguirre-Muñoz et al. 2011). Los mamíferos invasores, entre los que se encuentran ratas, gatos, cabras y borregos ferales son las principales especies que han provocado la extinción y extirpación de especies insulares en el país. Tan sólo por citar un ejemplo, los gatos ferales han causado la extinción de al menos diez roedores endémicos en las islas del noroeste de México (Nogales et al. 2004). A la fecha se han erradicado 60 poblaciones de mamíferos invasores en 39 islas mexicanas, lo que ha permitido la recuperación una gran cantidad de especies, sin embargo, aún quedan islas por restaurar (Aguirre-Muñoz et al. 2018). Debido a su gran biodiversidad, a que son hábitat clave para el descanso, refugio y reproducción de especies migratorias las islas mexicanas son de primordial importancia para la conservación.

La globalización y mejora en el transporte ha incrementado las vías de introducción de las EEI a las islas (Shine et al. 2000). Por falta de vigilancia fronteriza, prevención y control de vías de introducción aérea y marítima se ha propiciado la introducción de estas especies a los ecosistemas. En la actualidad resulta necesario un cambio de paradigma, no solamente dedicarse a manejar EEI en las áreas donde ya se han establecido, si no ser proactivos para prevenir incursiones (CANTIM, 2012).

## **La Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México: prevención, control y erradicación**

Publicada en 2010, la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras (ENEI) busca dirigir las acciones del país para el manejo de especies exóticas invasoras (EEI). Fue formulada de manera participativa, por un Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, el cual fue conformado por expertos en la materia pertenecientes a agencias gubernamentales, universidades y organizaciones de la sociedad civil. La Estrategia cuenta con cinco acciones transversales: 1) Revisar, adecuar y desarrollar el marco legal y normativo; 2) Desarrollar capacidades científicas, técnicas, humanas e institucionales; 3) Establecer la coordinación entre poderes, intergubernamental, interinstitucional y con la sociedad; 4) Impulsar la divulgación, la educación y la concientización de la sociedad en general; y 5) Generar conocimiento para la toma de decisiones informadas. De las acciones mencionadas devienen tres objetivos: A) Prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras; B) 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; y C) Informar oportuna y eficazmente a la sociedad para que asuma responsablemente las acciones a su alcance en la prevención, control y erradicación de las especies invasoras (CANEI, 2010).

La implementación de la Estrategia Nacional implica estrecha coordinación y colaboración interinstitucional en los ámbitos tanto federales como locales. Con este fin se obtuvo financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), bajo el proyecto “Aumentar las capacidades de México para el manejo de las especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras”. Este proyecto es ejecutado a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y coordinado por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONA-BIO) junto con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

(CONANP), en sociedad con el Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. (GECI) para el componente insular. El proyecto se desarrolla en áreas prioritarias de conservación que sustentan ecosistemas relevantes a nivel global. El objetivo principal es evitar la entrada y dispersión de EEI mediante la prevención y la aplicación de sistemas de detección temprana y respuesta rápida, a fin de evitar su establecimiento y, de esta manera, evitar el costoso esfuerzo de control y erradicación (Born-Schmidt et al. 2017).

### **Bioseguridad Insular**

La bioseguridad insular (BI) se refiere a la protección de los ecosistemas, la economía y salud humana de los impactos negativos asociados a la introducción, establecimiento o crecimiento poblacional de EEI. La BI reduce el riesgo de introducciones de EEI a través de la implementación de políticas públicas y medidas preventivas para proteger la biodiversidad de las islas (Russell et al. 2008). Su objetivo es impedir la llegada o el establecimiento de cualquier EEI y consta de tres componentes: la prevención o cuarentena, la vigilancia o detección temprana y la respuesta rápida a incursiones (Sagolo y Reed, 2010). La prevención incluye la identificación de las vías de introducción de las EEI que potencialmente podrían llegar a una isla, la evaluación del riesgo de introducción y el establecimiento de procedimientos para minimizar dicho riesgo (Parkes, 2013). La clave detrás de la prevención es poner tantos obstáculos como sea posible a lo largo de las rutas de las vías de introducción para reducir la probabilidad de transportar EEI a las islas; por lo que esta fase generalmente se realiza en continente, en los puntos de embarque de bienes y personas como lo son los muelles, embarcaderos y aeropuertos. Una de las principales causas de introducción de EEI a las islas es debido a que las personas no conocen las consecuencias potenciales de las especies introducidas (Moore et al. 2010), por lo que, además, es necesario realizar campañas de concientización y educación ambiental para los usuarios de las islas. Por su parte, la detección se refiere al monitoreo, continuo y de largo plazo en zonas vulnerables, para determinar si ha ocurrido una incursión de una EEI a la isla. Para ello, es necesario contar con sitios de vigilan-



cia que permitan la revisión de objetos que lleguen a las islas, personal que tenga conocimientos de identificación indirecta, como rastros y excretas, y monitoreo constante en sitios de afluencia. Si a través de la detección se confirma que hubo una incursión, se deberán tomar las medidas necesarias para responder de manera oportuna. La respuesta rápida a una incursión es la estrategia a seguir con la finalidad de eliminar totalmente a dicha especie de la isla, antes de que se reproduzca y disperse u ocasione impactos negativos significativos (Moore et al. 2010). Una vez que se eliminó la posible amenaza de una nueva incursión, se deben de realizar monitoreos sistemáticos de confirmación para tener la certeza de que ya no hay presencia de EEI.

Para que cualquier Protocolo de Bioseguridad Insular (PBI) sea efectivo, resulta fundamental involucrar a la comunidad local, así como a los usuarios de las islas durante todas las fases; ya que, por una parte, ellos son el principal vector de introducción de EEI a las islas –al trasladarse continuamente entre el continente y las islas–, pero además, pueden ser los encargados de mantener las islas libres de dichas especies. Por ello, la educación y la sensibilización ambiental, así como la divulgación, son un componente clave (Aguirre-Muñoz et al. 2013).

Este PBI está dirigido a todos los usuarios de la isla –desde habitantes locales hasta visitantes de breve estancia–, y debe implicar acciones de colaboración continua entre todos los actores involucrados, idealmente agrupados por sector u actividad. Su implementación, así como la evaluación y el seguimiento del mismo, estará a cargo de la Comisión Especial de Bioseguridad de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro, con representación del sector gubernamental, de instituciones académicas, de empresas privadas y de organizaciones de la sociedad civil.

### **Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro**

La Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro (RBBCH) se localiza a 30 km al este de Mahahual, Quintana Roo (Figura 1). Está integrada por cuatro cayos: Cayo Centro (541.40 ha), Cayo Norte Mayor

(28.81 ha), Cayo Norte Menor (14.64 ha) y Cayo Lobos (0.42 ha) (INE, 2000). Forma parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano, el segundo más grande del mundo. Banco Chinchorro es una de las estructuras más grandes de su tipo en la cuenca del Caribe (Jordan y Martín, 1987) y la mayor en México. Tiene una superficie de 144,360 ha que incluyen formaciones arrecifales, laguna arrecifal, cayos y aguas oceánicas adyacentes. Es un complejo arrecifal clasificado como falso atolón (Darwin, 1842) atolón (Jordan y Marlín, 1987) o arrecife de plataforma (Chávez e Hidalgo, 1988).

El 19 de julio de 1996 se decretó como Reserva de la Biosfera. En 2003 fue añadida a la Red Mundial de Reservas del Programa Hombre y la Biosfera de la UNESCO, y en el 2004, fue incorporada al listado internacional de sitios RAMSAR (INE, 2000).

Banco Chinchorro es de gran importancia ecológica debido a la elevada diversidad de organismos que ahí se encuentran. Se conocen alrededor de 778 especies en la Reserva, de las cuales el 58% es fauna marina, el 14% es fauna terrestre, el 18% es flora marina y el 10% es flora terrestre. Se tienen registradas 78 especies de plantas entre las cuales podemos encontrar cuatro especies de manglar (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*), Palma de Chit (*Thrinax radiata*), Chaka rojo (*Bursera simaruba*) y el Chechém (*Metopium brownei*), algunas de ellas se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para la avifauna, se han reportado 153 especies de aves (incluyendo múltiples especies migratorias y una subespecie endémica de rascón picudo *Rallus longirostris grossi*) (Mackinnon y Acosta 2003; Rodríguez Malagón et al. 2011). El único mamífero terrestre nativo registrado es el murciélago *Myotis keaysi* (Cepeda González et al. 2009). Los reptiles están representados por 12 especies: cuatro tortugas marinas, dos iguanas, dos geckos, dos anolis (*A. allisolnii* y *A. sagrei*), una lagartija cola de látigo (*Aspidoscelis maslini*) y el cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) (Charruau et al. 2015).

### **Restauración en Banco Chinchorro**

Por muchos años, Banco Chinchorro estuvo bajo la presión de la

presencia de mamíferos exóticos introducidos, el gato feral (*Felis silvestris*) y la rata negra (*Rattus rattus*). La presencia de estas especies en Cayo Norte Mayor (CNMy), Cayo Norte Menor (CNMn) y Cayo Centro (CC) afectó de manera negativa al ecosistema, de tal manera que algunas poblaciones de aves disminuyeron drásticamente. En 2010 comenzó el proyecto de Restauración Ecológica de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro (RBBCH), conformado por la alianza estratégica integrada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), el Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. (GECI) y Amigos de Sian Ka'an (ASK), con apoyo de la Secretaría de Gobernación (SEGOB), Secretaría de Marina-Armada de México (SEMAR) y con financiamiento de la Alianza WWF-FCS y el National Fish and Wildlife Service de Estados Unidos.

En 2012, se logró con éxito la erradicación de rata negra en CNMy y CNMn. Fue la primera vez que se realizaba una erradicación en este tipo de ecosistemas complejos por ser una zona tropical. Para el 2015, ya con la experiencia de CNMy y CNMn, se realizó la erradicación de rata negra y gato feral en Cayo Centro; por sus dimensiones y siendo el cayo más grande con una superficie de más de 600 ha fue uno de los retos más grandes para México. Actualmente las islas de la RBBCH están libres de mamíferos exóticos invasores.

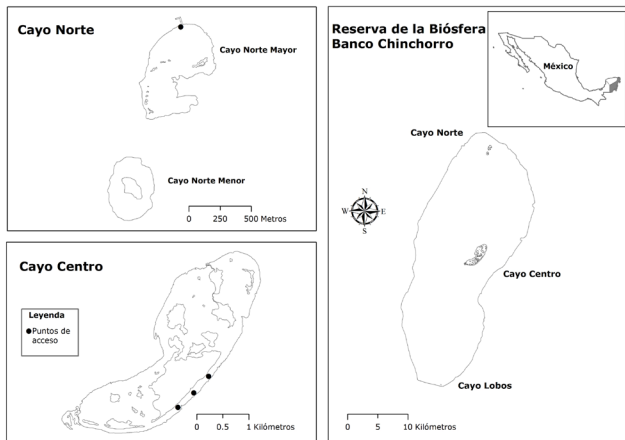


Figura 1. Ubicación geográfica de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro.

## Marco legal en materia de especies exóticas invasoras

Aunque existen algunos vacíos y omisiones en la normatividad en torno a las EEI, a la fecha existen diversos instrumentos legales que explícitamente prohíben la introducción de EEI al medio silvestre. La Ley General de Vida Silvestre, en el Artículo 27 Bis establece que “No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras” (DOF, 2000, pp. 15). En el caso de las Áreas Naturales Protegidas, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (DOF, 2000, pp. 34) plantea en el Artículo 46, que “En las áreas naturales protegidas queda prohibida la introducción de especies exóticas invasoras”. Por otro lado, los Programas de Manejo de estas áreas establecen medidas en torno a las EEI. En particular, el Programa de Conservación y Manejo de la Reserva de la Biosfera Banco Chichorro, en el Subcomponente de Manejo de Recursos Naturales, menciona que se debe controlar la fauna feral y subsecuentemente erradicarla, así como evitar las especies introducidas, aplicando de manera efectiva la prohibición de introducir especies, establecida en las Reglas Administrativas (DOF 2000, Pp. 74).

## Especies de riesgo

Las EEI se clasifican de acuerdo con la severidad de impacto (variando de crítico hasta bajo) en los ecosistemas como se muestra en la Tabla 1. Los efectos que causan las especies de alto impacto se describen en la Tabla 2.

Tabla 1 Definiciones de la severidad de impacto de las EI.

Categoría de impacto	Explicación de severidad del impacto		
	Biodiversidad	Económico	Sociales
Crítico	Pérdida de más de una especie nativa de la isla.	Pérdidas graves por parte de los usuarios a corto, mediano y largo plazo	Afectación directa a la salud de los usuarios. Pérdida del recurso biológico como parte de la herencia.

Categoría de impacto	Explicación de severidad del impacto		
	Biodiversidad	Económico	Sociales
Alto	Pérdida de al menos una especie nativa de la isla.	Pérdidas altas por parte de los usuarios a corto y mediano plazo.	Afectación directa a la salud de los usuarios.
Medio	Disminución en las poblaciones de varias especies nativas.	Pérdidas medianas por parte de los usuarios a corto y mediano plazo.	Afectación directa a la salud de los usuarios.
Bajo	Disminución en la población de al menos una especie nativa.	Pérdidas bajas por parte de los usuarios a corto y mediano plazo.	Afectación directa a la salud de los usuarios

Tabla 2 Listado de posibles especies exóticas invasoras que podrían incursionar o ser re-introducidas.

Especie invasora Nombre común y científico	Severidad del impacto	Descripción del impacto	Referencia
Plantas			
Casuarina <sup>±</sup> ( <i>Casuarina equisetifolia</i> )	Crítico	Altera radicalmente la luz, temperatura y la composición química del suelo del hábitat costero, desplazando e inhibiendo a otras especies de plantas y destruyendo el hábitat de insectos y otros animales (por ejemplo sitios de anidación de tortugas marinas y de los cocodrilos americanos o mangles). Este suelo ecológicamente estéril es muy susceptible a la erosión.	Rentería et al. 2007
Palma cocotera <sup>±</sup> ( <i>Cocos nucifera</i> )	Mediano	Desplazamiento de especies de plantas nativas	
Cadillo o huizapol <sup>±</sup> ( <i>Cenchrus echinatus</i> )	Alto	Invasora muy efectiva. Competencia y desplazamiento de especies de plantas nativas. Afectación a las especies de aves nativas (polluelos).	CONABIO, 2014; GISD, 2014
Zacate buffel y Pasto cola de gato ( <i>Cenchrus ciliaris</i> y <i>Pennisetum setaceum</i> )	Alto	Incrementa el riesgo de incendio y la duración; reducción de la biodiversidad vegetal. Disminución de hábitat para las poblaciones de aves nativas.	CONABIO, 2014; GISD, 2014

Especie invasora Nombre común y científico	Severidad del impacto	Descripción del impacto	Referencia
Plantas para consumo humano: plantas frutales, etc.	Alto	Potencial escape de confinamiento y desplazamiento de especies vegetales nativas por medio de competencia. Alteración de las propiedades del suelo.	Reichard y White, 2001
Invertebrados terrestres			
Hormiga loca ( <i>Anoplolepis gracilipes</i> ) Hormiga argentina ( <i>Linepithema humile</i> ) Hormiga roja de fuego ( <i>Solenopsis invicta</i> )	Crítico	Desplazamiento de comunidades de invertebrados nativos. Depredación de especies nativas. Impacto indirecto en la polinización de la vegetación nativa. Transmisión de enfermedades.	CONABIO, 2014; Mark et al. 2000
Vertebrados marinos			
Pez león ± ( <i>Pterois volitans</i> )	Crítico	Amenaza la integridad de los ecosistemas marinos, compiten por alimento con peces nativos y depredan juveniles de organismos marinos.	Morris, 2012; Guzman-Mendez et al. 2017
Mamíferos terrestres			
Rata negra* ( <i>Rattus rattus</i> )	Crítico	Depredación y competencia con especies de flora y fauna nativa. Frecuentemente asociada a extinciones y extirpaciones. Las aves marinas e invertebrados son especialmente susceptibles a los impactos por esta especie. Su presencia en la isla sería devastadora para la biodiversidad. Transmisión de enfermedades.	CONABIO, 2014; Courchamp et al. 2003
Rata café ( <i>Rattus norvegicus</i> )	Crítico	Depredación y competencia con especies de flora y fauna nativa. Frecuentemente asociada a extinciones y extirpaciones. Las aves marinas e invertebrados son especialmente susceptibles a los impactos por esta especie. Su presencia en la isla sería devastadora para la biodiversidad. Transmisión de enfermedades.	CONABIO, 2014; Courchamp et al. 2003
Ratón doméstico ( <i>Mus musculus</i> )	Crítico	Depredación y competencia con especies de flora y fauna nativa. Causantes de daños a equipo, infraestructura y comida de consumo humano. Transmisión de enfermedades.	CONABIO, 2014; Courchamp et al. 2003

Especie invasora Nombre común y científico	Severidad del impacto	Descripción del impacto	Referencia
Gato doméstico* ( <i>Felis catus</i> )	Crítico	Depredación de vertebrados e invertebrados, especialmente aves marinas. Responsable de extinciones y extirpaciones de varias especies en las islas. Transmisión de enfermedades.	GISD, 2014; Nogales et al. 2004; Luna-Mendoza et al. 2011
Perro doméstico ( <i>Canis familiaris</i> )	Alto	Depredadores de aves marinas y terrestres. Transmisión de enfermedades.	Gallo-Reynoso y García-Aguilar, 2012
Aves			
Gorrión doméstico ( <i>Passer domesticus</i> )	Mediano	Competencia con aves nativas por alimento como sitios de anidación. Potencial transmisor de enfermedades como la encefalitis equina del oeste.	CONABIO, 2014; Gómez de Silva et al. 2005
Paloma de collar ( <i>Streptopelia decaocto</i> )	Alto	Competencia con aves nativas como <i>Patagioenas leucocephala</i> . Transmisora de enfermedades como el virus del Nilo y circovirus.	CONABIO, 2014; GISD, 2014
Paloma ala blanca ± ( <i>Zenaida asiática</i> )	Alto		
Estornino pinto ( <i>Sturnus vulgaris</i> )	Alto	Competencia con aves nativas por el alimento y sitios de anidación (usurpadores de nidos). Depredación de invertebrados nativos.	

\* Erradicada de la Reserva. ±Presente en la Reserva.

## Vías de introducción

Las vías de introducción (Tabla 3) son aquellos procesos por los que se traslada una especie de la región de donde es nativa a una nueva área a donde no llegaría por dispersión natural. Por otro lado, los vectores son los mecanismos por los cuales se transporta dicha especie (Lockwood et al. 2007). Estos vectores son los medios por los cuales una especie exótica puede ser transportada a un nuevo entorno, sea de manera intencional o accidental (Koite et al. 2006) (Tabla 4).

Las principales actividades que se realizan en la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro y los actores involucrados en ellas son las siguientes:

**Inspección y conservación del área:** La Reserva de la Biosfera es administrada por la CONANP, quien cuenta con una estación biológica en CC, el personal se rota cada 10 a 15 días, estando presentes todo el año en la isla. Otra autoridad involucrada en esta actividad es la PROFEPA, quien visita con menor frecuencia el lugar.

**Seguridad nacional:** La SEMAR cuenta con instalaciones y presencia en CNMy, en CC se encuentran 3 elementos en apoyo a la CONANP. El personal en CNMy es rotado cada mes y estos mismos se rotan cada semana en CC. Esto implica movimientos de embarcaciones menores que parten del muelle de Mahahual, Quintana Roo hacia CNMy y ocasionalmente a CC. En las instalaciones de CNMy hay un helipuerto donde ocasionalmente llega personal de la marina.

**Investigación:** Debido a la alta diversidad de la Reserva -tanto marina como terrestre- es muy frecuentada por investigadores de instituciones nacionales e internacionales. Para poder realizar estudios se necesita contar con el permiso de la CONANP.

**Pesca artesanal:** En Banco Chinchorro se encuentran tres Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera denominadas: Andrés Quintana Roo, Pescadores del Banco Chinchorro y Langosteros del Caribe. Su permanencia en la isla de CC depende de la temporada de pesca, hay tres campamentos en la parte sureste de la isla. Esto implica un constante movimiento de cosas del muelle de Mahahual y Xcalak hacia la isla y viceversa.

**Turismo:** Las actividades turísticas que se llevan a cabo en la Reserva son el buceo y la pesca deportiva. Las actividades de recreación se realizan desde las embarcaciones y en ocasiones los turistas llegan a CC donde desembarcan por un par de minutos para recorrer los senderos de la isla. Existen varios prestadores de servicios turísticos que salen de Mahahual y Xcalak. En ocasiones llega el turismo en embarcaciones particulares como yates, siempre y cuando cuenten con el permiso de la CONANP.



Tabla 3 Principales vías y vectores de introducción de las especies de riesgo en Banco Chinchorro.

Actividad	Vector	Tipo de organismo (EEI)									
		Roedores	Mascotas	Reptiles	Anfibios	Insectos	Microorganismos, quistes, esporas...	Propágulos y semillas de plantas	Ejemplares de plantas	Virus / patógenos	Invertebrados marinos
Pesca tradicional / buceo	Recipientes con víveres: cajas, bolsas, hieleras, jvas, etc.										
	Equipo de acampar										
	Equipo de pesca: Redes de pesca										
	Embarcaciones menores: pangas										
Turismo – PST – sin desembarque a las islas (Pesca deportiva, buceo)	Contenedores con alimentos: cajas, bolsas, hieleras, etc.										
	Embarcaciones menores: pangas										
	Mascotas										
	Frutas y vegetales										
Turismo – PST - Grupos que desembarcan en las islas	Contenedores con alimentos: cajas, bolsas, hieleras, etc.										
	Pertenencias: maletas, mochilas, cajas, bolsas, costales										
	Embarcaciones menores: pangas										
	Frutas y vegetales										
	Mascotas										
	Vestimenta										
Turismo – Embarcaciones privadas	Contenedores con alimentos: cajas, bolsas, hieleras, etc.										
	Equipaje: maletas, mochilas, cajas, bolsas, costales, etc.										
	Embarcaciones menores: yates y veleros										
	Equipo de acampar										
	Frutas y vegetales										

Actividad	Vector	Tipo de organismo (EEI)									
		Roedores	Mascotas	Reptiles	Anfibios	Insectos	Microorganismos, quistes, esporas...	Propágulos y semillas de plantas	Ejemplares de plantas	Virus / patógenos	Invertebrados marinos
Turismo – Embarcaciones privadas	Vestimenta y calzado										
	Mascotas										
	Plantas ornamentales										
Investigación – Actividades de monitoreo	Recipientes con víveres: cajas, bolsas, hieleras, etc.										
	Equipaje: maletas, mochilas, cajas, bolsas, costales, etc.										
	Embarcaciones menores: pangas										
	Equipo de acampar										
	Equipo de investigación										
	Frutas y vegetales										
	Vestimenta y calzado										
Seguridad y Soberanía Nacional	Recipientes con víveres: cajas, bolsas, hieleras, etc.										
	Equipaje: maletas, mochilas, cajas, bolsas, costales, etc.										
	Embarcaciones menores										
	Materiales de construcción, madera, tierra.										

Se han identificado tres principales zonas de donde zarpan las embarcaciones hacia la Reserva que son: costa, muelle naval y fiscal de Mahahual, costa y muelle de Xcalak y Punta Herrero en Sian Ka'an (Figura 2). Existen otros sitios de donde salen embarcaciones a Banco Chinchorro, como el Muelle Zaragoza en Chetumal, sin embargo, estos son los más frecuentados y mejor conocidos.

## Rutas Marítimas hacia Banco Chinchorro

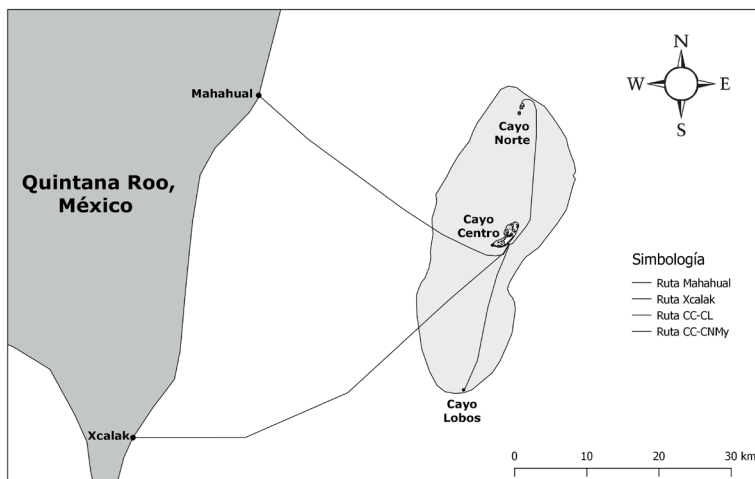


Figura 2. Rutas marítimas hacia la RBBCH y las rutas de acceso entre las islas de la Reserva.

## Etapas de la Bioseguridad

### Prevención

La prevención es la mejor manera de afrontar el problema de las EEI, el tomar medidas preventivas es más costeable y económico que cualquier medida de remediación aplicada para combatir una introducción (Shine et al. 2000). Las medidas preventivas van a estar enfocadas a dos tipos de introducciones, las intencionales y las accidentales. En el caso de ser intencionado se tienen que poner prohibiciones y aplicar las sanciones que correspondan. Si es accidental se van a monitorear todas las vías por las que una especie pueda ingresar a la isla, dependiendo del tipo de actividades que se lleven a cabo (Aguirre-Muñoz et al. 2009).

La identificación de las rutas de introducción es una herramienta clave para prevenir la entrada y dispersión de EEI. El análisis y

manejo de las rutas de introducción consiste en identificar en las diferentes etapas del proceso, desde su inicio hasta su destino, los posibles vectores y las especies que pueden ser transportadas a lo largo del mismo, para establecer acciones de detección, prevención y monitoreo. Algunos de los factores que deben considerarse son la velocidad de los vectores, la frecuencia de los viajes, la temporada del año, la cantidad de individuos, el tipo de especie susceptible de ser transportadas y la similitud del área con la región de origen, entre otros (Koleff, 2011).

### **Medidas preventivas:**

#### **En los muelles, aeropuertos y bodegas**

1. Colocación de letreros informativos con las medidas de bioseguridad en sitios estratégicos donde estén a la vista de los usuarios.
2. Inspección de las condiciones de muelles, marinas, rampas, aeropuertos, bodegas de pescadores y prestadores de servicios turísticos para asegurar que se encuentren limpios y sin la presencia de EEI.
3. Diseño de un programa de control de roedores y fumigaciones en los muelles, marinas privadas y aeropuertos. Las fumigaciones se harán periódicamente y se colocarán estaciones de veneno y moteles para la detección de roedores en muelles, instalaciones de las cooperativas pesqueras y embarcaciones. Se verificará que las estaciones de veneno y moteles para roedores estén activos y en buen funcionamiento (Figura 3).
  - a. Las estaciones de veneno se fijaran en sitios estratégicos donde pueda haber roedores, se revisarán y se les dará mantenimiento dos veces por mes.
  - b. Los moteles constan de una trampa de golpe para roedores (trampa Víctor), un túnel donde se coloca una tarjeta para huellas y un bloque indicador (bloque de cera con avena y crema de cacahuete). Se revisarán periódicamente, 1 vez por mes.



Figura 3. Sistemas de detección de roedores; estación de veneno.

4. Instalación en los principales accesos a las embarcaciones estaciones de limpieza de calzado donde los usuarios puedan limpiar la suela de su calzado con cepillos antes de subir a cualquier embarcación y cerciorarse que estén libres de lodo y semillas (Figura 4).

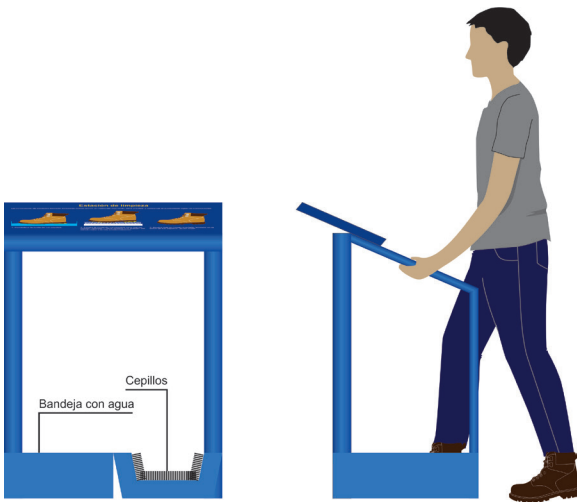


Figura 4. Cepillos de la estación de limpieza de calzado.

5. Capacitación del personal encargado de vigilancia en los sitios de embarque de la ciudad para que realice las inspecciones adecuadas y sepa responder ante una eventualidad.

6. Capacitación de representantes de todos los sectores que son usuarios de las islas para que realicen inspecciones adecuadas a sus embarcaciones y sepan responder ante una eventualidad.
7. Supervisión de las embarcaciones antes de zarpar o las aeronaves antes de despegar:
  - a. Revisar que se encuentren limpias, verificar que no exista evidencia alguna de la presencia de roedores, insectos o reptiles.
  - b. Verificar que no se trasladen mascotas, plantas o semillas en las embarcaciones.
  - c. Inspeccionar que el equipo de trabajo, equipo personal y víveres estén limpios y se transporten en contenedores herméticos (Figura 5).
8. Colocación de guardacabos de lámina en las embarcaciones.
9. Construcción de casetas de inspección, las cuales sean completamente herméticas, en los muelles, con el fin de que cada persona revise su equipaje antes de viajar a las islas.
  - a. En cada caseta estarán las instrucciones de la inspección y equipo para enfrentar una posible incursión.
  - b. Toda persona que viaje a Banco Chinchorro deberá inspeccionar su propio equipaje dentro de la caseta antes de salir del continente (puede realizarse en grupos).



*Figura 5. Contenedores cerrados para transportar objetos a la isla a prueba de roedores.*

## **En tránsito a la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro:**

1. En caso de encontrar algún individuo de una EEI durante el traslado a la isla, este deberá ser capturado y sacrificado antes del arribo.

## **Detección Temprana**

La detección temprana se refiere a las acciones inmediatas a realizar cuando la prevención ha fallado y las especies invasoras pueden detectarse y tratarse antes de que se establezcan y dispersen (CANEI, 2010).

Se establecerá un programa de vigilancia en CNMy y CC, ya que son las dos islas habitadas.

## **En el muelle:**

1. Construcción de dos casetas de inspección que sean completamente herméticas. Una de ellas se construirá en el muelle de la estación de la CONANP en Cayo Centro. Esta caseta estaría dirigida a los usuarios de la estación. Otra opción es construirla en un punto intermedio entre el campamento de los pescadores y la estación de la CONANP (en un palafito). La segunda caseta será ubicada en el muelle de la estación naval en Cayo Norte.

a. En cada caseta estarán las instrucciones de la inspección y equipo para enfrentar una posible incursión.

b. Toda persona que llegue a la isla deberá inspeccionar su propio equipaje dentro de la caseta (puede realizarse en grupos).

2. Capacitar a personal de la SEMAR y CONANP, como encargado de detección temprana, así como a representantes de los sectores que son usuarios de las islas para que puedan responder ante cualquier incursión que se presente en las islas.

3. Inspección del personal, equipo y material que sale de CNMy y CC rumbo a las otras islas (CNMn y CL) y viceversa.

4. Colocación de moteles para detectar la presencia de roedores, se revisarán cada tres meses para darles mantenimiento. Estos se colocarán en los muelles de CC y CNMy y en el helipuerto de CNMy.

5. Inspecciones periódicas para detección de nuevas especies de plantas exóticas. En caso de encontrarse una especie exótica se realizará de inmediato un control mediante arranque manual desde la raíz, o bien, utilizando herramientas que permitan el manejo adecuado de la planta.

6. Instalar trampas de caída (tipo “pitfall”) para insectos y trampas atrayentes para grupos específicos (como hormigas). La identificación de estos grupos es muy complicada por lo que se necesita acudir a los especialistas.

#### **En las instalaciones:**

1. Capacitar al personal de CONANP y SEMAR en la identificación de rastros que indiquen la presencia de alguna EEI.
2. Capacitar al personal de CONANP y SEMAR en el manejo adecuado de la basura.
3. Fumigar 2 veces al año las bodegas y cocinas.

#### **En el interior de la isla:**

1. Capacitar a personal de la SEMAR y CONANP en el monitoreo de EEI.
2. Tener equipo y manuales de monitoreo en buen estado, con instrucciones de manejo de las especies prioritarias.
3. Implementar monitoreos preventivos al menos 2 veces al año.
4. Realizar transectos lineales utilizando trampas Sherman, trampas Tomahawk, cámaras trampa y estaciones olfativas (utilizando como cebo avena y crema de cacahuete respectivamente) y bloques indicadores (bloques de cera con avena y crema de cacahuete).
5. Los transectos se colocaran en campamentos permanentes y sitios de mayor frecuencia y con alto riesgo de introducciones.
6. En caso de capturar un ejemplar, será removido inmediatamente.

#### **En el mar:**

1. La detección temprana se llevaría a cabo en colaboración con buzos de instituciones científicas, pescadores o prestadores de



servicios turísticos, buscando que ellos sean conocedores de la especies consideradas una amenaza y que reporten a la CONANP en el caso de observarlas en el área.

Debido a que los recursos son limitados no se puede llevar a cabo el monitoreo para todas las EEI, por esto se debe dar prioridad a las especies que representen un mayor riesgo de ser introducidas y que representen mayor impacto al ecosistema (Hathaway y Fisher, 2010). Detectar e identificar estas especies antes o inmediatamente después de su establecimiento se vuelve por tanto en una prioridad para poder frenar el proceso de colonización y de expansión antes de que sea demasiado tarde (Capdevila-Argüelles et al. 2006).

### **Respuesta rápida**

La respuesta rápida o temprana hace referencia a las acciones inmediatas a realizar cuando la prevención ha fallado y las EEI pueden detectarse y tratarse antes de que se establezcan y dispersen (CANEI 2010). Para agilizar el tiempo que transcurre desde la detección de la EEI y dar una respuesta, se tienen que diseñar protocolos de contingencia con las actividades que se deben seguir. También se debe de asegurar que existan fondos, materiales y equipos adecuados para la respuesta rápida frente a nuevas invasiones. La cooperación interinstitucional es indispensable para detener el establecimiento y expansión de la EEI (Capdevila-Argüelles et al. 2006).

El tipo de respuesta va a depender de la especie detectada y la amenaza que representa para el ecosistema. En la Figura 6 se muestra el procedimiento que se deberá seguir en caso de una incursión en las islas de Banco Chinchorro.

Las acciones a tomarse ante una posible incursión para controlar y remover a las EEI de manera eficiente en Banco Chinchorro son las siguientes:

1. Capacitar al personal del destacamento para que realice las actividades correspondientes ante una posible incursión en la isla.

Se implementarán dos equipos en donde un biólogo de la SEMAR o CONANP estará capacitado para el uso de trampas de roedores, garantizando una respuesta rápida ante la presencia de un roedor invasor.

2. Se establecerán convenios de colaboración con otras dependencias gubernamentales, instituciones académicas y organizaciones de la sociedad civil para llevar a cabo las acciones de respuesta rápida.

3. Ante un reporte de la presencia de una EEI en las islas, se procederá a verificar que la información sea verídica y si es necesario una acción rápida. Si la información no es clara se enviará a un equipo para confirmar y reunir toda la información necesaria.

4. Se entrevistará a la persona que reportó la presencia de la EEI en la isla, para recabar toda la información que se necesita saber cómo el lugar donde se observó, la hora, la fecha, que tan cerca la pudo ver, de qué especie se trata (si se pudo identificar), etc. Si existiera evidencia por parte de la persona que reportó la EEI como fotografías, videos, cadáveres, huellas, excretas o cualquier otra evidencia indirecta que confirmen su presencia sería de mucha utilidad para actuar de inmediato.

5. Se evaluará la gravedad de la situación de acuerdo a la información recabada.

6. Tener el equipo adecuado y en buen estado en caso de tener un reporte de EEI y dar una respuesta rápida y eficaz.

7. Se tramitarán los permisos necesarios para poder implementar una respuesta rápida y eficiente: (1) Aviso para realizar actividades de investigación en la Reserva dirigido a CONANP, y (2) Autorización para el manejo control y remediación de problemas asociados a ejemplares o poblaciones que se tornen perjudiciales de la Dirección General de Vida Silvestre.

8. Se elaborará un reporte con las actividades y resultados obtenidos que se deberá entregar a CONANP, quien a su vez lo comparará con el Subconsejo de Bioseguridad.

## Toma de decisiones

Los responsables en dirigir las acciones a tomarse ante una incursión se detallan en el Tabla 5.

Tabla 4 Descripción de los pasos a seguir ante una incursión en Banco Chichorro.

	Acción	Responsable
1	Elaborar reporte de incursión de EEI en la Reserva de la Biosfera Banco Chichorro	CONANP
2	Entrevistar a la persona que hizo la denuncia de la posible introducción	CONANP
3	Consultar a los expertos para decidir qué acciones tomar ante la incursión.	Subconsejo de bioseguridad
4	Confirmación de la incursión	CONANP, especialistas
5	Evaluar el alcance y severidad del problema	CONANP, especialistas
6	Acciones de monitoreo y control	CONANP, especialistas
7	Reporte sobre las acciones y medidas tomadas para la contención de la especie exótica.	CONANP, especialistas
8	Evaluación de medidas preventivas que fallaron para que se diera la incursión y la actualización del Protocolo de Bioseguridad Insular (PBI)	Subconsejo de bioseguridad

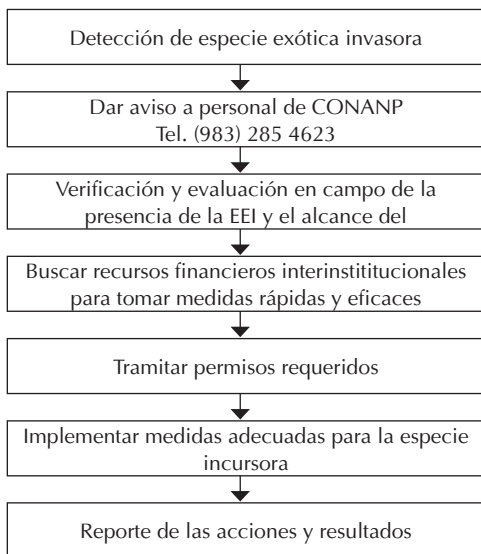


Figura 6. Diagrama de respuesta rápida.

## Preparación de respuesta

### Actividades

La CONANP y SEMAR, fungirán como responsables a la respuesta rápida ante una posible introducción. Se asignará una persona encargada de atender los reportes y determinar los pasos seguir dependiendo de la gravedad de la situación. El responsable se dará a la tarea de contactar a los especialistas de manera inmediata, en caso de tratarse de roedores o gatos se comunicará con el Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C., si se tratara de otras especies como plantas o insectos se contactará a especialistas en el tema. Además, será el enlace con los especialistas en el tema y otras dependencias para apoyar en la logística y brindar información en el reporte. Una vez determinada de qué especie se trate y el alcance del problema, se seleccionará el equipo de trabajo que incursiona a la isla para hacerse cargo del rastreo y contención de la EEI.

### Equipo

El equipo y material necesario estarán disponibles y en condiciones adecuadas para su buen funcionamiento. Será necesario realizar inventarios del equipo básico y así ver que material falta. El equipo que se va a necesitar varía dependiendo de la especie que se haya reportado, por eso es muy importante adquirir el material básico. Se diseñarán protocolos de contingencia que pueden variar de acuerdo a la especie.

Artículo	Número / Cantidad
Equipo de acampar básico	
Lámparas de cabeza	2
Casas de campaña	2
Sacos de dormir	2
Cajas de plástico con tapa para trasladar equipo a la isla	6
Bidones de agua	2
Botiquín de primeros auxilios	1

Artículo	Número / Cantidad
Equipo de monitoreo básico	
Mapas de la isla	2
Protocolos de monitoreo de EEI	1
Binoculares	2
GPS	1
Radios de banda marina	2
Pilas para el equipo	Varias
Cámara fotográfica	1
Trampas Sherman	50
Trampas Tomahawk	50
Bloques indicadores	200
Pesola de 100 gr	1
Pesola de 500 gr	1
Pesola de 5 Kg (para gatos)	1
Regla de 30 cm	1
Flexómetro de 5 m	1
Cámaras trampa	6
Trampas tipo "Pitfall"	15
Bolsas ziploc grandes de 1 L	1 caja
Bolsas ziploc medianas	1 caja
Bote de crema de cacahuate	2 botes
Bolsa de avena	2 bolsas
Banderillas o flagging (marcaje sitios)	Varias
Estuche de disección	1
Jeringas para diabético	2
Inyecciones letales (vertebrados)	1
Guantes de látex	1 caja
Guantes de carnaza	4 pares
Pala	1
Frasco para depositar muestras	4
Alcohol 70%	2 L
Cinta azul (marcaje trampas)	2
Plumón tipo sharpie	2
Libreta de campo	4

Artículo	Número / Cantidad
Lápices	4
Borrador	4
Sacapuntas	4
Guías de identificación (roedores, plantas, aves, etc.)	2
Atrayentes para invertebrados (crema de cacahuete para hormigas)	4
Bencina (preservación de insectos)	100 ml
Desinfectante para microorganismos (citrus 21)	1
Frasco aspirador (insectos)	1
Red para colecta de insectos alados	2
Trampa de luz ultravioleta para colecta de insectos	1
Azadón, rastrillo, pala, pico	2 c/u
Bolsa de basura extra grandes	100
Prensa para plantas	1

*\*Brodifacoum es un rodenticida utilizado en las erradicaciones de roedores. Es fundamental evitar su uso por acciones de control ya que puede propiciar el desarrollo de resistencia al ingrediente activo*

## Referencias

- Aguirre Muñoz, A., R. Mendoza Alfaro et al. 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 277-318.
- Aguirre-Muñoz, A., A. Samaniego-Herrera, L. Luna-Mendoza, A. Ortiz-Alcaraz, M. Rodríguez-Malagón, F. Méndez-Sánchez, M. Félix-Lizárraga, J.C. Hernández-Montoya, R. González-Gómez, F. Torres-García, J.M. Barredo-Barberena, y M. Latofski-Robles. 2011. Island restoration in Mexico: ecological outcomes after systematic eradications of invasive mammals. *Island Invasives: Eradication and Management. Proceedings of the International Conference on Island Invasives*, editado por C. R. Veitch, M. N. Clout y D.R. Towns, 250-258. Documento ocasional de la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN Núm. 42. Gland, Suiza: UICN y Auckland, Nueva Zelanda: CBB.
- Aguirre-Muñoz, A., F. Méndez Sánchez, L. De la Rosa Conroy, M. Latofski Robles y A. Manríquez Ayub. 2013. Diagnóstico de especies exóticas invasoras en las Reservas de la Biosfera y Áreas Naturales Protegidas (ANP) insulares seleccionadas, a fin de establecer actividades para el manejo de las mismas. Tercer informe de actividades presentado a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad dentro de la fase preparatoria 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". Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. Ensenada, Baja California, México. 128 pp. + 2 Anexos
- Aguirre Muñoz, A., Samaniego Herrera, A., Luna Mendoza, L., Ortiz Alcaraz, A., Méndez Sánchez, F., & Hernández Montoya, J. 2016. La restauración ambiental exitosa de las islas de México: una reflexión sobre los avances a la fecha y los retos por venir. En E. Ceccon & C. Martínez Garza (Eds.), *Experiencias mexica-*

- nas en la restauración de los ecosistemas (1.a ed., pp. 487-512). México: CRIM-UNAM, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, CONABIO.
- Aguirre Muñoz, A., Y. Bedolla Guzmán, J. Hernández Montoya, M. Latofski Robles, L. Luna Mendoza, F. Méndez Sánchez, A. Ortiz Alcaraz, E. Rojas Mayoral, y A. Samaniego Herrera. 2018. The Conservation and Restoration of the Mexican Islands, a Successful Comprehensive and Collaborative Approach Relevant for Global Biodiversity. En: A. Ortega Rubio (ed.) Mexican Natural Resources Management and Biodiversity Conservation. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature. Pp:177-192
- Born-Schmidt, G., J. Parpal Servole, y P. Koleff. 2017. De la elaboración a la implementación de la estrategia nacional sobre especies invasoras. Reporte CESOP. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública. Cámara de Diputados.
- Blackburn, T.M., P. Cassey y J.L. Lockwood. 2008. The island biogeography of exotic bird species. *Global Ecology and Biogeography* 17:246-251.
- Capdevila-Argüelles, C.L., A.G. Iglesias, JF. Orueta y B. Zilleti. 2006. Especies Exóticas Invasoras: Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo. *Naturaleza y Parques Nacionales. Serie técnica*. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General para la Biodiversidad.
- Cepeda González, M.F., M. García, A. Vega., C. Lasch y J. Morales (comp.). 2009. Planeación para la Conservación de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro: Un Esfuerzo Conjunto. The Nature Conservancy, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Amigos de Sian Ka'an, A.C. y Unites Status Agency for International Development. Mérida, Yucatán. México. 91 pp.
- Chávez, E. y E. Hidalgo. 1988. Los arrecifes coralinos del Caribe Noroccidental y Golfo de México en el contexto socioeconómico. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. UNAM 15(1)167-176.



- Charruau, P., Díaz de la Vega Pérez, A. H. y De La Cruz, F. R. M. 2015. Reptiles of Banco Chinchorro: updated list, life history data, and conservation. *The Southwestern Naturalist*, 60(4), 299-312.
- Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras (CANEI). 2010. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Comité Asesor Nacional sobre el Territorio Insular Mexicano (CANTIM). 2012. Estrategia Nacional para la Conservación y el Desarrollo Sustentable del Territorio Insular Mexicano, México, CANTIM, SEMARNAT, INE, CONANP, SEGOB, SEMAR y GECI.
- CONABIO. 2014. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad – Sistema de Información sobre especies invasoras en México. Consultado el 20 de junio de 2014 en: <http://www.conabio.gob.mx/invasoras-cp/index.php/Especies>.
- Courchamp, F., Chapuis, J.-L., y Pascal, M. 2003. Mammal invaders on islands: impact, control and control impact. *Biological Reviews*, 78(3), 347-383.
- Darwin, Ch., 1842. *The Structure and Distribution of Coral Reefs*. Smith Elder & Co., Londres. 214 p.
- Diamond, J.M., Ashmole N.P. y P.E. Purves. 1989. The Present, Past and Future of Human-Caused Extinctions [and Discussion]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 325(1228), 469-477.
- GISD, 2014. Global Invasive Species Database. Invasive Species Specialist Group of the IUCN. Consultado el 20 de junio de 2014 en: <http://www.issg.org/database/welcome/>.
- Guzmán-Mendez I.A., Rivera-Madrid R., Díaz-Jaimes P., Aguilar M., Arias-González J.E. 2017. Applying an easy molecular method to differentiate *Pterois volitans* from *Pterois miles* by RFLPs.

- Conserv. Genet. Resour. 9:493-497.
- INE. 2000. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro. México, D.F. 192 pp.
- Gallo-Reynoso, J.P. y M.C. García-Aguilar. 2012. Perros ferales en la isla de Cedros, Baja California, México: una posible amenaza para los pinnípedos. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 785-789.
- Gómez de Silva, H., A. Oliveras de Ita y R. A. Medellín. 2005. *Passer domesticus domesticus*. 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.
- Hathaway, S.A., y Fisher, R.N., 2010, Biosecurity plan for Palmyra Atoll: U.S. Geological Survey Open-File Report 2010-1097, 80 p.
- Jordan, E y E. Martin. 1987. Chinchorro: morphology and composition of a Caribbean atoll. *Atoll Research Bulletin*, 310:1-20.
- Koleff, P. 2011. Diplomado Fundamentos para la prevención y manejo de especies exóticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de las Biodiversidad.
- Ley General de Vida Silvestre. D.O.F., México, 3 de julio del 2000.
- Lockwood, J.L., Hoopes, M.F. & Marchetti, M.P. 2007. *Invasion ecology*. Blackwell Publishing, Oxford, UK. vii + 312 pp.
- Luna-Mendoza, L., J. M. Barredo-Barberena, J. C. Hernández-Montoya, A. Aguirre-Muñoz, F. Méndez-Sánchez, A. Ortiz-Alcaraz, y M. Félix-Lizárraga. 2011. Planning for the eradication of feral cats on Guadalupe Island, México: home range, diet, and bait acceptance. En C. R. Veitch, M. N. Clout, y D. R. Towns (Eds.), *Island Invasives: Eradication and Management* (pp. 192-197). Gland, Switzerland: IUCN.
- Mack, R. N., Simberloff, D., Lonsdale, W. M., Evans, H., Clout, M., y Bazzaz, F. A. 2000. *Biotic Invasions: Causes, Epidemiology*

- gy, Global Consequences, and Control. *Ecological Applications*, 10(3), 689-710.
- Mackinnon, H. B. y J. Acosta-Aburto. 2003. Critical habitat for migratory land birds, Banco Chinchorro, Quintana Roo, Mexico. *Bulletin of Marine Science* 73: 171-186.
- Moore, J. L., T. M. Rout, C. E. Hauser, D. Moro, M. Jones, C. Wilcox, y H. P. Possingham. (2010). Protecting islands from pest invasion: optimal allocation of biosecurity resources between quarantine and surveillance. *Biological Conservation*, 143(5), 1068-1078. doi:10.1016/j.biocon.2010.01.019
- 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
- Nogales, M., A. Martín, B.R. Tershy, et al. 2004. A review of feral cat eradication on islands. *Conservation Biology* 18 (2): 310-319..
- Parkes, J. (2013). Strategies to detect and manage incursions of exotic species on Mexican islands. Report presented to UNDP-Mexico and CONABIO as part of the preparatory phase of the GEF-ENCIS Project. Christchurch, New Zealand: Kurahaupo Consulting.
- Ramos Rendón, A.K.; M.E. Duarte Méndez; A.G. Cárdenas Tapia; L.E. Lara Sánchez y A.A. Carrillo Ruíz. Plan de Bioseguridad Insular de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro. 1ª versión. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, Amigos de Sian Ka'an. Ensenada, B.C., México. 32 pp.
- Reaser, J.K. y Meyerson, L.A. 2007. Ecological and socioeconomic impacts of invasive alien species in island ecosystems. *Environmental Conservation* 34:98-111.
- Reichard S. H. y White P. 2001. Horticulture as a Pathway of Invasive Plant Introductions in the United States. *BioScience* 51(2)103-113.
- Rentería L. J., Atkinson R. & Buddenhagen C. 2007. Estrategias para la erradicación de 21 especies de plantas potencialmente

- invasoras en Galápagos. Fundación Charles Darwin. Programa de especies invasoras en Galápagos. 49-50 pp.
- Russell, J.C., Towns, D.R. y Clout, M.N. 2008. Review of rat invasion biology: implications for island biosecurity. *Science for Conservation* 286. 53pp.
- Rodríguez Malagón, M.A, A. Aguirre Muñoz, R. González Gómez, Y. Bedolla Guzmán, K. Ramos Rendón, B. Roldán Clarà, A. Samaniego Herrera, Enrique Soqui Gómez y Miguel A. Bueno Hermsillo. 2011. Erradicación de mamíferos exóticos en la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro. Fase 1: educación ambiental, difusión pública y monitoreo pre-erradicación en todos los cayos. Reporte Parcial. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. Ensenada, B.C. México. 41 pp + VI Anexos.
- Sagolo, D. y Reed, L. 2010. Biosecurity Plan for the Eradication of Rats from Far and Away Islands, Republic of Pacifica. Unpublished report prepared for National Parks and Conservation Department, Republic of Pacifica.
- SEMARNAT. 2010. 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. Diario Oficial de la Federación. Jueves 30 de diciembre, 2010.
- Shine, C., N. Williams y L. Gündling. 2000. *A guide to designing legal and institutional frameworks on alien invasive species*. UICN, Gland.

## **Anexo I. Campaña de divulgación y capacitación.**

Es de vital importancia abordar desde la perspectiva educativa el creciente impacto de las especies exóticas invasoras, ya que en la mayoría de los casos su introducción y dispersión resulta de las actividades humanas; tienen efectos no sólo en los ecosistemas y la vida silvestre, sino en la salud humana y las actividades productivas de las cuales dependen la economía y el bienestar social. Es necesario un esfuerzo educativo que responda a las dimensiones del problema para informar, sensibilizar y concientizar a los diferentes actores involucrados de forma directa e indirectamente (CANEI 2010).

Se diseñará un programa de educación ambiental donde se busque concientizar a la comunidad mediante una campaña de divulgación de los reglamentos a seguir en la isla, los efectos negativos de las especies exóticas invasoras y las medidas de bioseguridad. El programa de educación y el material de divulgación será diseñado en relación al público objetivo, es decir, específicas para cada sector usuario de las islas.

Esto se pretende realizar de la siguiente manera:

1. Se colocarán señalamientos como letreros en sitios estratégicos de las principales zonas de desembarque de la isla (campamentos permanentes, temporales, bodegas de pescadores y playas con mayor afluencia).
2. Se colocarán señalamientos (poster, letreros, mantas) en los sitios con mayor afluencia en las marinas, muelles y aeropuertos.
3. Se diseñará material educativo y de divulgación como póster, folletos, mantas, entre otros con las medidas de bioseguridad como se muestra en la Figura 1.1.
4. Distribución de material de difusión en lugares estratégicos y de mayor afluencia como en las marinas, muelles, universidades, hoteles, cooperativas pesqueras. Este material también puede ser distribuido de manera digital en páginas de internet de prestadores de servicios turísticos, organizaciones de la sociedad civil que trabajan en la Reserva y de CONANP.

5. Realizar la difusión mediante spot, cápsulas y notas informativas en los medios de comunicación más vistos por la comunidad como las redes sociales.
6. Capacitar a prestadores de servicios turísticos y pescadores para realizar las medidas preventivas correspondientes antes de embarcar.
7. Capacitar a los prestadores de servicios turísticos para que implementen las medidas de bioseguridad con sus clientes, además de informar sobre los efectos negativos de introducir EEI en Banco Chinchorro.
8. Involucrar a organizaciones de la sociedad civil (OSC) para la difusión de la información y distribución de material educativo.



Figura 1.1. Póster de bioseguridad insular para Banco Chinchorro.

**MANTENGAMOS BANCO CHINCHORRO LIBRE DE PLANTAS Y ANIMALES INVASORES**

**KEEP BANCO CHINCHORRO FREE OF INVASIVE SPECIES**

**RATA/RATÓN / RAT/MOUSE**

**MASCOTAS / PETS**

**INSECTOS / INSECTS**

**PLANTAS Y SEMILLAS / PLANTS/SEEDS**

**¿VISTE A UNA RATA, A UN GATO, O SUS RASTROS?**  
**Llama a la CONANP:**  
**01 (983) 285 46 23 / 01 (983) 835 02 06**  
**HAVE YOU SEEN A RAT, A CAT, OR ITS TRACKS?**  
**Call CONANP: 01 983 285 46 23 / 01 983 835 02 06**

**Antes de embarcar a la isla**  
**Before sailing to the island**  
 Limpia, revisa y empaca bien tus pertenencias.  
 Clean, check and pack properly your gear

**Limpia tierra y semillas de ropa y zapatos.**  
 Remove soil and seeds from clothes and shoes.

**Revisa y limpia tu embarcación, manténla libre de plagas.**  
 Check and clean your boat, keep it pest-free.

**Al Regar a la isla**  
**Disembark at the island**  
 No amplies roedores vivos al mar.  
 Do not throw alive live rodents into the sea. Do not feed at night.

**Usa las bayas de anclaje.**  
 Use mooring buoys.

**Mantén limpias tu embarcación y zona de campamento.**  
 Regresa la basura a tierra firme.  
 Keep your boat and camping gear clean, take your garbage back to the mainland.

Figura 2.1. Lonas de bioseguridad insular para Banco Chinchorro.

**BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN RESERVA DE LA BIOSFERA BANCO CHINCHORRO**

**BIODIVERSITY AND CONSERVATION BANCO CHINCHORRO BIOSPHERE RESERVE**

Integrado por cuatro cayos: Centro, Norte, Mayor, Norte Menor y Cabo.

Son parte del segundo sistema arrecifal más grande del mundo.

Sitúa clave para la educación de botargas marinas en patrimonio.

Áreas de alimentación y descanso de numerosas especies migratorias.

Estos sitios se encuentran libres de mamíferos invasores. Por favor, sigue las indicaciones recomendadas para asegurar su conservación.

¿Quieres ver más, en video, un perfil o sus mapas?  
 Llama a la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro.  
**CONANP: 01 983 885 46 23 / 01 983 835 02 06**

Conservar four cays: Centro, Norte Mayor, Norte Menor and Cabo.

They are part of the second largest reef system.

Key sites for understanding marine turtles habitat.

Feeding and resting areas for a large number of endemic migratory species.

These sites are free of invasive mammals. Please follow the simple recommendations to ensure their conservation.

Want to see more, in video, a profile or its maps?  
 Call Banco Chinchorro Biosphere Reserve.  
**CONANP: 01 983 885 46 23 / 01 983 835 02 06**

**Antes de embarcar a la isla**  
**Before sailing to the island**  
 Limpia, revisa y empaca bien tus pertenencias.  
 Clean, check and pack properly your gear

**Limpia tierra y semillas de ropa y zapatos.**  
 Remove soil and seeds from clothes and shoes.

**Revisa y limpia tu embarcación, manténla libre de plagas.**  
 Check and clean your boat, keep it pest-free.

**Al Regar a la isla**  
**Disembark at the island**  
 No amplies roedores vivos al mar.  
 Do not throw alive live rodents into the sea. Do not feed at night.

**Usa las bayas de anclaje.**  
 Use mooring buoys.

**Mantén limpias tu embarcación y zona de campamento.**  
 Regresa la basura a tierra firme.  
 Keep your boat and camping gear clean, take your garbage back to the mainland.

Figura 3.1. Señalización de Biodiversidad-Bioseguridad para continente.

Foto de portada: Cayo Centro,  
Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro.  
© Archivo GECI / J.A. Soriano



**CONANP**  
COMISIÓN NACIONAL  
DE ÁREAS NATURALES  
PROTEGIDAS



**Banco Chinchorro**  
RESERVA DE LA BIOSFERA



**CONABIO**  
COMISIÓN NACIONAL PARA EL  
CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

