



Protocolo de Bioseguridad Insular Parque Nacional Arrecife Alacranes

Diciembre 2017



Autores:

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
Parque Nacional Arrecife Alacranes
Secretaría de Marina – Armada de México
Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C.

Foto de portada: Isla Pérez, Parque Nacional Arrecife Alacranes. © Archivo GECI/ J. A. Soriano.



CONTENIDO

Introducción	3
La Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México: prevención, control y erradicación	4
Bioseguridad Insular	5
Parque Nacional Arrecife Alacranes	6
Restauración en Arrecife Alacranes	7
Marco legal en materia de especies exóticas invasoras	8
Especies de riesgo	9
Vías de introducción	13
Etapas de la Bioseguridad Insular	16
Prevención	16
Detección temprana	19
Respuesta rápida	21
REFERENCIAS	27
ANEXO I. Campaña de Aprendizaje Ambiental	31

Protocolo de Bioseguridad Insular Parque Nacional Arrecife Alacranes

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.*, 2011). 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 sanitarios que afectan directamente la calidad de vida y salud 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 especies 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 de una gran cantidad de especies, sin embargo, aún quedan islas por restaurar (Méndez Sánchez, com.per.). 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 (CONABIO) 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 & 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 vigilancia 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 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 *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 del Parque Nacional Arrecife Alacranes, con representación del sector gubernamental, de instituciones académicas, de empresas privadas y de organizaciones de la sociedad civil.

Parque Nacional Arrecife Alacranes

El Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA) se localiza en el Golfo de México, 140 km al norte de Puerto Progreso, Yucatán. Está integrado por 5 islas arenosas: Desterrada (23.2 ha), Muertos (15.6 ha), Pérez (11.1 ha), Pájaros (2.4 ha) y Chica (0.6 ha) (CONANP, 2006). El 6 de junio de 1994 se le otorgó la categoría de Parque Nacional. El 27 de octubre de 2006 se incorporó a la Red Mundial de Reservas de la Biosfera del Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO y en 2008 fue inscrito como sitio RAMSAR. Arrecife Alacranes constituye un área natural protegida de gran importancia, ya que conforma la estructura coralina más grande del Golfo de México, además de ser el único arrecife conocido en los mares del estado de Yucatán.

Arrecife Alacranes está considerado como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA, MX175), con categoría de importancia global (NA4-C Bird Life International). Esta categoría se otorgó por ser el sitio más importante en el Golfo de México para la anidación de varias especies de aves marinas como el Bobo enmascarado (*Sula dactylatra*), el Bobo café (*Sula leucogaster*), el Charrán sombrío (*Onychoprion fuscatus*) y el Charrán café (*Anous stolidus*). En temporada de reproducción contiene a más de 7,500 parejas de aves marinas de una o más especies, que al congregarse en grandes números son poblaciones vulnerables (Benitez *et al.*, 1999). La mayor concentración de aves se da en las islas Pérez y Muertos, esta última alberga la colonia de Bobo enmascarado más grande del Atlántico, así como una colonia de anidación de Fragata (*Fregata magnificens*) y Bobo patas rojas (*Sula sula*). En Isla Pérez se concentran las colonias de Charrán Café y Charrán sombrío.

La vegetación de las islas está integrada por especies de duna costera y manglar. A la fecha se han registrado 29 especies, entre las cuales se pueden encontrar 2 especies de mangle (*Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*). Además, destacan dos especies endémicas: *Cakile edentula* var. *alacranensis* y *Cenchrus insularis*. La vegetación que se encuentra en las islas es fijadora y formadora de suelo y su crecimiento depende también del excremento que depositan las aves que funcionan como portadoras de fósforo y nitrógeno.

Por otro lado, en el medio arrecifal se han registrado 34 especies de corales, 136 especies de peces, 24 especies de tiburón de importancia económica. En el área se alimentan 4 especies de tortugas consideradas en peligro de extinción (*Eretmochelys imbricata*, *Dermochelys coriacea*, *Caretta caretta* y *Chelonia mydas*). Se han registrado 9 especies de mamíferos marinos lo que indica que el sitio es un refugio potencial para estas especies (delfines, ballenas).

Pérez es la única isla del Parque Nacional habitada por personal de la Secretaría de Marina-Armada de México (SEMAR) y de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). Por su belleza natural el PNAA es visitado por turistas nacionales e internacionales, siendo la pesca otra de las actividades que se llevan a cabo en el sitio.

Localización del Parque Nacional Arrecife Alacranes

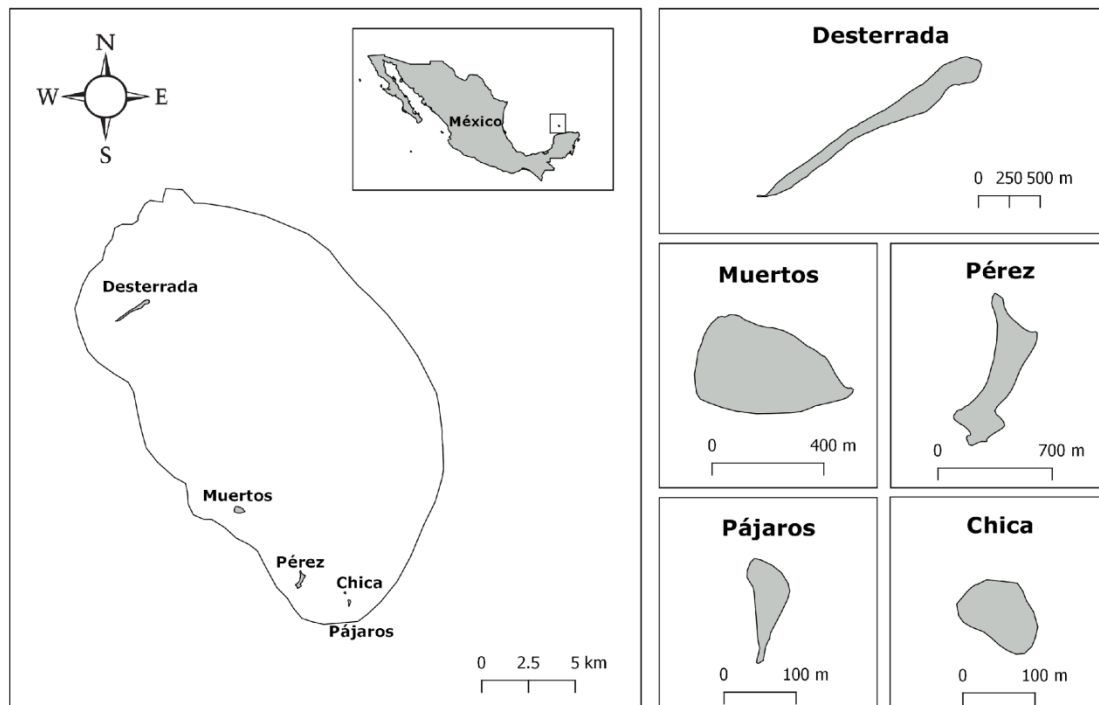


Figura 1. Ubicación geográfica del Parque Nacional Arrecife Alacranes.

Restauración en Arrecife Alacranes

Por muchos años, tres de las cinco islas del PNAA estuvieron bajo la presión de EEI. La presencia de dos especies de roedores invasores se dio en Isla Pérez con rata negra (*Rattus rattus*) e islas Muertos y Pájaros con ratón doméstico (*Mus musculus*). Su presencia afectó de manera negativa las colonias de anidación de algunas especies de aves marinas que llegan en temporada reproductiva. En Isla Pérez las especies afectadas eran el Charrán sombrío y el Charrán café y en Isla Muertos el Bobo enmascarado.



En 2011 comenzó la restauración ecológica del Parque Nacional Arrecife Alacranes con el apoyo de la CONANP, GECI, SEMAR, SCT, Secretaría de Gobernación y donantes. Logrando en conjunto la erradicación de roedores invasores en el Parque. Además, se realizó trabajo de remoción de plantas invasoras como el Cadillo (*Cenchrus echinatus*), sin embargo, no se eliminó por completo de la isla, por lo que se trabaja en un plan de erradicación de plantas invasoras en Arrecife Alacranes. Además del cadillo, podemos encontrar la Casuarina (*Casuarina equisetifolia*) y el nopal (*Opuntia stricta* var. *dillenii*) especies que están afectando negativamente a las poblaciones de aves marinas que llegan a anidar, por ejemplo, el nopal en Isla Muertos está reduciendo el área de anidación de la Fragata.

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, 2014, pp. 15). En el caso de las Áreas Naturales Protegidas, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (DOF, 2014, 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 del Parque Nacional Arrecife Alacranes, en el componente de protección contra especies invasoras y control de especies nocivas, menciona como objetivos: (1) Controlar las poblaciones de especies de flora introducida en el parque y evitar su posterior introducción mediante educación ambiental a los usuarios y programas específicos; y (2) Erradicar la fauna exótica que pueda afectar los procesos normales del área y/o impactar a otras especies, mediante la ejecución de programas que además incluyan monitoreo continuo. Para esto enumera las siguientes metas, promover estudios y programas orientados al control de especies introducidas, elaborar un programa de control, limitar el área de crecimiento de la casuarina y los nopales, informar sobre la prohibición de introducir especies exóticas de flora y fauna y mantener control en el arribo de usuarios para evitar la introducción de nuevas especies exóticas de flora y fauna (CONANP, 2006).

Especies de riesgo

Las EEI se clasifican de acuerdo a la severidad de impacto, estas especies pueden tener un alto o bajo impacto en los ecosistemas como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Definiciones de la severidad de impacto de las EEI

categoría de impacto	Explicación de severidad del impacto		
	Biodiversidad	Económico	Cultural
Crítico	Pérdida de más de una especie nativa de la isla	Pérdidas económicas 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.
Alto	Pérdida de al menos una especie nativa de la isla.	Pérdidas económicas 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 económicas 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, no endémica	Pérdidas económicas bajas por parte de los usuarios a corto y mediano plazo	Afectación directa a la salud de los usuarios

En el PNAA, la posible introducción de EEI, o bien, la reintroducción de roedores continua latente. Por lo que, es necesario saber identificar las especies potenciales y las que causan mayor daño a las especies nativas de las islas. En el cuadro 2, se describen los daños que pueden causar las especies potenciales al llegar al PNAA.

Cuadro 2. Listado de posibles especies invasoras que podrían ser introducidas o re-introducidas en el Parque Nacional Arrecife Alacranes.

Especie invasora Nombre común y científico	Severidad del impacto	Descripción del impacto	Referencia
Plantas			
Casuarina ± (<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, destruyendo el hábitat de insectos y otros animales (ejemplo, sitios de anidación de tortugas marinas y cocodrilos americanos o mangles). Este suelo ecológicamente estéril es muy susceptible a la erosión.	Rentería, 2007
Nopal ± (<i>Opuntia stricta</i> var. <i>dillenii</i>)	Alto	En zonas áridas y cálidas compite ventajosamente con la vegetación autóctona, desplazándola o impidiendo su regeneración. Está incluida en la lista de la UICN de las 100 peores especies invasoras del Mundo.	
Cadillo o huizapol ± (<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 su duración; reducción de la biodiversidad vegetal. Disminución de hábitat para las poblaciones de aves nativas.	CONABIO 2014 GISD 2014
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 & White, 2001.
Hielito <i>Carpobrotus edulis</i>	Crítico	Competencia y desplazamiento de especies nativas. Invade todo tipo de ecosistemas. Pérdida de hábitat para las aves marinas. Incrementan la salinidad del suelo.	GISD 2014 D'Antonio et al., 1991 Conser & Connor, 2009

Especie invasora Nombre común y científico	Severidad del impacto	Descripción del impacto	Referencia
Invertebrados terrestres			
Mosquitos (<i>Aedes aegypti</i> , <i>Anopheles albimanus</i> , <i>Culex quinquefasciatus</i> , entre otros)	Alto	Transmiten enfermedades como el dengue, el paludismo y la malaria de importancia para los humanos; también transmiten enfermedades a los animales nativos como el virus del Nilo y malaria aviar.	GISD, 2014
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.
Invertebrados marinos			
Almeja asiática (<i>Corbicula fluminea</i>)	Alto	Compite con especies nativas por alimento y espacio, depredación de especies nativas y modificaciones en la cadena alimenticias.	GISD, 2014.
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.
Reptiles			
Gecko casero± (<i>Hemidactylus spp.</i>)	Medio	Depredación de invertebrados (artrópodos) incluyendo arañas. Competencia por el alimento con aves insectívoras.	GISD, 2014.
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	CONABIO, 2014 Courchamp et al., 2003

Especie invasora Nombre común y científico	Severidad del impacto	Descripción del impacto	Referencia
		enfermedades.	
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 <i>et al.</i> , 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 <i>et al.</i> , 2003
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 <i>et al.</i> , 2004, Luna-Mendoza <i>et al.</i> , 2011.
Perro doméstico (<i>Canis familiaris</i>)	Alto	Depredadores de aves marinas y terrestres. Transmisión de enfermedades.	Cortés-Calva <i>et al.</i> , 2013.
Aves			
Gorrión común (<i>Passer domesticus</i>)	Medio	Competencia con aves nativas por alimento como sitios de anidación. Potencial transmisor de enfermedades como la encefalitis equina del oeste.	CONABIO, 2014
Paloma de collar (<i>Streptopelia decaocto</i>)	Alto	Competencia con aves nativas. Transmisoras de enfermedades como el virus del Nilo y circovirus.	CONABIO, 2014 GISD, 2014
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.	CONABIO, 2014 GISD, 2014

Especie invasora Nombre común y científico	Severidad del impacto	Descripción del impacto	Referencia
Tordo cabeza café (<i>Molothrus ater</i>)	Alto	Parasitismo de nidos y competencia con aves nativas por el alimento.	GISD, 2014.
Paloma común (<i>Columba livia</i>)	Alto	<u>Salud pública</u> : histoplasmosis, salmonelosis, psitacosis, criptococosis. <u>Salud aviar</u> : transmisión de enfermedades a otras aves. Las especies insulares pueden ser particularmente vulnerables. <u>Costos económicos y ecológicos</u> : las heces son corrosivas, contaminación de fuentes de agua, etc.	CONABIO, 2014

* Erradicada del PNAA. ± Presente en el PNAA.

Vías de introducción

Las vías de introducción 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; mientras que 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 (Koike *et al.*, 2006).

Las principales actividades que se realizan en el PNAA, así como los actores involucrados en ellas son los siguientes:

INSPECCIÓN Y CONSERVACIÓN DEL ÁREA: el Parque Nacional es administrado por la CONANP, quien cuenta con instalaciones en Isla Pérez. Su presencia en el Parque Nacional es baja, mayormente limitada a temporadas altas de pesca. Otra autoridad involucrada en la vigilancia es la PROFEPA, quien visita con menor frecuencia las islas. Aunque la SCT no realiza actividades de vigilancia, están presentes todo el año y realizan cambio de personal cada mes, cuentan con instalaciones propias en Isla Pérez.

SEGURIDAD NACIONAL: la SEMAR cuenta con instalaciones en Isla Pérez, siendo esta la única isla habitada. Su presencia en el Parque es permanente, el personal se rota cada 30 días, lo que implica movimientos de embarcaciones mayores que parten de Puerto Progreso, Yucatán a Pérez y viceversa. Además, cuenta con un helipuerto donde ocasionalmente llega personal a la isla.

INVESTIGACIÓN: el PNAA es un sitio de gran interés para investigadores de instituciones nacionales e internacionales. Las estancias son cortas y se necesita la autorización de la CONANP para poder realizar trabajos de investigación, a su vez, esta les permite el uso de sus instalaciones en Isla Pérez.

TURISMO: las actividades turísticas que se llevan a cabo en el PNAA son el buceo y pesca deportiva. Estas se realizan desde las embarcaciones ya que no se está permitido desembarcar. Existen pocos prestadores de servicios turísticos (PST) que salen de Puerto Progreso hacia Arrecife Alacranes, la mayoría del turismo que llega en embarcaciones particulares como yates. Debido a la poca vigilancia y control, el turismo es una vía potencial de nuevas introducciones en las islas y zonas marinas.

Cuadro 3. Posibles vías y vectores de introducción de especies exóticas invasoras.

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										
	Vestimenta y calzado										
	Mascotas										

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
	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										
	Materiales de construcción, madera, tierra.										
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.										

Algunas de las especies que llegan a las islas son mediante vías naturales como corrientes marinas, vientos fuertes, etc. Para prevenir el establecimiento de estas especies es necesario recurrir a la detección temprana y vigilancia.

El único lugar certero de donde parten las embarcaciones hacia Arrecife Alacranes es Puerto Progreso (Fig. 2). No se tiene la certeza de cuantas marinas hay en este lugar y cuáles son las de mayor frecuencia que los usuarios utilizan para zarpar hacia el PNAA. Además, se desconoce cuáles son los otros sitios de posibles puntos de embarque en el estado.

Rutas Marítimas hacia el Parque Nacional Arrecife Alacranes

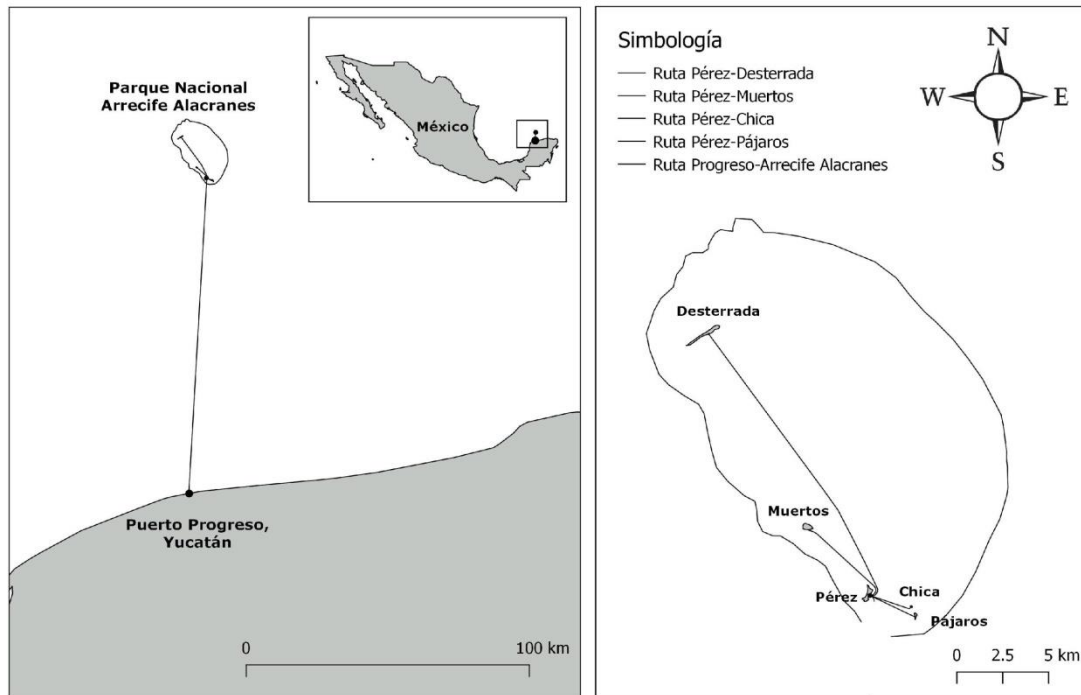


Figura 2. Rutas marítimas hacia el PNAA y las rutas de acceso entre las islas del Parque.

Etapas de la Bioseguridad Insular

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 *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).

Vigilancia

La vigilancia es un factor fundamental para prevenir la entrada de EEI al PNAA, para esto se diseñará un programa de inspección en las zonas de embarque hacia la Arrecife Alacranes. La colaboración de la SCT a través de capitanía de puerto y SEMAR es muy importante para ejercer las medidas de vigilancia en estas zonas.

EN LOS MUELLES:

1. Colocación de letreros informativos con las medidas de bioseguridad que los usuarios deben considerar antes de ir a una isla. Esta señalización se colocará en sitios estratégicos donde estén a la vista de los usuarios.
2. Realizar un censo de los puntos de embarque (muelles, marinas, rampas, etc.) hacia el PNAA y así determinar las zonas importantes de inspección.
3. Inspección de las condiciones de muelles, marinas, y aeropuertos para asegurar que se encuentren limpios y sin la presencia de EEI.
4. 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 y embarcaciones. Se verificará que las estaciones de veneno estén activas y en buen funcionamiento (Figura 3).
 - a. Las estaciones de veneno se fijarán en sitios estratégicos donde pueda haber roedores, se revisarán y se les dará mantenimiento 1 vez al mes.



Figura 3. Estaciones de veneno.

5. Instalación en los principales accesos a las embarcaciones de bandejas con agua, cloro y cepillos para que los usuarios puedan limpiar la suela de su calzado antes de subir a cualquier embarcación y cerciorarse que estén libres de lodo y semillas.



Figura 4. Cepillos de limpieza de calzado.

6. 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.
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 el equipo de trabajo, equipo personal y víveres estén limpios y se transporten en contenedores completamente cerrados (Figura 5).



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

EN TRÁNSITO AL PARQUE NACIONAL ARRECIFE ALACRANES:

1. Las embarcaciones mayores deberán, en la medida de lo posible, llevar a cabo el recambio de agua de lastre previo a su llegada al polígono del Parque Nacional Arrecife Alacranes para evitar la introducción de EEI que han sido documentadas o tienen poblaciones establecidas en las cercanías de la costa (Puerto Progreso).
2. 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). Una parte muy importante de la detección temprana es la elaboración de plan de contingencia que determine qué medidas se van a tomar cuando se encuentre una EEI. El cual debe de resumir quienes son los actores que deben ser informados para que preparen un plan de acción detallado. Para que un plan de contingencia funcione, el equipo necesario para ponerlo en práctica debe estar disponible en perfectas condiciones en el lugar adecuado (Wittenberg & Cock, 2001).

Debido a que los recursos son limitados, no se puede llevar a cabo el monitoreo para todas las EEI que puedan ser introducidas, 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 & 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).

Cuando se tiene la sospecha de que hubo una incursión, es necesario implementar los monitoreos correspondientes de acuerdo a la información que se tiene de la especie. A continuación, se describen los métodos a seguir para las especies que representan mayor riesgo de incursión:

Se establecerá un programa de vigilancia en Isla Pérez, siendo la única isla habitada.

En el muelle y helipuerto:

1. Construcción de una caseta de inspección, la cual sea completamente hermética. En la caseta estarán las instrucciones de la inspección y equipo para enfrentar una posible incursión.
 - a. Toda persona que llega a la isla deberá inspeccionar su propio equipaje dentro de

la caseta (puede realizarse en grupos).

2. Capacitar a personal de la SEMAR, como encargado de detección temprana, para responder ante cualquier incursión que se presente en la isla.
3. Inspección del personal, equipo y material que sale de Isla Pérez rumbo a las otras islas (Muertos, Pájaros, Desterrada y Chica) y viceversa.
4. Colocación de moteles para detectar la presencia de roedores, se revisará cada 3 meses para darles mantenimiento. Estos se colocarán en el muelle y helipuerto.



Figura 6. Moteles de roedores

5. Inspecciones periódicas para detectar nuevas especies de plantas exóticas. En caso de encontrarse 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 para insectos de caída (tipo "pitfall") y trampas atrayentes para grupos específicos (como hormigas). La identificación de estos grupos es muy complicada por lo que se necesitará acudir a los especialistas.

En las instalaciones:

1. Capacitar al personal de SEMAR y SCT en la identificación de rastros que indiquen la presencia de alguna EEI.
2. Capacitar al personal de SEMAR y SCT para el manejo adecuado de la basura.
3. Fumigar contra insectos y roedores dos veces al año las instalaciones en Isla Pérez.

En el interior de la isla:

1. Capacitar al personal de la SEMAR y SCT en el monitoreo de EEI.
2. Tener equipo en buen estado y manuales de monitoreo con instrucciones para 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 colocarán en campamentos permanentes y sitios de mayor frecuencia y con alto riesgo de introducciones.
6. En caso de capturar un ejemplar, será removido inmediatamente de la isla.

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 las 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 & 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 *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 7 se muestra el procedimiento a seguir en caso de una incursión en Arrecife Alacranes.

Las acciones a tomarse ante una posible incursión para controlar y remover a las EEI de manera eficiente en Arrecife Alacranes 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 tendrá una lista de los permisos necesarios para poder implementar una respuesta rápida y eficiente: No inconveniente por parte de CONANP (Formato CNANP-00-007 Aviso para realizar actividades de investigación con colecta o manipulación de ejemplares de flora y fauna silvestre en Áreas Naturales Protegidas) y Autorización por parte de SEMARNAT – Dirección General de Vida Silvestre (Formato FF-SEMARNAT-018 Autorización para el manejo, control y remediación de problemas asociados a ejemplares o poblaciones que se tornen perjudiciales).

8. Se elaborará un reporte con las actividades y resultados obtenidos.

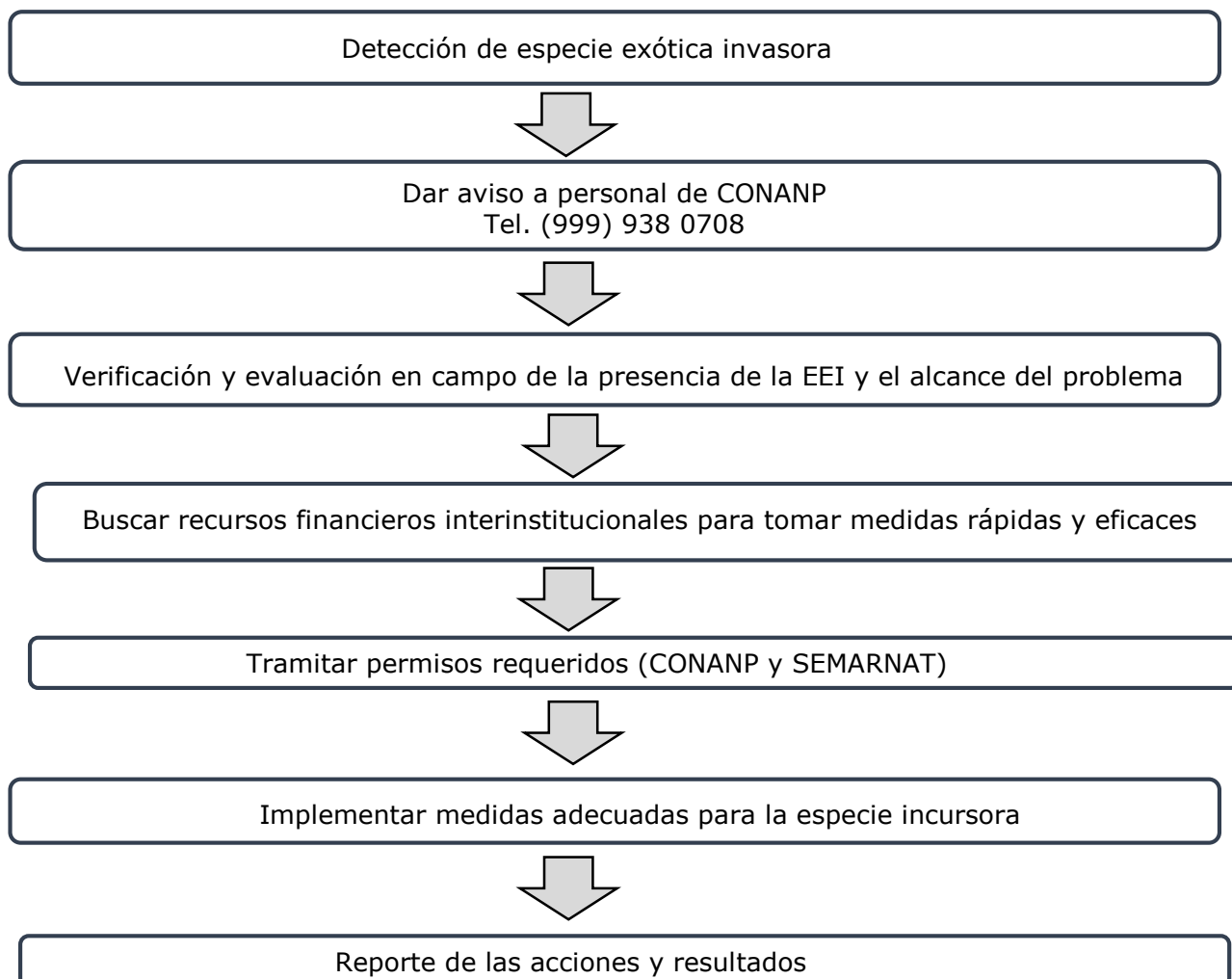


Figura. 7 Diagrama de respuesta rápida.

Toma de decisiones

Los responsables en dirigir las acciones a tomarse ante una incursión se detallan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Descripción de los pasos a seguir ante una incursión en las islas de Arrecife Alacranes.

	Acción	Responsable
1	Elaborar reporte de incursión de EEI en el Parque Nacional Arrecife Alacranes	SEMAR
2	Entrevistar a la persona que hizo la denuncia de la posible introducción	SEMAR, CONANP
3	Consultar a los expertos para decidir qué acciones tomar ante la incursión.	Comité 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 PBI	Comité de bioseguridad

Preparación de respuesta

Actividades

Las dependencias encargadas de tomar acciones correspondientes serán la CONANP y SEMAR, quienes fungirán como responsables de la respuesta rápida ante una posible introducción. Se asignará una persona encargada de atender los reportes y determinar qué 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 (GECI) A.C., si se trata de otras especies como plantas o insectos se contactará a especialistas en el tema. Además, GECI 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 la especie de la cual se trata y el alcance del problema, se seleccionará el equipo de trabajo que incursionará a la isla para hacerse cargo del rastreo y contención de la EEI (Figura 8).

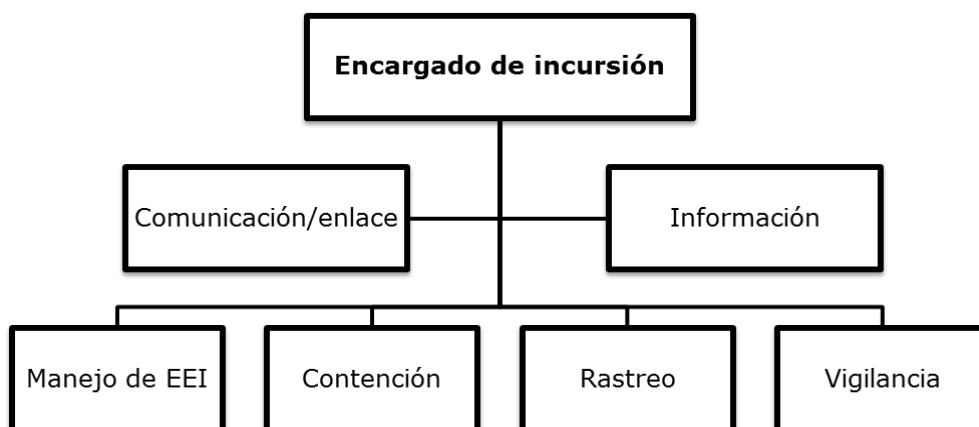


Figura 8. Diagrama de las actividades a seguir en la preparación de respuesta.

Cuadro 5. Descripción de los roles, actividades y responsables ante una incursión.

Roles	Actividades	Responsables
Encargado de incursión	Sera el responsable de levantar un reporte de la incursión. Tomará las decisiones de acuerdo a la gravedad de la situación.	CONANP
Comunicación/enlace	Se encargará de informar a los involucrados y establecer una buena comunicación con los especialistas.	CONANP
Información	Se encargará de recabar la información necesaria de la especie introducida.	CONANP, GECI
Manejo de EEI	Se consultará a los expertos para el manejo adecuado de las EEI.	CONANP, SEMAR, GECI
Contención	Aplicar los protocolos de contingencia de acuerdo a la especie.	CONANP, SEMAR, GECI
Rastreo	En relación a la información obtenida durante los monitoreos, se buscará las rutas de riesgo y de dispersión para impedir que la EEI se disperse por toda la isla, se contendrá el problema.	CONANP, SEMAR, GECI
Vigilancia	Se encargarán de verificar que las medidas de bioseguridad se lleven a cabo por los usuarios.	CONANP

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.

Cuadro 6. Material y equipo necesario que se debe de contar para dar una respuesta rápida ante cualquier incursión.

Artículo	Número/cantidad
Equipo de acampar básico	
Lámparas de cabeza	2
Casas de campaña	2
Sleeping	2
Cajas de plástico con tapa para trasladar equipo a la isla	6
Bidones de agua	2
Botiquín de primeros auxilios	1
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	Varios
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 5 m	1
Estaciones de veneno (e.j. Rodilon, no usar Brodifacum*)	
Moteles	4
Tarjetas de huellas	4
Cámaras trampa	6
Trampas tipo "Pitfall"	15
Bolsas ziploc grandes de 1 L	1 caja
Bolsas ziploc medianas	1 caja
Bote de crema de cacahuete	1 bote
Bolsa de avena	1 bolsa
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
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 & M. Latofski Robles. 2011. Island restoration in Mexico: ecological outcomes after systematic eradications of invasive mammals. Pp. 250-258. En: Veitch C.R., M.N. Clout, % D. R. Towns. *Island Invasives: Eradication and Management*. Proceedings of the International Conference on island Invasives. UICN, Gland, Suiza.

Aguirre-Muñoz, A., F. Méndez Sánchez, L. De la Rosa Conroy, M. Latofski Robles & 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., A. Samaniego Herrera, L. Luna Mendoza, A. Ortiz Alcaraz, F. Méndez Sánchez, & J. Hernández Montoya. 2016. La restauración ambiental exitosa de las islas de México: una reflexión sobre los avances a la fecha y los retos por venir. Pp. 487-512. En: Ceccon E. & C. Martínez Garza (Eds.), Experiencias mexicanas en la restauración de ecosistemas. 1ª. Ed. UNAM, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, CONABIO.
- Benitez, H., Arizmendi C., & L. Márquez. 1999. Base de datos de AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA. México. <http://www.conabio.gob.mx>
- Blackburn, T.M., P. Pysek, S. Bacher, J.T. Carlton, R.P. Duncan, V. Jarosik, J.R.U. Wilson & D.M. Richardson. 2011. A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution*. 26(7):333-339.
- Born-Schmidt, G., J. Parpal Servole, & P. Koleff. 2017. La Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras: avances en su puesta en práctica. Pp. 35-56. En: Born-Schmidt, G., F. de Alba, J. Parpal, & P. Koleff (Coords). Principales retos que enfrenta México ante las especies exóticas invasoras. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública. México.
- Capdevila C.L., A.G. Iglesias, JF. Orueta & 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.
- 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. SEMARNAT, INECC, 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>.
- CONANP. 2006. Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Arrecife Alacranes. México, D.F. 173 pp.
- Cortés-Calva, P., J.P. Gallo-Reynoso, J. Delgadillo-Rodríguez, C. Lorenzo & S.T. Alvarez-



- Castañeda. 2013. The Effect of Feral Dogs and Other Alien Species on Native Mammals of Isla de Cedros, Mexico. *Natural Areas Journal*, 33(4), 466-473.
- Conser, C., & Connor, E. 2009. Assessing the residual effects of *Carpobrotus edulis* invasion, implications for restoration. *Biological Invasions*, 11(2), 349-358.
- Courchamp, F., Chapuis, J.-L., & Pascal, M. 2003. Mammal invaders on islands: impact, control and control impact. *Biological Reviews*, 78(3), 347-383.
- D'Antonio, C.M. & B.E. Mahall. 1991. Root profiles and competition between the invasive, exotic perennial *Carpobrotus edulis*, and two native shrub species in California coastal scrub. *American Journal of Botany* 78: 885 – 894.
- Diamond, J.M., N.P. Ashmole, & 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. Consultado el 20 de junio de 2014 en: <http://www.issg.org/database/welcome/>.
- Hathaway, S.A., & Fisher, R.N., 2010, Biosecurity plan for Palmyra Atoll: U.S. Geological Survey Open-File Report 2010-1097, 80 p.
- Koike, F., M.N. Clout, M. Kawamichi, M. DePoorter, & K. Iwatsuki. 2006. Assessment and control of biological invasion risks. Shoukadoh Book Sellers e IUCN. Kyoto y Gland, Suiza.
- Koleff, P. 2011. Diplomado Fundamentos para la prevención y manejo de especies exóticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Luna Mendoza, L., J.M. Barredo-Barberena, J.C. Hernández-Montoya, A. Aguirre-Muñoz, F. Méndez Sánchez, A. Ortiz Alcaraz, y M. Felix Lizárraga. 2011. Planning for the eradication of feral cats on Guadalupe Island, Mexico: home range, diet and bait acceptance. Pp. 192-197. En: C.R. Veitch, M.N. Clout, D.R. Towns (Eds.). *Island Invasives: Eradication and Management*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Lockwood, J.L., Hoopes, M.F. & M.P. Marchetti. 2007. *Invasion Ecology*. Blackwell Publishing, Oxford, UK. Vii + 312 pp
- Manzanilla, S. Andrews, W. Clark, J; Martínez, E; Garduño, M; Mendoza, A; Correa, J; Boege, E; Barrera, C; Dunhe, E; Arcila, G. & Lockwood, C.C. 1988. Propuesta preliminar de manejo de Arrecife Alacranes como área estatal protegida, Manuscrito interno, CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida, 24 pp.
- Moore, J. L., T. M. Rout, C. E. Hauser, D. Moro, M. Jones, C. Wilcox, & 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.

Reaser, J.K. & L.A. Meyerson. 2007. Ecological and socioeconomic impacts of invasive alien species in island ecosystems. *Environmental Conservation* 34:98-111.

Reichard S. H. & White P. 2001. Horticulture as a Pathway of Invasive Plant Introductions in the United States. Vol. 51 No. 2 *BioScience*. 11 pp.

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., D.R. Towns, & M.N. Clout. 2008. Review of rat invasion biology: implications for island biosecurity. Pp 1-53.

Sagolo, D. & 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.

Shine, C., N. Williams & L. Gündling. 2000. A guide to designing legal and institutional frameworks on alien invasive species. UICN, Gland.

Wittenberg, R., Cock, M.J.W. (eds.) 2001. Especies exóticas invasoras: Una guía sobre las mejores prácticas de prevención y gestión. CAB Internacional, Wallingford, Oxon, Reino Unido, xvii - 228.

ANEXO I. Campaña de Aprendizaje Ambiental

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).

Es necesario diseñar un programa de aprendizaje ambiental, el cual tenga como medio campañas de difusión de los reglamentos a seguir en la isla, dar a conocer los efectos negativos que ocasionan las EEI, e informar sobre las medidas de bioseguridad que se deben realizar al visitar la isla

Implementación de aprendizaje ambiental, mediante:

1. Impartición de talleres y pláticas de concientización dirigidos a escuelas de todos los niveles, incluyendo los maestros. Estas actividades también serán dirigidas al público en general.
2. Se colocarán señalamientos (letreros, lonas) en los sitios con mayor afluencia en las marinas, muelles, rampas y aeropuertos.
3. Se diseñará material educativo y de divulgación como póster, folletos, pulseras bordadas entre otros con las medidas de bioseguridad (Figura 9).
4. Distribución de material de difusión en lugares estratégicos y de mayor afluencia como en las marinas, muelles, universidades, hoteles, cooperativas pesqueras, centros recreativos y turísticos. Este material también puede ser distribuido de manera digital en páginas de internet de prestadores de servicios turísticos y CONANP.
5. Realizar la difusión en los medios de comunicación más vistos como televisión, radio, periódico y redes sociales.
6. Capacitar a prestadores de servicios turísticos y pescadores para que implementen las medidas de bioseguridad correspondientes antes de embarcar y desembarcar en islas.
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 al PNAA.
8. Involucrar a organizaciones de la sociedad civil (OSC) para la difusión de la información y distribución de material educativo.

