



**Fortalecimiento de las acciones de bioseguridad,
educación ambiental en torno a las especies exóticas
invasoras y restauración ecológica en islas de México**

**Informe Final de Actividades
30 Octubre 2021**

Fortalecimiento de las acciones de bioseguridad, educación ambiental en torno a las especies exóticas invasoras y restauración ecológica en islas de México

Informe Final de Actividades



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

Avenida Moctezuma 836, Zona Centro
Ensenada, Baja California, México 22800
Tels. (646) 173 4943 y 173 4997
federico.mendez@islas.org.mx
www.islas.org.mx

Presentado a consideración de:



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD

Ensenada, B.C., a 30 de octubre de 2021

Todas las actividades que se presentan en este reporte se realizaron con los siguientes permisos de la Dirección General de Vida Silvestre: Licencia de colecta científica Oficio No. SGPA/DGVS/04050/20, alcance con Oficio No. SGPA/DGVS/04637/20 y su prórroga SGPA/DGVS/06066/21 del 18 de agosto de 2021; Autorización para el control de gato feral y cabra en Isla María Madre Oficio No. SGPA/DGVS/00168/21; Autorización para el control de gato y cabra feral en Isla María Cleofas Oficio No. SGPA/DGVS/03634/20; Autorización para el control de cabra feral en Isla Espíritu Santo Oficio No. SGPA/DGVS/00516/21.

Foto de Portada: Isla Espíritu Santo. © GECI / J.A. Soriano

Forma sugerida de citar:

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2021. Fortalecimiento de las acciones de bioseguridad, educación ambiental en torno a las especies exóticas invasoras y restauración ecológica en islas de México. Reporte Final de actividades periodo enero a octubre 2021. Informe final entregado a la CONABIO y al PNUD en el marco del proyecto GEF 0089333 "Aumentar las Capacidades Nacionales para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI". Méndez Sánchez, F., M. Latofski Robles, A. Ortiz Alcaraz, M. Garciadiego San Juan, C. Jáuregui García, G. Fernández Ham, N. Castillo Huerta, F. Torres García, F. Solís Carlos, J. Góngora Salinas, E. Rojas Mayoral. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. Ensenada, B.C. 44 pp. + 2 Anexos.

CONTENIDO

Introducción.....	5
Objetivo General	6
1. Bioseguridad Insular	6
1.1 Material y equipo que refuerzan la implementación de las medidas de bioseguridad.	7
1.2 Implementación de Medidas de Bioseguridad en la 2da. Región Naval: Islas Guadalupe y Cedros.	9
1.3 Oficiales de Campo para Bioseguridad Insular	12
1.4 Formulación participativa del protocolo de bioseguridad para la Reserva de la Biosfera Islas Marías.	15
2 Educación Ambiental y capacitación	16
2.1 Elaboración de materiales didácticos para sensibilizar a las comunidades locales y de zonas de influencia en torno a las EEI y su manejo.....	16
2.3 Pláticas informativas y talleres de capacitación para la comunidad local y los prestadores de servicios turísticos.....	18
Restauración: control y erradicación de EEI	21
3.4 Finalizar la erradicación y confirmación de ausencia de cabra feral en Isla Espíritu Santo y entrega de un análisis de costo-beneficio.....	21
3.5 Diagnóstico de las EEI en Islas Marías, incluyendo una base de datos de presencia-ausencia y plan ejecutivo de erradicación.	24
3.6 Manejo de fauna semi-doméstica en Isla María Madre, incluyendo una base de datos que se entregará en el formato de CONABIO.....	33
3.7 Planeación y preparativos para la erradicación de conejo en Isla Clarión, incluyendo una base de datos y entrega de un análisis de costo-beneficio.	37
Conclusiones	41
Literatura	42

Introducción

Uno de los principales problemas ecológicos que presentan los ecosistemas insulares es la introducción de especies de flora y fauna. Mamíferos exóticos han llevado a la extinción a especies endémicas, degradan componentes del ecosistema como agua, suelo y vegetación, y alteran las cadenas tróficas (Eberhard, 1988; Aguirre-Muñoz et al., 2008). Los animales exóticos invasores son una de las causas más significativas de pérdida de biodiversidad al generar impactos severos sobre funciones ecológicas y alterar la composición de las comunidades de plantas y animales (Mooney y Hobbs, 2000). Las especies invasoras pueden afectar a las especies nativas a través de: 1) la modificación de las poblaciones de plantas y los animales que dependen de ellos; 2) la depredación; 3) la competencia por los recursos locales; 4) la dispersión de micro y macro parásitos; 5) cambios genéticos en las poblaciones nativas a través de la hibridación; y 6) competir por la presa de los depredadores nativos (Eberhard, 1988). Con el tiempo, estos impactos pueden restringir el reclutamiento, causar la extinción o extirpación de especies y modificar las redes tróficas y procesos ecológicos. Desde la exploración europea hasta nuestros tiempos, herbívoros como conejos, cabras y borregos han sido introducidos en las islas de todo el mundo por navegantes y pescadores para ser usados como fuente de alimento. Los herbívoros introducidos son responsables de una gran cantidad de impactos sobre la flora de las islas, incluyendo alteración de la estructura y composición de las comunidades de plantas, causando extinciones y la erosión del suelo (Parkes, 1984). También son comunes los impactos secundarios causados por los herbívoros introducidos, tales como la degradación del hábitat mediante el sobrepastoreo, extirpando a la fauna nativa (Courchamp et al., 2003). Por su parte, depredadores como gatos y roedores exóticos son responsables de una gran cantidad de extinciones de animales, así como extirpaciones de aves marinas, en las islas de todo el mundo (Diamond, 1989; Fritts y Rodda, 1998; Balmford, 1996; Atkinson, 2001; Dowding y Murphy, 2001; Long, 2003; Aguirre-Muñoz et al., 2008). De forma global, el gato doméstico es responsable, al menos en parte, de la extinción del 14% de aves, reptiles y mamíferos, además de poner en riesgo al 8% de las especies críticamente amenazadas de aves, mamíferos y reptiles (Bonnaud et al., 2011). Ante esta problemática, la erradicación de especies invasoras en islas es una de las mejores inversiones posibles para orientar los esfuerzos de conservación (CANTIM, 2012).

Para evitar la introducción de especies exóticas a las islas, es de suma importancia establecer protocolos de bioseguridad insular. Estos mecanismos garantizan: 1) que las inversiones hechas en erradicaciones perduren y no haya reinvasiones de animales exóticos invasores, siendo que esto es especialmente delicado para el caso de roedores y gato feral; y 2) prevención de nuevas invasiones en islas que se han mantenido libres de especies invasoras. Un análisis de costos a partir de las experiencias concretas mexicanas muestran de manera contundente que es crucial invertir en el tema de bioseguridad en lugar de tener que hacer costosas erradicaciones. Las erradicaciones de rata negra en diversas islas de México, todas recientes, nos muestran que, en promedio, cuesta 20 veces más la erradicación que el costo de la prevención a través de medidas de bioseguridad, tales como inspecciones detalladas bajo protocolos formales, de barcos que llegan a las islas, antes de que zarpen del continente.

Objetivo General

Fortalecer los aspectos de bioseguridad insular, buscando la participación de las comunidades locales, además de dar continuidad a los trabajos de erradicación de especies exóticas invasoras (EEI) en islas iniciados en el marco del Proyecto GEF "Fortalecer las capacidades de México para manejar especies invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional sobre especies invasoras". Este proyecto permitirá cumplir con la recomendación #8 de la Evaluación de Medio Término y la Evaluación Final, orientada a fortalecer la implementación de los protocolos de bioseguridad insular a través de establecer estrechos lazos de colaboración entre la CONANP y GECI sobre un mayor plazo.

Particulares

1. Cimentar los principios de bioseguridad insular de tal manera que el personal de las ANP pueda dar continuidad al proyecto, tomando el rol de implementadores.
2. Brindar el conocimiento y las herramientas a las comunidades locales para que participen y cumplan con las medidas de bioseguridad insular.
3. Avanzar con las erradicaciones para llegar a la meta 2030 de que todas las islas prioritarias de México se encuentren libres de mamíferos invasores.

1. Bioseguridad Insular

Implementación de PBI bajo esquema de manejo adaptativo en colaboración con los Comités de Bioseguridad en las islas: Guadalupe, San Benito, Socorro, Espíritu Santo, Banco Chinchorro y Arrecife Alacranes.

A lo largo del año, hemos procurado fortalecer a los Oficiales de Bioseguridad a través de la Red de Aprendizaje en Bioseguridad Insular, nos hemos reunidos de manera mensual, intercambiando experiencias y buscando soluciones a diversos retos. Además, a lo largo del tiempo se han unido también encargados de Bioseguridad Insular de las islas Cozumel, Natividad, Asunción y San Roque.

En el 2020 - 2021, nos enfrentamos a un nuevo reto en torno a bioseguridad insular, la detección del lagovirus que causa la Enfermedad Hemorrágica Viral del Conejo Tipo 2 (EHVC-2) en las islas Tiburón y Espíritu Santo. Tras ser detectada la enfermedad en la isla Tiburón, CONANP convocó un equipo para dar respuesta a la contingencia. Posteriormente, GECI consiguió financiamiento del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), para proteger las poblaciones de lepóridos que habitan en las islas del Noroeste del país. Se conformó una alianza con las siguientes ANP: RB Islas del Pacífico de la Península de Baja California (Isla Cedros y Magdalena); Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California (islas Tiburón, Espíritu Santo y San José); PN Bahía de Loreto (Isla del Carmen); y RB Islas Marías; así como con SEMAR y SENASICA. Si bien el enfoque principal es combatir la dispersión del virus, la intención es que sirva de sombrilla para la implementación de las medidas de bioseguridad de manera integral en todas las islas.

1.1 Material y equipo que refuerzan la implementación de las medidas de bioseguridad.

Con el objetivo de reforzar la implementación de medidas de bioseguridad en las áreas naturales protegidas, se hizo un análisis del material y equipo que hacía falta para cada una, se adquirió y se les compartió a los Oficiales de Bioseguridad Insular de cada ANP. La Tabla 1 muestra el material y equipo enviado a lo largo del proyecto.

Tabla 1 Equipo y material para reforzar la implementación de medidas de bioseguridad insular.

Material/Isla	RBIG	ES	PNR	RBBCH	PNA	RBIM
<i>Lona de bioseguridad</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Calcomanías de bioseguridad</i>		100				
<i>Estación de limpieza</i>	2	4	4	3	4	3
<i>Cepillo personal para limpieza de calzado</i>	3	105	10		27	5
<i>Chaleco distintivo Oficial de BI</i>		1	1	2	1	1
<i>Bitácoras de bioseguridad</i>		215		115	215	
<i>Protocolos de Bioseguridad Insular impresos</i>		15			15	
<i>Resumen medidas de bioseguridad insular</i>	50	50	50	50	50	50
<i>Juego de mesa sobre especies invasoras (de CONABIO)</i>		3	3	3	3	3
<i>Cebaderos para roedores</i>		30	30		30	200
<i>Cubetas de veneno para cebaderos</i>		2	2	2	2	2
<i>Moteles de roedores</i>			3	6	6	
<i>Trampas de pegamento</i>					40	
<i>Trampas Tomahawk</i>				84	75	
<i>Trampas Sherman</i>				30	32	
<i>Cajas negras</i>				24		
<i>Tarjetones de bioseguridad</i>		115		115		

Uno de los principales materiales que se consideraron necesarios fueron las estaciones de limpieza de calzado. Cada estación de limpieza consta de un cepillo duro para el calzado, cuya base permite que cualquier material que se desprenda caiga en una bandeja, lo cual nos permitirá hacer un análisis de qué es más comúnmente encontrado en las suelas de los visitantes a ANP insulares; a un lado hay otra bandeja donde se colocará un tapete con desinfectante. Cuenta también con barandal para facilitar la limpieza y un letrero informativo sobre el ANP que se visitará, la importancia de la bioseguridad insular y la participación de todos desinfectando su calzado (Figura 1).



Figura 1 Preparación de material de bioseguridad y estaciones de limpieza, y su envío para las ANPs.



Figura 2 Estación de limpieza en la Marina Xiat, en Puerto Progreso, Mérida; para la implementación de medidas de bioseguridad rumbo al PN Arrecife Alacranes.

Las estaciones de limpieza se colocarán en las Marinas más utilizadas para visitar las áreas naturales protegidas insulares (Figura 2), así como en las diversas instalaciones de la Secretaría de Marina, y en algunos casos en el Muelle de desembarco en la isla.

1.2 Implementación de Medidas de Bioseguridad en la 2da. Región Naval: Islas Guadalupe y Cedros.

En estrecha colaboración con la RB Isla Guadalupe y la Segunda Región Naval se ha continuado con la implementación sistemática de medidas de bioseguridad insular en las comunicaciones mensuales de Ensenada a las islas Guadalupe y Cedros (Tabla 2).

Cada mes dos días antes del zarpe en el buque se colocan bloques indicadores, trampas de pegamento y se activan cebaderos para la detección de roedores en la embarcación; el día del embarque se coloca un cepillo para calzado y se instruye a los viajeros sobre cómo y por qué utilizarlo (Figura 3); el día del embarque un binomio canino especializado en detección de roedores hace inspección del buque y de todo el material, equipo y diversas pertenencias personales que se cargan al barco (Figura 4). El mes de octubre siempre es de alto riesgo, debido a que es cuando la comunidad local regresa a la isla tras la temporada de veda, llevando consigo aparatos domésticos como lavadoras o muebles, etc. Este año, como en otras ocasiones la misma Cooperativa se encargó de fumigar y emplear todos los artículos para prevenir la introducción accidental de especies exóticas invasoras.



Figura 4 Inspección del buque Matamoros de la Segunda Región Naval por el binomio canino de detección de roedores previo a su salida a las islas Guadalupe y Cedros en el mes de octubre de 2021.



Figura 3 Limpieza y desinfección de calzado previo al embarque del buque Matamoros en el mes de octubre de 2021.

Tabla 2 Medidas de bioseguridad implementadas en la 2da. Región Naval, Ensenada, Baja California.

Embarcación	Mes	Bloque indicadores (trampas/noche)	Trampas de pegamento (trampas/noche)	# personas que utilizaron la estación de limpieza	Inspección con binomio K9
Matamoros	Enero	72	36	NA	No
Matamoros	Febrero	NA	NA	NA	No
Matamoros	Marzo	NA	NA	NA	No
Matamoros	Abril	100	20	NA	No
Matamoros	Mayo	150	60	NA	No
Hidalgo	Junio	NA	NA	NA	Si
Hidalgo	Julio	100	30	10	Si
Matamoros	Agosto	NA	NA	NA	No
Hidalgo	Septiembre	NA	NA	NA	No
Matamoros	Octubre	96	32	20	Si

1.3 Oficiales de Campo para Bioseguridad Insular

En estrecha colaboración con CONANP, los Oficiales de Bioseguridad han continuado con la implementación de medidas en las islas Espíritu Santo, Banco Chinchorro, Arrecife Alacranes e Islas Marías (hasta julio). Además, nos reunimos mensualmente para compartir el progreso a la fecha, intercambiar experiencias, identificar necesidades y oportunidades de colaboración. A estas reuniones se han sumado personal encargado de Bioseguridad de las islas Revillagigedo, Cozumel y Natividad. Adicionalmente, tenemos un grupo de whatsapp donde compartimos información, artículos relevantes, eventos, pláticas, etc., para continuar aprendiendo juntos sobre el tema.

1.3.1 Espíritu Santo

Medidas de prevención:

Se ha llevado a cabo la implementación de medidas preventivas con los diferentes actores clave: turistas, prestadores de servicios turísticos, academia, asociaciones civiles e instituciones gubernamentales. Dicha implementación ha incluido: cepillado y desinfección de calzado, limpieza y desinfección de embarcaciones, revisión de pertenencias y revisión de contenedores herméticos. Además, se ha entregado material de difusión: calcomanías para las embarcaciones tipo panga con las medidas preventivas, 140 cepillos para la limpieza del calzado y se realizó la instalación y supervisión de tres estaciones de veneno en almacenes de prestadores de servicios turísticos. Respecto a las estaciones de veneno en todas se detectó presencia de roedores, esto es importante ya que en los sitios donde están instaladas se utilizan como almacenes o bodegas para guardar embarcaciones, material y equipo que se utiliza en los viajes que ofrecen a la isla.

En puerto, se han implementado medidas preventivas a 200 turistas nacionales y extranjeros, ya muchos ayudan en la revisión de su propio equipaje para verificar que se encuentre libre de posibles EEI.

En la isla Espíritu Santo durante los recorridos de vigilancia se han atendido a 784 turistas a los que se ha explicado la importancia de las medidas de prevención y se han dado recomendaciones al visitar esta y otras ANPs. También se han abordado 65 embarcaciones privadas a las cuales se les han emitido recomendaciones de bioseguridad y entregado material de difusión.

Se ha logrado la inspección y desinfección, en puerto, de 100 embarcaciones de prestadores turísticos de un padrón de alrededor de 300. Durante las inspecciones además se han aplicado encuestas para verificar el entendimiento de la bioseguridad y las medidas preventivas. También se han abordado en campo a 65 embarcaciones privadas tipo yate, velero y catamarán. A todas se les han emitido recomendaciones de bioseguridad y se les actualiza en el tema de la Enfermedad Hemorrágica Viral del Conejo - tipo 2 (EHVC-2), ya presente en la isla, aquí se les explica que todo lo que llevan consigo tiene que ser desinfectado para controlar la transmisión del virus.

1.3.2 Banco Chinchorro

Medidas de prevención:

Debido a la situación actual causada por el coronavirus SARs-Cov-2, las actividades que se realizan en la reserva son limitadas. A pesar de ello se ha continuado con la implementación de medidas preventivas junto con prestadores de servicios turísticos y pescadores.

Actualmente se encuentran, colocadas y en funcionamiento, estaciones de veneno en los campamentos pesqueros y la estación biológica de la CONANP en Cayo Centro, así como en la estación de la SEMAR en Cayo Norte Mayor. Estas estaciones de veneno funcionan como un cerco preventivo para evitar la introducción de roedores.

Asimismo, se ha continuado con la capacitación y equipamiento de prestadores de servicios turísticos. Se han impartido capacitaciones, vía plataforma virtual, al personal de dos prestadores de servicios turísticos, quienes iniciaron operación de actividades en este año a partir de abril. A los dos operadores turísticos se les proporcionó bitácora de bioseguridad para el registro de las medidas preventivas implementadas en cada viaje, cepillo para la limpieza de calzado y material impreso para la difusión de las medidas preventivas en sus establecimientos y con turistas. Además, se han otorgado pláticas breves sobre la implementación de las medidas preventivas con los diferentes actores.

Durante el periodo reportado se han inspeccionado 8 embarcaciones antes de zarpar a la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro de un total aproximado de 50 embarcaciones que contempla a todos los usuarios (SEMAR, CONANP, pescadores de tres cooperativas pesqueras y prestadores de servicios turísticos). La disminución en la presencia y frecuencia del personal de CONANP y del Oficial de Bioseguridad en campo en la RBBCH repercute en el cumplimiento de esta meta.

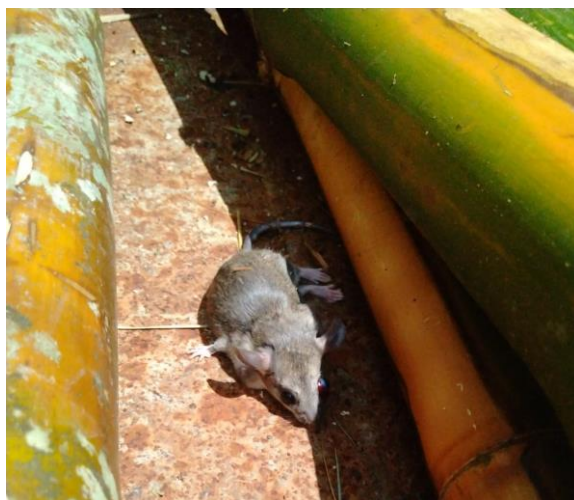


Figura 5 Ratón yucateco detectado entre piezas de bambú que se trasladarían a Cayo Centro, en Banco Chinchorro.

Detección Temprana:

El día jueves 30 de septiembre, al realizar la inspección de 3000 piezas de bambú procedentes de Peto, X-Pechil, Yucatán, que se trasladarían a Cayo Centro para el proyecto de restauración de manglar, se detectó que se transportaban organismos como insectos (hormigas, cucarachas, escarabajos) y arañas. Se sumergieron las piezas de bambú en el mar antes de subirlas a las embarcaciones. Además, entre las piezas se encontró un roedor adulto de la especie ratón yucateco (*Peromyscus yucatanicus*) (Figura 5), el individuo fue eliminado por los pescadores que estaban apoyando en la descarga de las piezas, evitando así una posible incursión a la RB Banco Chinchorro.

1.3.3 Arrecife Alacanes

Medidas de prevención:

Se han realizado visitas a diferentes marinas de Puerto de Progreso donde salen embarcaciones que visitan el ANP: Marina Sureste, Marina Xiat, Marina Yucalpetén y Marina Dreid. Las marinas cuentan con tapetes sanitarios y estaciones de veneno, atendidas por empresas especializadas independientes de ellas. La Marina Sureste es la marina que presenta mayor número de embarcaciones que visitan el PNAA. Por tal motivo se solicitó el apoyo para instalar estaciones de limpieza de calzado en sus tres muelles principales.

Se han realizado expediciones al ANP, cuyos objetivos han incluido mantener activas las estaciones de veneno (5) y los moteles de roedores (3) que se encuentran ubicados en Isla Pérez. Asimismo, en todas estas expediciones se ha revisado que los participantes y visitantes del ANP lleven sus pertenencias debidamente empacadas.

En las diferentes expediciones de vigilancia al PNAA se inspeccionaron 7 embarcaciones, seis de prestadores de servicio turístico y una de pescadores pertenecientes a una cooperativa. Estas embarcaciones han prestado sus servicios para el traslado del personal de CONANP. Los prestadores de servicio turísticos por lo general salen de los puertos de Marina Sureste y Marina Xiat. La CONANP no cuenta con un padrón certero de visitantes del PNAA, debido a que la mayoría de éstos llegan a las islas en sus embarcaciones privadas, en muchas ocasiones ni siquiera están enterados de que es un área natural protegida y que se deben de tramitar permisos para su ingreso. Por esto es difícil poder determinar el porcentaje de embarcaciones que se han inspeccionado.

1.3.4 Islas Marías

Medidas de prevención:

La RBIM se encuentra en un periodo de transición de complejo penitenciario al centro cultural "Muros de Agua". Esto ha suscitado el traslado de un gran número de personas, entre instituciones gubernamentales, empresas de construcción y telecomunicaciones,

academia y grupos de jóvenes parte del proyecto de “Muros de Agua”, así como equipo, materiales de construcción y alimentos, por lo que la implementación de medidas preventivas ha representado un gran reto. Actualmente se cuenta con el apoyo de la SEMAR para la implementación de medidas de bioseguridad en el muelle Balleto. En total se han atendido 47 visitas en las que se ha pedido la colaboración para la revisión y sanitización del equipaje, víveres, herramientas, etc, además de la desinfección del calzado antes de ingresar a la isla María Madre. Por otro lado, se han realizado desinfecciones de las embarcaciones Tres Marías y al BALL-I de la SEMAR.

Otra actividad importante que se realiza es el mantenimiento de 140 estaciones de veneno para el control de la rata negra (*Rattus rattus*) en las instalaciones de Balleto, Isla María Madre.

1.4 Formulación participativa del protocolo de bioseguridad para la Reserva de la Biosfera Islas Marías.

El 31 de julio de 2020 se compartió con la Dirección de la Reserva de la Biosfera Islas Marías el primer borrador del Protocolo de Bioseguridad para la Reserva. Este protocolo se realizó con base en pláticas con personal de GECI que ha trabajado en proyectos de restauración en el archipiélago por más de tres años y dos guardaparques de CONANP, Gonzalo Pérez y Cayetano Robles, así como revisión bibliográfica. El documento incluye la identificación de vías y vectores de introducción, medidas preventivas a realizar por los diversos usuarios y estrategias de detección temprana, así como una guía para llevar a cabo acciones de respuesta rápida. El protocolo fue revisado por el equipo de CONANP, el entonces Director Biól. Jorge Antonio Castrejón Pineda, así como el M.C. Eduardo Rendón Hernández también de CONANP - Especies Prioritarias y la Oficial de Bioseguridad Biol. Rocío López Mendoza. Todas sus observaciones y comentarios fueron atendidos y agregados al protocolo.

Posteriormente, en abril de 2021, le compartimos el documento al “Gobernador” de las Islas Marías Capitán de Navío CG. DEM. Jesús Salvador de Olaguibel Domínguez, junto con un oficio destacando la importancia de la implementación de las medidas de bioseguridad insular en las islas Marías. Su respuesta fue positiva y de reconocimiento a la importancia de la bioseguridad insular.

Actualmente la Reserva se encuentra en un periodo de transición, tiene una nueva Directora la Biól. Dennis Bermúdez, con quien ya estamos en contacto y a quien ya se le compartió el borrador del Protocolo de Bioseguridad, para pedirle su revisión y comentarios. A su petición, la implementación de bioseguridad quedará totalmente en manos de CONANP, sin la intervención de un Oficial de Bioseguridad de GECI. Debido a esto se impartió un taller de capacitación en Bioseguridad Insular para el personal de la Reserva de la Biosfera Islas Marías el 12 de julio de 2021. El taller se realizó de manera virtual y asistieron 10 personas del equipo de CONANP. Desafortunadamente, después del taller hubo cambio de gran parte del personal y se programó un siguiente taller el

27 de septiembre, al cual no pudieron asistir debido a fallas del internet. Actualmente, se nombró a un guarparque de CONANP Biól. Luis Carrillo, como encargado de Bioseguridad Insular y con él se tiene comunicación a través de whatsapp. Estamos esperando a poder tener un taller virtual o, si se consigue financiamiento, presencial, para poder continuar con la revisión y adaptación del Protocolo de Bioseguridad con el nuevo personal de la Reserva y de acuerdo a las nuevas actividades que se plantean realizar, incluyendo el turismo. El borrador de Protocolo de Bioseguridad de la RB Islas Marías se entrega como anexo.




2 Educación Ambiental y capacitación




2.1 Elaboración de materiales didácticos para sensibilizar a las comunidades locales y de zonas de influencia en torno a las EEI y su manejo.

Debido a la pandemia por la Covid-19, todavía no se realizan actividades en las comunidades y el principal medio por el cual compartimos información son las redes sociales (Tabla 3).

Tabla 3 Publicaciones sobre bioseguridad insular en redes sociales.

Fecha	Publicación	Imagen	Link
2 de enero	Bioseguridad insular en el Parque Nacional Revillagigedo		https://www.facebook.com/watch/?v=3715942655161928
28 de enero	Detección temprana en Arrecife Alacranes		
26 febrero	Transmisión con Conabio sobre Bioseguridad Insular		https://www.facebook.com/CONABIO/videos/3759851084104820

5 de marzo	Bioseguridad en Isla Cozumel		
22 de marzo	#BioseguridadInsular		
25 de marzo	Talleres de capacitación sobre Bioseguridad y la Enfermedad hemorrágica viral del conejo 2		
29 de marzo	Vacaciones de Semana Santa		https://www.facebook.com/watch/?v=450642762830436
17 de mayo	Enfermedad hemorrágica viral del conejo 2		
15 de septiembre	¿Tienes planeado visitar una isla o un área natural protegida?		

21 de septiem bre	Diversidad marina del Complejo Insular Espíritu Santo		https://www.facebook.com/watch/?v=206879428176977
1 de octubre	Biografía de personal de GECI		
18 de octubre	Día mundial de la protección de la naturaleza		https://www.facebook.com/watch/?v=575343603800732

2.3 Pláticas informativas y talleres de capacitación para la comunidad local y los prestadores de servicios turísticos.

2.3.1. Isla Guadalupe

En junio se impartió en dos ocasiones la plática "Aves marinas y Bioseguridad en la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe" dentro del Taller de Capacitación en Materia Ambiental y Desarrollo de Buenas Prácticas en las Actividades Turísticas Recreativas que se realizan en la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe, Ejercicio 2021", organizado por la CONANP. Así se brindó información sobre la implementación de bioseguridad insular a todos los prestadores de servicios turísticos que visitan la isla.

2.3.2. Islas del Golfo de California

A petición del Subconsejo de Bioseguridad Insular que se formó en el seno del Consejo Asesor del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California, de las 4 Direcciones en Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa, se impartió una capacitación en Bioseguridad Insular para personal de CONANP en los cuatro estados,

así como otras organizaciones que colaboran estrechamente con ellos en actividades turísticas, de vigilancia, monitoreo biológico, restauración, entre otras. En la Tabla 4 se muestra el temario, dinámicas y los ponentes.

Tabla 4 Temario del Taller de Capacitación en Bioseguridad Insular para el Subconsejo de Bioseguridad del APFF IGC.

Día / Tema	Subtemas	Dinámica	Ponentes
Lunes 21 junio	60 min	60 min	
Bioseguridad insular: conceptos, importancia y componentes	- Restauración islas mexicanas. - Impactos EEI - Técnicas Manejo EEI: ejemplo casuarinas - Cozumel - Bioseguridad Insular	Juego de mesa Estrategia de Bioseguridad Insular (Detengamos la invasión)	Mariam Latofski Robles y Diana Tamara Martínez, CONANP-Cozumel
Miércoles 23 junio	70 min	50 min	
Prevención	- Análisis de actores - Vías de introducción - Vectores - Medidas preventivas - Ejemplos	¿Qué llevamos a las islas? Análisis vectores (Pizarrón) -memorama señalética de prevención.	Astrid Romero, Oficial BI-ES David Macías, Oficial BI- BCH
Viernes 25 junio	60 min	60 min	
Detección temprana activa y pasiva	Métodos indirectos Métodos directos Ejemplos	¿Cómo determinar EEI prioritarias de detección? Caso de análisis con huellas y rastros. Diseño.	Mariam Latofski y Norma Castillo, GECI
Lunes 28 junio	120 min		
Respuesta rápida	-Ejemplos de casos en islas mexicanas_ Banco Chinchorro, Natividad, Alacranes	Intercambio de experiencias	Marimar Garciadiego, GECI y David Macías, RBBCH
Miércoles 30 junio	80 min	40 min	
Comunicación y educación ambiental	-Comunicación (Yolanda Barrios) -Educación ambiental para cambio de comportamiento (Marimar). -Teoría de toma de decisiones	Identificar comportamientos deseados Diseño campaña comunicación: Slogan en común para toda el ANP. Mejores canales difusión	Yolanda Barrios, Conabio Marimar Garciadiego, GECI
Viernes 2 julio	90 min	30 min	
Análisis de Protocolos de Bioseguridad:	-Análisis de contenido de los PBI.	Preguntas detonadoras para discusión guiada	Eduardo Rendón, CONANP y Mariam Latofski , GECI

puntos en común y trabajo colaborativo.	-Avances en la implementación a la fecha. -Oportunidades de implementación. El Prorest como un instrumento de financiamiento para la atención a especies exóticas invasoras en islas.		
---	---	--	--

A la capacitación asistieron 18 personas de todas las direcciones involucradas, así como de las siguientes organizaciones: Prescott College, Ecology Project International, CEDO, Centro de Rescate, Rehabilitación e Investigación de Fauna Silvestre, A.C., y Barbarita Tours.

2.3.3. Reunión del Subconsejo de Bioseguridad Insular de Banco Chinchorro.

El 28 de octubre fue la primea sesión del Subconsejo de Bioseguridad Insular de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro del 2021. La reunión se realizó en modalidad híbrida, con la mayoría de los asistentes en Mahahual, Chetumal y otros participantes sumándose de manera virtual. Los temas a tratar fueron los avances en la implementación de medidas de bioseguridad, importancia de continuar implementando las mismas (Figura 6), el evento de detección temprana del ratón yucateco en el cargamento de bambú, y la situación de la boa y su población creciente en Cayo Centro. La respuesta de los asistentes fue positiva, reconociendo algunos retos en la implementación de medidas así como la importancia de sobrepasarlos para la correcta protección del ecosistema insular y los servicios que presta tanto a pescadores como prestadores de servicios turísticos.



Figura 6 Práctica de uso de las estaciones de limpieza durante la sesión del Subconsejo de Bioseguridad Insular de la RB Banco Chinchorro.

Restauración: control y erradicación de EEI

3.4 Finalizar la erradicación y confirmación de ausencia de cabra feral en Isla Espíritu Santo y entrega de un análisis de costo-beneficio.

En la isla Espíritu Santo, por solicitud de la CONANP, la erradicación de cabra introducida se continuó, a partir de septiembre de 2019, sin el uso de armas de fuego. En su lugar, se han empleado rifles de aire, calibre .357. Primeramente se realizó un sobrevuelo para determinar la distribución de las cabras, posteriormente vinieron varias expediciones de cacería con rifles de aire, extrayendo de la isla a los animales sacrificados. Fue hasta octubre de 2021 que finalmente se permitió el uso de armas de fuego y que los animales fueran dejados en la isla para su descomposición, lo cual hará que la erradicación se realice de manera más eficiente.

Monitoreo aéreo

El 12 de noviembre de 2019 se realizó un sobrevuelo en la isla Espíritu Santo para ubicar a las manadas de cabras. Estuvo dividido en dos vuelos: primer vuelo, de 08:52 – 10:44 horas y, segundo vuelo, de 11:40 – 13:31 horas. En éstos participaron Irma González y Eduardo Rendón (CONANP), Federico Méndez y Antonio Ortiz (GECI). Durante el primer sobrevuelo se buscaron cabras en la isla La Partida, no encontrándose evidencia de éstas. Los sobrevuelos en la isla Espíritu Santo se realizaron de norte a sur, siguiendo la topografía de la isla (Figura 7).

En total se obtuvieron 55 registros de cabras, que fueron desde animales solitarios hasta una manada de 150 animales aproximadamente, dando un total de 767 cabras. Al norte de la isla, entre los arroyos El Candelero y Ballena (cima de Raza), se contaron 386 cabras; en la zona centro, entre los arroyos Gallo y Gallina, se contaron 300 cabras; mientras que al sur de San Gabriel se contaron 81 animales. Los animales se ubicaron entre los 76 m y hasta los 562 m de altitud, con un promedio de 328 m. Se calculó la distancia mínima (en línea recta, sin considerar la topografía) que se requiere para llevar los animales a la costa, resultando una media de 2.84 km a la costa oeste y 2.01 km a la costa este.



Figura 7 Ubicación de las manadas de cabras (Software Google Earth)

Cacería terrestre

Para probar el funcionamiento y eficiencia de los rifles de aire, en octubre de 2019 se propusieron tres expediciones piloto de cacería en la isla. Posteriormente, se llevaron a cabo dos expediciones más ese año y tres durante 2020. En éstas participaron 8-10 técnicos de GECI y la Oficial de Bioseguridad Insular del APFF-IGC-BCS de CONANP, debidamente identificados con uniformes del proyecto. Además, otros dos miembros de GECI estuvieron a cargo de la logística en la ciudad de La Paz. En todas las ocasiones el campamento se instaló en el arroyo Ballena, en el mismo polígono revisado por personal del CINAH-BCS y del APFF-IGC-BCS en septiembre del 2019. Para la cacería se utilizaron armas de aire calibre .357, con una velocidad superior a los 800 pps, y el 85% de los animales sacrificados fueron extraídos de la isla.

De septiembre de 2019 a septiembre de 2020 fueron sacrificadas 543 cabras en 48 días efectivos de cacería. Sin embargo, debido a la pandemia ocasionada por la COVID-19, así como la contingencia por la EHVC-2 detectada en la liebre negra, se suspendieron las expediciones a la isla. De hecho, la expedición de agosto-septiembre de 2020 se realizó sin montar un campamento en la isla, sino que el personal viajó diariamente desde La Paz.

Tabla 5 Resultados de la cacería de cabras en Isla Espíritu Santo, octubre 2019 - octubre 2021

Fechas	Expedición	Cabras extraídas	Animales que se dejaron	Total
6-13 sep 2019	Semana 1	75	0	75
26-30 sep 2019	Semana 2	18	0	18
4-9 oct 2019	Semana 3	22	0	22
21-25 nov 2019	Semana 4	74	15	89
29 nov-5 dic 2019	Semana 5	81	12	93
28 feb-6 mar 2020	Semana 6	81	16	97
9-16 mar 2020	Semana 7	98	17	115
30 ago-01 sep 2020	Semana 8	32	2	34
20-26 oct 2021	Semana 9	0	121	121
Gran total				664

Después de mantener reuniones de trabajo con el Biól. Roberto Aviña Carlín, Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas, y la Biól. Irma González López, Directora del APFF Islas del Golfo de California, se acordó retomar la erradicación de cabra feral en octubre de 2021 empleando armas de fuego, y sin la necesidad de sacar a los animales de la isla. A la fecha solamente se ha completado la primera expedición de 7 días, de cuatro expediciones contempladas durante octubre y noviembre. La cacería terrestre continuará durante enero-febrero de 2022, concluyendo el proyecto con la búsqueda y sacrificio de cabras remanentes con el uso de un helicóptero.

3.5 Diagnóstico de las EEI en Islas Marías, incluyendo una base de datos de presencia-ausencia y plan ejecutivo de erradicación.

Cabra y gato feral en Isla María Cleofas

Durante abril de 2021, se llevó a cabo la última expedición a la isla María Cleofas para concluir con la erradicación de cabras y gatos. Durante 15 días de trabajo se recorrió toda la isla en búsqueda de cabras y se colocaron más de 360 noches-trampa. Durante los recorridos se localizaron y sacrificaron 77 cabras; ningún gato fue capturado. De acuerdo a la experiencia y a los esfuerzos de cacería y trapeo, se considera que permanecen en la isla alrededor de 30 cabras y 1 gato. Durante diciembre de 2021 y enero-mayo de 2022 se visitará la isla para concluir la erradicación. En el caso de ser necesario, se empleará un helicóptero en abril para localizar a las cabras remanentes. Esto se acordó con el Comisionado Biól. Roberto Aviña, como con la Directora Biól. Dennis Bermúdez.

Cabra, venado y gato feral en Isla María Magdalena

Roedores

Para el monitoreo de roedores se emplearon trampas Sherman dispuestas en forma de cuadrantes de 100 x 50 m en los que se colocaron cinco transectos con diez estaciones de trapeo cada uno, con una separación de 10 m entre cada estación. Se colocaron dos cuadrantes y se dejaron activos durante 5 noches obteniendo un esfuerzo de captura de 250 noches-trampa. Las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena, crema de cacahuete y vainilla.

Se capturaron 4 individuos de rata negra (*Rattus rattus*) durante el monitoreo realizado en la temporada de secas (abril). El éxito de muestreo fue de 0.016%. Los 4 individuos capturados fueron adultos, de los cuales, tres son hembras y uno macho, todos en condición reproductiva activa. No se capturaron ni se encontró evidencia de la presencia de las especies de roedores nativos de la isla (*Oryzomys nelsoni* y *Peromyscus madrensis*).

Cabras y venado cola blanca

Para la estimación poblacional de cabra (*Capra hircus*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) se realizaron 11 transectos en banda de 3 km de largo, en los que se contabilizaron todos los organismos avistados y se tomaron las distancias de cada observación con un telémetro Nikon modelo Forestry Pro. El cálculo poblacional se realizó con el software "Distance".

Se estimó la población de cabras (Figura 8) bajo el supuesto de que la densidad de grupos (estimada con el software "Distance") es constante en toda la superficie de la isla. De esta manera, obtenemos un tamaño poblacional de 5,372 cabras para los 77.4 Km² de Isla María Magdalena. La cabra feral podría ser la especie exótica que más daño ocasiona al ambiente insular. Debido a sus hábitos gregarios causan daños en zonas muy localizadas y su dieta generalista/oportunista las convierte en las mayores

depredadoras de plantas (León-de la Luz y Domínguez-Cadena 2006). Este grupo de herbívoros es responsable de aumentar la erosión del suelo al desproveerlo de la cubierta vegetal protectora. En la mayoría de los casos, la flora de las islas carece de adaptaciones que les permitan subsistir la depredación de especies herbívoras. La UICN ha identificado a la cabra feral como la principal amenaza para el 26% de las especies nativas de flora en las islas del planeta (Campbell y Donlan 2005), por lo que, junto con las ratas y gatos ferales, es reconocida como una de las especies exóticas invasoras más dañinas en el mundo (Lowe et al. 2004).



Figura 8 Cabras ferales en Isla María Magdalena.

Se estimó la población de Venado cola blanca bajo el supuesto de que la densidad de grupos (estimada con el software "Distance") es constante en toda la superficie de la isla. De esta manera, obtenemos un tamaño poblacional de 426 venados para los 77.4 Km² de Isla María Magdalena. El venado cola blanca (Figura 9) en ausencia de depredadores naturales o algún tipo de control poblacional, puede llegar a presentar densidades poblacionales muy altas y generar fuertes impactos a las comunidades vegetales de los ecosistemas insulares. Otro aspecto importante y que afecta de manera negativa a las plantas es su carácter generalista, pues se ha documentado que es una de las especies de ungulados de Norte América con dieta más diversificada (Crete M., et al 2001). En Isla María Magdalena se observó una gran cantidad de venados cola blanca, incluso fueron observados varios individuos alimentándose junto a rebaños de cabras, este comportamiento gregario solamente es observado en ésta especie cuando sus números poblacionales son muy elevados, ya que, bajo condiciones de distribución natural, no es común observar este tipo de congregaciones. Con base en lo anterior, podemos intuir que el número poblacional del venado cola blanca en Isla María

Magdalena es muy grande y, junto con las cabras, podría estar ocasionando impacto severo a las comunidades vegetales.



Figura 9 Venado cola blanca en Isla María Magdalena.

Gato feral

En el caso de los gatos, se colocaron 25 estaciones de trampas cámara (Bushnell Trophy camera) durante 8 días, divididas en cinco transectos y separadas por 600 metros lineales entre cada estación. Cada estación constó de dos cámaras contra puestas para captar ambos lados de los animales fotografiados. El esfuerzo de captura fue de 200 noches-trampa. Las estaciones de trampeo fueron cebadas con una mezcla de sardina, aceite y atún para atraer a carnívoros (Lara Díaz 2010). Para estimar el tamaño poblacional de los gatos con el método de captura-marcaje-recaptura, se utilizó el modelo de Cormack-Jolly-Seber (CJS) y se empleó el software MARK 6.0 junto con la herramienta CAPTURE (Cormack 1966; Jolly 1965; Seber 1982). Sus densidades se estimaron mediante la delimitación del área efectiva de muestreo (zona buffer) de 650 m de radio con el uso del software de SIG Qgis (Lara Díaz 2010). Las trampas cámara (TC) se utilizan para monitorear poblaciones difíciles de localizar, es decir, que se encuentren ubicadas en áreas poco accesibles y/o en zonas boscosas que dificultan la observación directa y el conteo de ejemplares (Wittmer et al. 2010). Mediante el uso de TC en los monitoreos de fauna exótica es posible estimar la población y la densidad de gatos en Isla María Magdalena.

Se identificaron 16 individuos diferentes y se elaboró un historial de capturas para su análisis (Figura 10); la identificación se realizó a través de un sistema cruzado de opiniones, en el que tres personas revisan las fotos tomadas de manera individual y elaboran una conclusión del número de individuos diferentes. Para correr el análisis, se eligió la opción "apropiada" dentro de la herramienta CAPTURE y se seleccionó el modelo nulo (Mo), el cual asume que todos los animales tienen la misma probabilidad de captura

para cada periodo de muestreo. La población estimada para el área muestreada es de 25 gatos, con un error estándar de ± 6.5 , y un intervalo de confianza al 95%. El área efectiva de muestreo de las 25 estaciones de trampas cámara colocadas equivale a 1,056.25 hectáreas, por lo que la densidad calculada de gatos para esta zona es de 0.02 ind/ha. Con base en lo anterior podemos decir que, para las 7,740 hectáreas de Isla María Magdalena se estiman 183 gatos aproximadamente. La presencia de gatos ferales en Isla María Magdalena podría ser la mayor amenaza que enfrentan las especies de vertebrados nativos. A los gatos se les ha atribuido un gran número de extinciones de especies insulares, particularmente de aves y roedores (Martin, et al., 1996; Barratt, 1998).



Figura 10 Gato feral captado en cámara-trampa en la isla María Magdalena.

Impactos sobre la vegetación

Con el objetivo de identificar los impactos sobre la vegetación nativa, se realizaron 2 censos de vegetación, uno para la temporada seca y otro para lluvias. En la temporada seca se registraron todas las especies vegetales que presentaran signos de ramoneo por parte de cualquiera de los ungulados presentes en la isla (*O. virginianus* y *C. hircus*). Adicionalmente, durante la temporada de lluvias, se capturó la totalidad de las especies (ramoneadas y no ramoneadas), para hacer posible un análisis de diversidad. Se delimitaron 6 cuadrantes de 100x10 m dentro de las zonas de bosque y de vegetación de tipo manglar. Cada cuadrante se dividió en diez subcuadrantes, los cuales se subdividieron en 5 unidades de 1x1 m para muestrear hierbas y 5 unidades de 5x5 para muestrear arbustos, según la metodología descrita por Aguirre-Mendoza (2013). Para los árboles se consideró la totalidad del cuadrante y se registró adicionalmente la totalidad de las especies para realizar posteriormente un análisis de diversidad. Se calculó la diversidad vegetal presente en la isla se utilizó el índice de Shannon. Este índice evalúa la probabilidad de que, al elegir dos individuos al azar dentro de una muestra, ambos sean de la misma especie. A mayor probabilidad de que los individuos pertenezcan a la misma especie, menor será la diversidad del sitio.

Se registraron un total de nueve especies con evidencia de ramoneo para la temporada de secas y cuatro en temporada de lluvias. Dos especies con altas densidades de ramoneo son consistentes en ambas temporadas: el Agave (*Agave rhodacantha*) (secas= 40 ind/ha., lluvias= 255 ind/ha.) y el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) (secas= 43 ind/ha., lluvias= 70 ind/ha.). En la Figura 11 se aprecia un individuo de cabra alimentándose del mangle botoncillo, esta especie está catalogada como amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010. También se observa claramente el impacto del ramoneo intenso en el estrato arbóreo medio-bajo.



Figura 11 Cabra feral alimentándose de mangle botoncillo (*C. erectus*).

Fauna semi-doméstica en la Isla María Madre

Monitoreo mediante cámaras trampa

En septiembre de 2020 se realizó un monitoreo de fauna exótica en la zona de campamento principal de la isla María Madre, que comprende los campamentos desde Hospital (al sur) hasta Nayarit (al norte). Se colocaron 15 trampas en la periferia de Puerto Balleto (Figura 12), separadas 400-500 metros entre sí (Figura 13), las cuales se dejaron durante 3 noches consecutivas y fueron cebadas con atún.

Las especies que más se observaron en las cámaras fueron el conejo de las islas Marías (*Sylvilagus graysoni*), gato feral (*Felis catus*), caballo (*Equus caballus*) y mapache de las Tres Marías (*Procyon lotor insularis*). En la Tabla 6 se muestran las abundancias relativas para cada una de las especies identificadas.



Figura 12 Monitoreo con cámaras trampa en Isla María Madre.

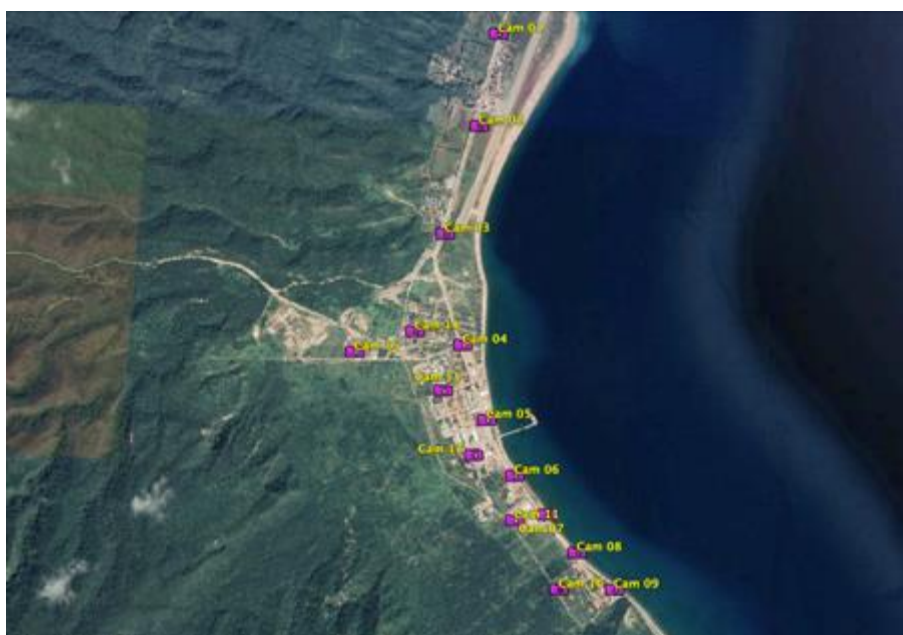


Figura 13 Ubicación de las cámaras trampa para el monitoreo de fauna en Isla María Madre.

Tabla 6 Resultados del monitoreo con cámaras trampa en Isla María Madre.

Cámara	Gato	Caballo	Gallina	Rata negra	Mapache	Conejo
01	1	1				
02	1	2				
03		1				
04			1			
05	1				2	
06				1		
07						
08						1
09	1				2	1
10						
11					1	
12						
13						3
14	2	1				2
15		1				
Total	6	6	1	1	5	7
Abundancia relativa	0.23	0.23	0.04	0.04	0.19	0.27

El resultado anterior sirve para dos propósitos: 1) por una parte, la información sobre la presencia de fauna exótica ayuda a dirigir los esfuerzos de cacería y trampeo; 2) por otra parte, sirve como referencia para comparar la abundancia de las especies registradas en años posteriores.

Recorridos en vehículo

Adicionalmente, durante 10 días se realizaron recorridos en vehículo, aprovechando el camino de la periferia y los diferentes accesos que existen en la isla. Se registraron los animales domésticos que persisten en la isla sin ningún tipo de contención.

En el campamento Bugambilias y en la zona montañosa al sur de la isla (entre los campamentos Papelillo y Laguna del Toro) se encontraron varias manadas de cabras, de entre 12 y 20 individuos cada una (Figura 14). En Laguna del Toro, en los terrenos de las instalaciones de máxima seguridad del Complejo Penitenciario se ubicó ganado suelto (Figura 15). En tanto que en las inmediaciones del Puerto Balleto, se encontraron cerdos, caballos, cabras y gatos que vagan libremente (Figura 16 - Figura 18).



Figura 14 Cabras ferales al oeste del campamento Laguna del Toro.



Figura 15 Ganado vacuno en el campamento Laguna del Toro.



Figura 16 Cerdos en cautiverio en el campamento Bellavista.



Figura 17 Caballos en Unidad Habitacional (UH), en el Puerto de Balleto.



Figura 18 Gatos que siguen siendo mascotas de las personas que permanecen en la isla, Puerto Balleto.

3.6 Manejo de fauna semi-doméstica en Isla María Madre, incluyendo una base de datos que se entregará en el formato de CONABIO.

Con apoyos complementarios de un proyecto PROREST asignado por CONANP a un grupo de cazadores de San Blas, Nayarit, de julio a diciembre de 2020 se llevó a cabo el control de fauna semi-doméstica en la isla María Madre. En las diferentes expediciones participaron 7-10 personas, con coordinación con personal de CONANP y SEGOB. Las diversas actividades se realizaron de 08:00 a 13:00 horas, de 15:00 a 19:00 horas y de 20:00 a 24:00 horas. Las técnicas empleadas fueron cacería, con rifles de aire, y trampeo.

Trampeo

Para la captura de gatos ferales se colocaron trampas tipo cepo (Oneida Víctor No. 1 ½; Figura 19), exclusivamente en el Puerto Balleto, contemplando desde el campamento "Nayarit" al norte hasta "Hospital" al sur. Las trampas se cebaron con una mezcla de sardina y atún, fueron activadas a partir de las 19:00 horas y se dejaron funcionando durante toda la noche para ser revisadas a temprano por la mañana (08:00 horas). Los individuos capturados fueron sacrificados mediante una sobredosis de Pentobarbital sódico vía intracardiaca, previa anestesia con una combinación de Ketamina + Xilacina. Los cadáveres fueron cubiertos con cal y enterrados en una fosa dentro del relleno sanitario de la isla. El esfuerzo de trampeo se determinó multiplicando el número total de trampas por las noches de trampeo que estuvieron activas.



Figura 19 Trampas cebo empleadas para la captura de gatos.

Cacería

Se emplearon rifles de aire para la cacería de gatos y cabras (Figura 20). Estos equipos disparan a una velocidad superior a los 900 pies por segundo y se emplean diábolos calibre 0.357. Se realizaron recorridos por las tardes, a partir de las 17:00 horas, en forma de barridos, cubriendo las veredas y caminos secundarios por donde transitan estos animales. Los individuos sacrificados fueron enterrados en las inmediaciones del relleno sanitario de la isla.

Uso de redes

Con la intención de extraer cabras vivas, se emplearon redes para su captura (Figura 21). Para ello, se hicieron arreos de las manadas dispersas en la zona de Balleto, empleando las redes para cerrar los accesos y pasos de las cabras. Los animales capturados fueron trasladados a San Blas, Nayarit.



Figura 20 Rifles de aire empleados durante la cacería de cabras y gatos.



Figura 21 Instalación de redes para la captura de cabras.

Captura de gallinas

Adicionalmente, y contando con el visto bueno del personal de CONANP, se capturaron a mano las gallinas que descansaban en los árboles.

En total, se lograron 4,120 noches-trampa y casi 7,000 horas/hombre de trabajo. En la Tabla 7 se presentan los resultados del control de fauna semi-doméstica en la isla María Madre durante las expediciones de 2020.

Tabla 7 Resultados del control de fauna semi-doméstica en Isla María Madre.

Expedición / método	Gatos	Cabras	Gallinas
Primera expedición			
Trampeo	28	8	
Cacería	15	3	
Redes		34	
Captura a mano			31
Segunda expedición			
Trampeo	7	2	
Cacería	10	1	
Redes		4	
Tercera expedición			
Trampeo	3	8	
Cacería	1	9	
Redes		19	
Cuarta expedición			
Trampeo	2	6	14
Cacería	4		
Redes		22	
Quinta expedición			
Trampeo	1		
Cacería	1		
Redes		13	
Sexta expedición			
Trampeo			
Cacería	1	5	
Redes			
TOTAL	73	134	45

Los animales sacrificados fueron cubiertos con cal y enterrados y las inmediaciones del relleno sanitario de la isla. Las cabras y gallinas que fueron capturadas vivas, fueron transportados al muelle de Balleto (Figura 22) para su extracción en panga al puerto de San Blas, Nayarit. Los animales, previo consentimiento de la CONANP, fueron repartidos entre el personal técnico que participó en la expedición.



Figura 22 Transporte de cabras ferales de Isla María Madre a San Blas, Nayarit.

3.7 Planeación y preparativos para la erradicación de conejo en Isla Clarión, incluyendo una base de datos y entrega de un análisis de costo-beneficio.

Pruebas de palatabilidad y trampeo

Durante 2020 y 2021 se realizaron las siguientes actividades en Isla Clarión, como parte de los preparativos para comenzar la erradicación de conejo europeo a principios de 2023:

- Se establecieron 7 cuadrantes en diferentes hábitats para monitoreo de palatabilidad. Los cebos utilizados fueron verduras como apio, zanahoria, lechuga, brócoli y conejina. En tres cuadrantes se usaron jaulas para la protección de cebos de los cuervos.
- Pruebas de palatabilidad en cautiverio. Se capturaron tres conejos y se les proporcionó diferentes alimentos (tomate, pasto, conejina, apio) y se tomaron notas del consumo.
- Se realizó un trampeo de conejos con trampas tipo cepo Oneida Victor No.1.
- En abril de 2021 se llevó a cabo un monitoreo de la población de conejo con el método de transecto lineal.

Se desarrollaron dos pruebas de palatabilidad (febrero 2020 y abril 2021) en campo para evaluar el comportamiento de la fauna y el consumo de los cebos o atrayentes, dentro de las cuales, se pueden destacar las siguientes observaciones:

Cuadrantes de palatabilidad

En todos los cuadrantes se identificó al cuervo como el principal consumidor de los cebos (verduras, Figura 23). La zanahoria fue la verdura más consumida, probablemente debido a su color llamativo. El apio y lechuga fueron menos consumidos. Un dato importante sobre estos registros es que, aquellos cuadrantes en zonas de playa y costas, fueron menos visitados por los cuervos. Esta ausencia de cuervos, parece beneficiar la presencia de conejos, ya que, en dichos cuadrantes, se tuvieron mayor cantidad de registros con conejos y consumo de cebos por los mismos. Para abril de 2021, además de verduras se utilizaron barras de arroz y granola (asemejando un placebo común a base de cereales) como atrayentes. Asimismo, todas las estaciones de cebado, fueron protegidas con jaulas con aberturas a cada extremo para el ingreso de la fauna. Se observó que, a pesar de ser jaulas abiertas, los cuervos evitaron ingresar a las mismas, por lo tanto, no consumieron los cebos y duraron un poco más. Tampoco se tuvo registros de conejos, probablemente debido al empleo de cebos diferentes. No obstante, en este caso particular, las barras de arroz y granola, atrajeron otros consumidores, específicamente cucarachas (*Periplaneta sp.*) y hormigas. Estos pequeños insectos llegaron a consumir la totalidad de una barrita en un periodo de 2-3 noches. Asimismo, las cucarachas consumieron trozos de zanahorias en 14 horas.



Figura 23 Grupos de cuervos consumiendo los cebos (verduras) en Isla Clarión.

Cuadrantes de palatabilidad con jaula

Aquellos cuadrantes donde se colocó el cebo dentro de jaulas, fueron evitados por cuervos y conejos, no obstante, en ausencia de los cuervos, se observó que los conejos se acercan más a los cebos y consumieron aquellos que estaban fuera de las jaulas (Figura 24).

Palatabilidad en cautiverio

Tres conejos fueron capturados y puestos en cautiverio para alimentarlo con diferentes cebos como lechuga, zanahoria, jitomate, conejina, pasto y coliflor (Figura 25). No se observó preferencia alguna por algún tipo de alimento, todos consumieron de todo lo disponible, lo que indica que son individuos muy generalistas y comen lo que este a su alcance.



Figura 24 Conejos consumiendo cebos fuera de jaulas.



Figura 25 Pruebas de palatabilidad en cautiverio.

Monitoreo de conejos

Se estimó el tamaño poblacional de conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*) en Isla Clarión, que van de 1590 hasta 27,446, siendo 23,000 animales la estimación más exacta. Estos resultados se obtuvieron a partir de transectos en banda en la temporada 2018-2021.

Trampeo de conejos

Se colocaron 53 trampas cebo de manera asincrónica por 4-7 días y se sumó un esfuerzo de 323 noches-trampa. Se capturaron 12 conejos y una iguana negra. El éxito de captura fue de 3.71%. Durante las pruebas se utilizaron 2 tipos de trampa:

Tomahawk. Se colocaron trampas de este modelo frente a las madrigueras ubicadas cerca del Sector Naval. Se colocó cebo natural (verduras y hierbas), y conejina. Ningún individuo de interés (conejo) fue capturado a través de este trampeo, solamente se observaron cangrejos, los cuales eran capaces de activar la trampa y quedar encerrados. A través de cámaras trampa se pudo observar que los conejos inmediatamente se dirigían al pasto para alimentarse y no eran atraídos por el cebo.

Cepos. Se instalaron tres transectos sobre corredores y donde hubiera rastros de conejos. Dichas trampas se revisaron antes del amanecer y del atardecer, ya que los cuervos de inmediato se percataron si un conejo estaba atrapado. Cayeron muy pocos individuos, pero las trampas resultaron efectivas. Posteriormente se cambiaron de posición, en vez de ponerlas como transectos, se buscaron madrigueras activas, y con ello se aumentó el número de capturas. Todos los conejos capturados fueron sacrificados mediante el método de inyección letal.

Gestión para la construcción de Estación Biológica en Isla Clarión

Tomando en cuenta las necesidades del personal que está llevando a cabo los diferentes estudios en Isla Clarión, y la necesidad de alojamiento una vez que inicie el proyecto de erradicación de conejo en la isla, se comenzó a gestionar con la CONANP y SEMAR la posibilidad de construcción de una estación biológica en la isla. Para octubre de 2021 se han tenido 3 reuniones con CONANP y SEMAR, donde se han involucrado la Dirección del PN Revillagigedo, y por parte de SEMAR: Sector Naval Isla Socorro, Sexta Región Naval, Sección Cuarta-Logística, Instituto Oceanográfico del Pacífico, y Sección de Operaciones del Estado Mayor. GECI propone la construcción de la estación biológica en el sitio donde la Compañía OPRINSA construyó tres bodegas, que han servido como dormitorios para el personal civil (Figura 26). Además, se contrató a un arquitecto para que hiciera los planos de la estación, considerando las características meteorológicas en la isla (Figura 27). En la última reunión, la SEMAR vio viable la construcción, sin embargo, está evaluando la forma de llevar los materiales a la isla, y por supuesto habrá que seguir los Protocolos de Bioseguridad para prevenir la introducción accidental de especies exóticas invasoras en el material de construcción.



Figura 26 Instalaciones de SEMAR en Isla Clarión. En el recuadro rojo se indican las instalaciones fabricadas por OPRINSA.



Figura 27 Propuesta de Estación Biológica de GECI para Isla Clarión.

Conclusiones

La visión a largo plazo es que las islas mexicanas prioritarias se encuentren totalmente libres de mamíferos invasores para 2030 y en pleno proceso de recuperación. Tanto el Archipiélago Islas Marías como el Archipiélago de Revillagigedo son de la más alta prioridad.

A la par de las campañas de erradicación, la bioseguridad insular es un componente clave en el largo plazo. Esto requiere de una amplia red de colaboración interinstitucional que se consolide en el tema y sea adoptada como un compromiso a escala nacional. Todo ello, más la valoración del territorio insular, requiere de ir acompañado de una amplia estrategia de aprendizaje y cultura ambiental con las comunidades locales

asentadas en las islas, y con los usuarios que dependen de ellas o las visitan. El que existan los Oficiales de Bioseguridad Insular ha demostrado ser necesario para la implementación sistemática de estrategias para prevenir y detectar oportunamente incursiones de especies exóticas invasoras. A la fecha, se han logrado la detección de incursiones de: 5 roedores, tres plantas, un ave, un reptil y el virus que causa EHVC-2; demostrando su importancia para proteger a los ecosistemas insulares. Todavía resulta necesario continuar impulsando la integración de la bioseguridad insular en las actividades regulares de las diversas áreas naturales protegidas insulares a nivel nacional. Con esto en mente, estamos activamente trabajando en la elaboración de un Programa Nacional de Bioseguridad Insular, que con visión a largo plazo, establezca los diversos arreglos de colaboración interinstitucional para que la implementación sistemática de la bioseguridad sea una realidad cotidiana.

Las islas brindan también grandes oportunidades para la investigación básica y aplicada. De hecho, la mayoría de las islas de México en este sentido han estado abandonadas desde hace siglos, de tal manera que hay numerosos casos en que los vacíos de datos científicos son enormes. Los monitoreos para establecer una línea base, y aquellos posteriores a la erradicación de especies exóticas, sirven para conocer la situación del ecosistema insular y plantear estrategias para su restauración.

Literatura

- Aguirre-Mendoza, Z. 2013. Guía de Métodos Para Medir la Biodiversidad. Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Aguirre-Muñoz, A., J.E., Bezaury-Creel, H. de la Cueva, I.J. March-Mifsut, E. Peters-Recagno, S. Rojas-González de Castilla y K. Santos-del Prado Gasca (Compiladores). 2010. Islas de México, Un recurso estratégico. Instituto Nacional de Ecología (INE), The Nature Conservancy (TNC), Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. (GECI), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)
- Aguirre-Muñoz, A., A. Samaniego-Herrera, C. García-Gutiérrez, L. Luna-Mendoza, M. Rodríguez-Malagón, y F. Casillas-Figueroa. 2005. El control y la erradicación de fauna introducida como instrumento de restauración ambiental: historia, retos y avances en México. Pp. 215-230. En: Sánchez Ó., E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez, y D. Azuara (eds.). Temas sobre restauración ecológica, Instituto Nacional de Ecología. México, D.F.
- Barrat, D.G. 1998. Predation by house cats, *Felis catus* (L.), in Canberra, Australia. I. Prey composition and preference. *Wildlife Research*. 24.
- Blackburn, T.M., P. Cassey, R.P. Duncan, K.L. Evans, y K.J. Gaston. 2004. Avian extinction and mammalian introductions on oceanic islands. *Science* 305:1955–1958.
- Bowen, L., y D. Van Vuren, 1997. Insular endemic plants lack defenses against herbivores. *Conserv Biol* 11:1249-1254.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., and Laake, J. L. 1993. Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. London: Chapman and Hall.

- Campbell, C., y J. Donlan. 2005. A review of feral goat eradication on islands. *Conserv Biol* 19:1362-1374.
- Crete, M., J-P. Ouellet and L. Lesage. 2001. Comparative Effects on Plants of Caribou/Reindeer, Moose and White-Tailed Deer Herbivory. *Arctic* vol. 54, no. 4. pp. 407-417
- CONANP-SEMARNAT. 2007. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biósfera Islas Marías, México.
- Comité Asesor Nacional sobre el Territorio Insular Mexicano. 2012. Estrategia Nacional para la Conservación y el Desarrollo Sustentable del Territorio Insular Mexicano. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Gobernación, Secretaría de Marina-Armada de México y Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. México, D.F. y Ensenada, B.C. 125 pp.
- Diamond, J.M. 1989. Overview of recent extinctions. Pages 37-41 En: D. Western y M.C. Pearl (Eds.). *Conservation for the twenty-first century*. Oxford University Press, New York.
- Ebenhard, T. 1988. Introduced birds and mammals and their ecological effects. *Swedish Wildl Res* 13:1-107.
- Forsyth D.M., Hone J., Parkes J.P., Reid G.H. y Stronge D. 2003. Feral goat control in Egmont National Park, New Zealand, and the implications for eradication. *Wildlife Research*, 30: 437-450.
- González-Hernández, M., M. Meiriño, y L. Costa. 2002. Efectos de las altas densidades de ciervo sobre la vegetación en el Parque Natural o Invernadeiro (Ourense). Implicaciones en su manejo y conservación. *Actas de la I Reunión sistema agroforestales-I Reunión espacios naturales. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* 14:129-134.
- González M. 2008. Estudio Florístico de isla María Cleofas, Nayarit. Informe final. Instituto Nacional de Ecología. México. 34 pp.
- Groombridge, B.E. 1992. *Global Diversity - Status of the Earth's Living Resources*. Compiled by the World Conservation Monitoring Center. Chapman y Hall, London, UK. 585 pp.
- INEGI. 2011. Catálogo del Territorio Insular. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Secretaría de Gobernación, Secretaría de Marina, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México y Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Documento no publicado (en revisión, 2011).
- Johnson, T.H., y A.J. Stattersfield. 1990. A Global Review of Island Endemic Birds. *The Ibis* 132:167-180.
- Jolly, G.M. 1965. Explicit estimates from captur-recapture data with both death and immigrationstochastic model. *Biométrica*, 52: 225-247
- León-de la Luz, J. L. y R. Domínguez-Cadena. 2006. Herbivory of feral goats on Espíritu Santo Island, Gulf of California, Mexico. *SIDA*, 22(2), 1135-1143.
- Lowe, S., M. Browne, S. Boudjelas, y M. De Poorter. 2004. 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database: Invasive Species Specialiste Group (ISSG), Species Survival Commission (SSC), International Union for Conservation of Nature (IUCN).

- Martin, G., Twigg, L. y Robinson, D. 1996. Comparison of the diet of feral cats from rural and pastoral Western Australia. *Wildlife Research*. 23: 475-484.
- McChesney, G.J. y Tershy, B. R. 1998. History and status of introduced mammals and impacts to breeding seabirds on the California Channel and northwestern Baja California Islands. *Colonial Waterbirds*.
- Mooney, H.A., y R.J. Hobbs (eds). 2000. *Invasive species in a changing world*. Island Press, Washington, D.C., U.S.A.
- Parkes J.P. 1990. Eradication of feral goats on islands and habitat islands. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 20: 297-304.
- Parkes J.P. 1993. Feral goats: Designing solutions for a designer pest. *New Zealand Journal of Ecology*, 17: 71-83.
- Parkes J.P., Macdonald N. y Leaman G. 2002. An attempt to eradicate feral goats from Lord Howe Island. Pp: 233-239. En Veitch C.R. & Clout M.N. (eds). *Turning the tide: the eradication of invasive species*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Pisanu P., Bayne P. & Harden R. 2005. Feral goats (*Capra hircus* L.) in the Macleay River gorge system, R. north-eastern New South Wales, Australia. II. Impacts on rainforest vegetation. *Wildlife Research*, 32: 111-119.
- Schuyler P.T., Garcelon D. y Escover S. 2002. Control of feral goats (*Capra hircus*) on Santa Catalina Island, California, USA. Pp: 412-413. En: C. R.Veitch y M.N.Clout, (eds). *Turning the tide: the eradication of invasive species*. World Conservation Union, Species Survival Commission, Invasive Species Specialist Group, Gland, Switzerland, and Cambridge. United Kingdom.
- Seber, G.A.F. 1982. *The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters*. Macmillan, N.Y.
- Wilson, D.E., 1991. Mammals of the Tres Marias Islands. *Bulletin of American Museum of Natural History* 206, 214-250.
- Wittmer, H.U., P. Corti, C. Saucedo & J.L. Galaz. 2010. Learning to count: adapting population monitoring for endangered huemul deer to meet conservation objectives. *Oryx* 44:516-522