

PLAN DE ERRADICACIÓN DE MAMÍFEROS EXÓTICOS INVASORES DEL ARCHIPIÉLAGO ISLAS MARÍAS



Preparado por: Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C.

Contribuciones de: Antonio Ortiz Alcaraz, Norma Castillo Huerta, Javier Góngora Salinas, Eva Benavides Ríos, Mariam Latofski Robles, Federico Méndez Sánchez (GECI) y Jorge Antonio Castrejón Pineda (CONANP).

Historial de versiones:

Versión	Fecha	Autor	Razón de cambio
2017-1.0	Septiembre 2017	Antonio Ortiz	Original
2017-1.1	Octubre 2017	Jorge Castrejón Pineda	Incorporación de sugerencias
2021-2.0	Octubre 2021	Mariam Latofski y Federico Méndez	Revisión y actualización

Cita de este documento:

Ortiz-Alcaraz, A., N. Castillo-Huerta, M. Latofski-Robles y F. Méndez-Sánchez. 2021. Plan de erradicación de mamíferos exóticos invasores del Archipiélago Islas Marías. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. La Paz, B.C.S., México. 37 pp.

Foto de la portada: Isla María Magdalena, Reserva de la Biosfera Islas Marías.

© GECI / J.A. Soriano

RESUMEN

La gran diversidad biológica que caracteriza al archipiélago Islas Marías se ha visto amenazada por la acción del hombre y la presencia de especies de fauna introducida. El Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. (GECI) llevó a cabo una serie de expediciones durante el 2007 y 2014-2020, donde se realizó un reconocimiento del archipiélago y se identificaron las especies de fauna exótica en tres de las islas, con el propósito de planear su erradicación. En el último monitoreo en la isla María Magdalena se identificaron venado cola blanca (alrededor de 400 individuos), cabras (más de 5 mil individuos), gatos (180 individuos) y rata negra. Fue notable el impacto observado del ramoneo de los herbívoros introducidos sobre el sotobosque (vegetación menor a 150 cm de altura) en la isla, así como la depredación y competencia directa por parte de gatos ferales y ratas sobre los mamíferos nativos, de los cuales no se encontró evidencia de su presencia, y aves, extremadamente vulnerables. Definitivamente, la restauración ecológica de la isla María Magdalema es una posibilidad real, pero para ello se requiere de una planeación cuidadosa, fondos suficientes y coordinación y apoyo interinstitucional. En este trabajo se propone la erradicación de venados, cabras y gatos con métodos que han resultado efectivos en otras islas de México, incluyendo María Cleofas, también parte del archipiélago islas Marías: cacería a pie, cacería nocturna, asistida con perros y helicóptero, trampeo, acarreo, uso de cercos, trampas y uso de cabras "judas"; trampeo, cacería nocturna y asistida con perros para el caso de gatos ferales. Con la rata negra se tendrá que hacer una evaluación más precisa de las poblaciones de pequeños mamíferos nativos y exóticos, ya que existe riesgo de afectación a especies no objetivo. Se estima que el proyecto de erradicación de venados, cabras y gatos tendría una duración de 5 años y un costo aproximado de un millón de dólares. Con la erradicación de esta fauna exótica se espera la recuperación de la vegetación y las poblaciones de fauna nativa.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
Antecedentes	7
Justificación	8
OBJETIVOS.....	10
PLAN DE TRABAJO.....	11
Factibilidad de erradicación de mamíferos exóticos	25
Mitigación de impactos	26
Manejo de riesgos	27
Bioseguridad	27
Cronograma	32
Presupuesto	34
Referencias	36

INTRODUCCIÓN

Las islas son ecosistemas de gran importancia para la biodiversidad del planeta. A pesar de su pequeño tamaño (cerca del 3% de la superficie terrestre) en comparación con las grandes masas continentales, albergan del 15 al 20% de todas las especies de plantas, reptiles y aves (Whittaker 1998). Se caracterizan por mantener un gran número de especies endémicas y ser importantes áreas de crianza para diversas especies de aves y mamíferos marinos (Tershy y Breese 1997). A pesar de la importancia de las islas, muchas de ellas han sido devastadas en todo el mundo por las actividades humanas, principalmente por la introducción de flora y fauna exótica, a tal grado que las extinciones de especies insulares son 40 veces más probables que las de especies continentales (Johnson y Stattersfield 1990). Aproximadamente el 75% de las extinciones animales han ocurrido en islas y la mayoría de estas han sido causadas por especies introducidas (Diamond 1989, Groombridge 1992).

Las islas del Pacífico mexicano revisten una gran importancia, ya que son reconocidas mundialmente por su alto grado de biodiversidad y por ser refugio de un número elevado de especies endémicas (Aguirre-Muñoz *et al.* 2011). Este conjunto de islas en particular brinda alimento, protección y zonas de reproducción tanto a plantas como a vertebrados terrestres y marinos. La elevada productividad de las aguas adyacentes provee un gran valor económico y social para el país. Desafortunadamente, compartiendo el panorama global, muchas islas mexicanas enfrentan el grave problema de la pérdida de biodiversidad por causas tales como la fragmentación y la modificación del hábitat, la deforestación y la introducción de especies exóticas.

Archipiélago Islas Marías

Frente a las costas del Estado de Nayarit, aproximadamente a 80 Km de Punta Mita, se encuentra el Archipiélago Islas Marías. Localizado en la zona tropical seca de México, entre las coordenadas geográficas 21° 42' y 21° 16' latitud norte y 106° 39' y 106° 12' longitud oeste, este sistema está conformado por cuatro islas principales: María Madre (144 Km²), María Magdalena (84 Km²), María Cleofas (25 Km²) y San Juanito (8 Km²) (Figura 1).

Las islas Marías son importantes desde el punto de vista de su biodiversidad, ya que presentan una enorme riqueza de especies de flora y fauna. Se ha documentado un total de 387 plantas vasculares, de las cuales 11 son endémicas para el archipiélago. En las islas se distribuyen 3 especies de anfibios y 24 de reptiles. Se considera un área importante para la conservación de aves, ya que cuenta con 157 especies y varias de ellas son endémicas a nivel de subespecie. En total, presenta 30 especies de fauna terrestre con alguna categoría de riesgo de extinción según la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales destacan 17 especies endémicas como el loro cabeza amarilla de las Tres Marías (*Amazona oratrix tresmariae*), el mapache de las Tres Marías (*Procyon insularis*) y el conejo de las Tres Marías (*Sylvilagus graysoni*) (SEMARNAT 2000). La presencia de numerosas especies de flora y fauna con carácter de endémicas así como los ecosistemas terrestres y marinos no alterados significativamente por la acción del hombre, le han valido al archipiélago para ser decretado como Reserva de la Biósfera en Noviembre de 2000, publicado en el Diario Oficial de la Federación.

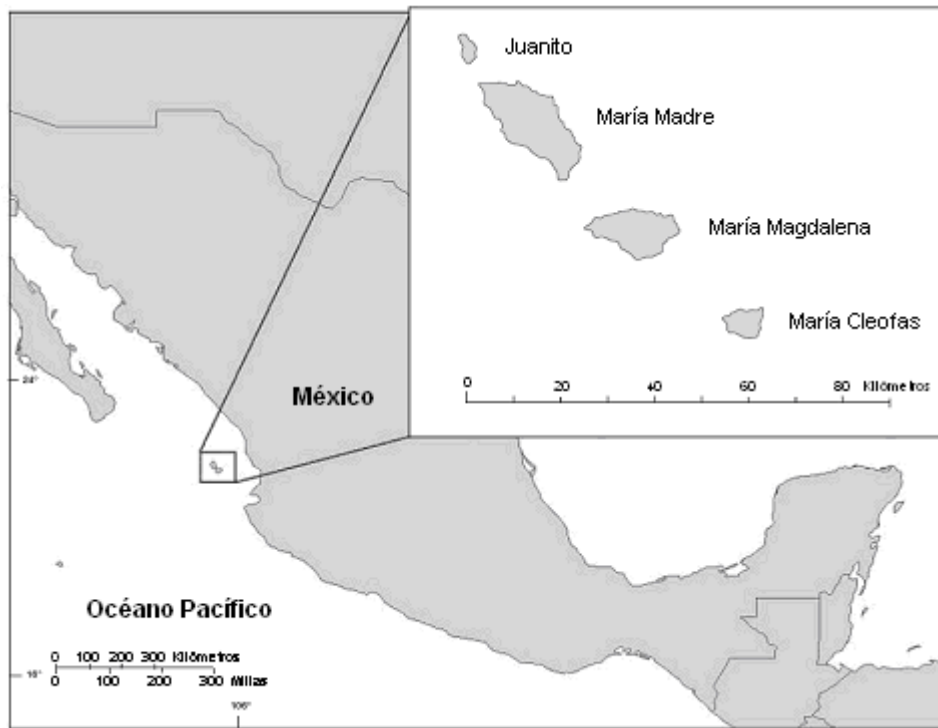


Figura 1. Mapa general con la ubicación del archipiélago Islas Marías

El clima del archipiélago se define como cálido-seco, con lluvias en verano y menos del 5% de la precipitación anual en invierno. Su temperatura media anual es de 24.9° C, con una precipitación media anual de 564.2 mm donde el 95% ocurre en sólo 5 meses (de junio a octubre), lo que hace de éste un clima extremoso.

Debido a la abundancia de recursos naturales, principalmente pesqueros y maderables, en el pasado hubo asentamientos humanos en todas estas islas. Sin embargo, a partir del establecimiento de la Colonia Penal Federal en la isla María Madre, se habitó con poco más de 3000 reclusos, el personal de seguridad y administrativos.

Impactos de los herbívoros introducidos en las islas

Desde la exploración europea hasta nuestros tiempos, cerdos, cabras (*Capra hircus*) y borregos (*Ovis aries*) han sido introducidos en las islas de todo el mundo por navegantes y pescadores para ser usados como fuente de alimento. Sin embargo, frecuentemente estos animales formaron poblaciones ferales, debido al abandono del hombre y la falta de un control natural en estos ambientes. Esto representa un problema, debido a que en muchos de los casos conocidos la biota de las islas oceánicas ha evolucionado en ausencia de herbívoros, careciendo de adaptaciones que disminuyan la herbivoría (Bowen y Van Vuren 1987). Es claro que 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 erosión del suelo y extinción de plantas (Parkes

1984; en Campbell y Donlan 2005). 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).

Dentro de los principales problemas ocasionados por la presencia del hombre en el Archipiélago Islas Marías se encuentra la introducción de especies de flora y fauna. Los herbívoros introducidos causan severos impactos sobre la flora — particularmente el caso de las cabras ferales (*Capra hircus*) y en menor grado el venado (*Odocoileus virginianus sinaloae*, Figura 2) —, además de resultar una competencia para los herbívoros nativos. Por su parte, gatos caseros (*Felis catus*) que se convierten en ferales así como ratas negras (*Rattus rattus*) son los principales causantes de la disminución de las poblaciones de mamíferos y aves nativas.



Figura 2. Venado cola blanca y cabras introducidas en Isla María Magdalena.

Antecedentes

Existen varios estudios realizados en las Islas Marías donde se ha señalado el impacto al medio ambiente y a las especies nativas debido a la introducción de especies domésticas (Wilson, 1991). En el año 2002, el Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. (GECI), realizó una evaluación preliminar sobre esta problemática (GECI, 2002). Tal estudio consistió en una serie de observaciones a partir de las cuales se determinaron patrones de distribución y abundancia de especies endémicas e introducidas. Los resultados obtenidos son alarmantes, particularmente el efecto negativo sobre los mamíferos terrestres por parte de cabras ferales, gatos ferales y ratas. Se reporta que la rata arrocera endémica (*Oryzomys nelsoni*) y una de las dos poblaciones de mapache endémico (*Procyon insularis*) están probablemente extintas. Por otro lado, de acuerdo a registros de 1976, no se ha vuelto a ver el tlacuache (*Tlacuatzin canescens*) y el ratón venado endémico (*Peromyscus madrensis*). También se documentó la disminución en algunas especies de aves endémicas, así como el efecto de pastoreo de las cabras sobre la vegetación baja.

Durante 2007, GECI, a petición y con recursos del Instituto Nacional de Ecología, llevó a cabo una serie de expediciones donde se realizó un reconocimiento del archipiélago y se

identificaron las especies de fauna exótica en tres de las islas, con el propósito de planear su erradicación. En isla María Magdalena se encontraron cabras (800 individuos), gatos y rata negra; en María Magdalena se identificaron venado cola blanca, cabras (4,500 individuos), gatos y rata negra; en María Madre, además del ganado introducido, se observaron en vida silvestre cabras, caballos, vacas, gatos y ratas negras. Fue notable el impacto observado del ramoneo de los herbívoros introducidos sobre la vegetación baja (menor a 150 cm de altura) en las islas, así como la depredación y competencia directa por parte de gatos ferales y ratas sobre los mamíferos nativos, de los cuales no se encontró evidencia de su presencia, y aves, extremadamente vulnerables. Definitivamente, la restauración ecológica de las islas mexicanas es una posibilidad real, pero para ello se requiere de una planeación cuidadosa, fondos suficientes y coordinación y apoyo interinstitucional.

Justificación

Una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en todo el mundo son las especies invasoras (Naranjo y Dirzo 2009; Vié *et al.* 2009), las cuales alteran los ecosistemas, afectan a las especies nativas, provocan severos daños a los servicios ambientales y a la salud pública, además de pérdidas económicas. De manera particular, el establecimiento de herbívoros, como cabras, cerdos, venados y borregos, ha tenido impactos ecológicos negativos significativos en los ecosistemas insulares (Van Vuren y Coblentz 1987).

La biodiversidad insular es especialmente vulnerable a las especies introducidas debido a que en estos ambientes hay una alta proporción de especies endémicas que carecen de mecanismos de defensa ante las especies exóticas con las cuales no coevolucionaron. Los efectos observados son la extinción en tiempos muy breves por competencia, depredación o patógenos (Primack 2002). Para la avifauna de las islas en particular, el riesgo de extinción es cuarenta veces más alto que para las especies continentales (Treviño *et al.* 2007). A nivel global, se han extinguido 804 especies, y 65 más se reportan como extintas en estado silvestre (Vié *et al.* 2009). Con base en la proporción de las superficies, la extinción de especies insulares ha sido entre 500 y 700% mayor que en el territorio continental (Baillie *et al.* 2004). Las especies invasoras están consideradas como la primera causa de pérdida de biodiversidad en el territorio insular (Aguirre-Muñoz *et al.* 2009). El 62% de los mamíferos, 88% de las aves, 54% de los anfibios, 86% de los reptiles y 68% de los moluscos reportados como extintos corresponden a especies insulares (Baillie *et al.* 2004). Muchas de las extinciones de aves en islas han sido resultado directo de la introducción de vertebrados exóticos (Butchart *et al.* 2006).

En el caso de las poblaciones introducidas de cabras ferales, estas se han establecido en un gran número de islas, siendo uno de los mamíferos exóticos más perjudiciales para la biota nativa de hábitats continentales como insulares. Estas alteran la cubierta vegetal y provocan la compactación del suelo, incrementado los procesos de erosión. Por su parte, la presencia de poblaciones de venado colablanca ha representado una amenaza para los procesos de regeneración natural del bosque. Al ser una especie herbívora especialista, los venados consumen exclusivamente las plántulas o partes nuevas de las plantas, así como las semillas lo cual disminuye o evita la regeneración del bosque, especialmente en zonas

deforestadas. Estos también favorecen la presencia de especies vegetales exóticas dentro del bosque debido a que dispersan más semillas hacia el bosque que desde el bosque. La depredación por gatos de especies nativas y endémicas insulares es una de las mayores amenazas para la biodiversidad del planeta y ha causado ya numerosas extinciones de especies de fauna insular (Iverson 1978, Jehl y Parks 1983, Mellink 1992, Veitch 2001, Tershy et al. 2002). Particularmente las aves son el grupo que mayores alteraciones ha experimentado, entre estas, las poblaciones de aves marinas han sufrido drásticas disminuciones en su abundancia debido a un efecto depredador (Fitzgerald et al. 1991, Keitt et al. 2002, Frenot et al. 2005). La literatura también menciona que algunas especies pequeñas de passeriformes y otras aves terrestres han sido afectadas negativamente por este depredador (McLennan et al. 1996, Veitch 2001).

En el caso específico de las islas Marías, los gatos y las ratas seguramente han afectado a las poblaciones de mamíferos nativos, a tal grado que en varias de las expediciones realizadas los últimos años no se hayan encontrado las especies nativas de roedores reportadas para María Cleofas (Cuadro I).

Cuadro I. Distribución y abundancia de mamíferos en las Tres Marías

Mamíferos	1897 (Nelson, 1899a)	1976 (Wilson, 1991)	2002 (Hebshi, sometido)	2007 (GECI)
<i>Sylvilagus graysoni</i>				
María Madre	Abundante	Baja cantidad	No estudiado	6 individuos
María Magdalena	Abundante	Baja cantidad	3 individuos	3 individuos
María Cleofas	Ocurre	Baja cantidad	Ausente	1 individuo
Juanito	Abundante	Abundante	Letrina antigua	2 individuos
<i>Peromyscus madrensis</i>				
María Madre	Abundante	Común	No estudiado	No encontrado
María Magdalena	Abundante	Ausente	Ausente	No encontrado
María Cleofas	Abundante	Abundante	Ausente	No encontrado
Juanito	Duda su existencia	Abundante	Ausente	No encontrado
<i>Oryzomys nelsoni</i>				
María Madre	Pequeñas poblaciones	No observado	No estudiado	No encontrado
<i>Procyon insularis</i>				
María Madre	Abundante	Presente	Presente	2 individuos
María Magdalena	Abundante	Ausente	Ausente	No encontrado

En las islas María Magdalena y María Madre, la vegetación baja, menor a los dos metros de altura se encontraba muy alterada en época de secas, pero esta situación no fue tan marcada en la época de lluvias, cuando la cantidad de alimento para los herbívoros introducidos aumentó con la proliferación de la hierba. Con relación a la isla María Cleofas,

María Magdalena presentó una mayor evidencia de forrajeo, esto debido a la mayor densidad de herbívoros presentes (Aguirre-Muñoz *et al.* 2007).

OBJETIVOS

Objetivo general

Elaborar una estrategia que permita lograr la erradicación tres de los mamíferos exóticos en las islas María Magdalena y María Madre.

Objetivos específicos

- Monitorear el estado actual de la población de cabras, venados y gatos introducidos y sus impactos en las islas María Magdalena y María Madre.
- Erradicar las poblaciones de cabras, venados y gatos en un plazo de 5 años.
- Implementar un programa de educación ambiental y difusión a nivel nacional para dar a conocer y crear conciencia sobre la problemática de las especies introducidas en el Archipiélago Islas Marías.

PLAN DE TRABAJO

La metodología de erradicación fue seleccionada con base en la experiencia obtenida en otros proyectos de restauración en México y por provocar el mínimo sufrimiento a los animales. Tomando la experiencia de otras islas se sabe que, en el caso de cabras y venados, el uso de SIG y tecnología de GPS, la implementación de individuos Judas y el uso de cacería con perros incrementan la eficiencia y reducen la duración de las campañas de erradicación.

Los gatos han sido erradicados de 49 islas en el mundo (Nogales et al. 2004, Aguirre et al. 2005). Sin embargo, las erradicaciones de gatos poseen un grado alto de dificultad (Veitch 1985, Veitch 2001), cuando se trata de islas de gran tamaño (Nogales et al. 2004), o de topografía y hábitat complejos.

Etapas Pre-erradicación

Desarrollo interinstitucional

Para llevar a cabo la erradicación de estas tres especies será necesario el desarrollo de un marco de colaboración interinstitucional. Es indispensable la participación de todas las dependencias de gobierno con un mandato vinculado al objetivo. Se deben involucrar en la revisión y adecuación de la estrategia a las instituciones gubernamentales, educativas y organizaciones de la sociedad civil, así como una campaña de concientización y difusión a la sociedad civil en las zonas de influencia a lo largo de todo el periodo de erradicación.

Procuración de fondos

Es necesario asegurar los fondos calculados para la erradicación, así como para la atención de los riesgos. Existen organizaciones internacionales con la capacidad e interés de apoyar este tipo de proyectos de conservación. Sin embargo, es necesaria la obtención de fondos complementarios, así como aportaciones en especie por las diferentes asociaciones e instituciones vinculadas a las islas Marías.

Estructuración del organigrama

Se trata de un marco de colaboración interinstitucional, con la participación de asociaciones civiles, dependencias de gobierno y universidades. Este arreglo ha dado un gran dinamismo en la toma de decisiones y en la implementación, sin perder el enfoque precautorio y el marco legal impuesto por la cobertura institucional a través de permisos y convenios de colaboración. A nivel organizacional del proyecto, debe definirse el encargado de cada una de las tareas, desde la obtención de los permisos y la logística, hasta el encargado del funcionamiento de los campamentos. Esto deberá definirse desde la primera etapa de planeación, en función de perfiles profesionales y técnicos predeterminados. En términos generales, el organigrama debe contener un Consejo Administrativo (Gobierno), Director y Coordinador de proyecto, así como un jefe para cada una de las actividades principales (Figura 3).

Director de proyecto. Responsable de la dirección general del proyecto. El enlace con el campo es a través del coordinador y el biólogo analista.

Coordinador de proyecto. Enlace entre la dirección de proyecto y personal de campo. Integración de la información proveniente de cada una de las zonas de trabajo.

Coordinador de logística. Encargado de resolver la logística para las expediciones incluyendo contratación de personal, avisos a autoridades, adquisición de insumos, etc.

Tramperos/Cazadores. Seis cazadores o técnicos de campo con experiencia en cacería de mamíferos y colocación de trampas.

Analista científico. El analista será el responsable de coadyuvar para la obtención de los datos de campo para su análisis. Con relación a datos es el enlace entre los tramperos, cazadores y manejadores de perros y el coordinador. Los resultados del análisis permitirán evaluar en tiempo real el avance en la erradicación y tomar decisiones en manejo adaptativo.

Manejador de caninos. Habrá cuatro manejadores de perros que trabajarán en colaboración con los cazadores, a) indicándoles las zonas de mayor actividad de los gatos para la colocación de trampas y, b) localizando animales para su sacrificio mediante cacería nocturna.



Figura 3. Organigrama base del proyecto de erradicación

Obtención de los permisos correspondientes

Una vez que se ha consensuado y aprobado la estrategia para la erradicación de mamíferos exóticos, se solicitarán por parte de la Dirección General de Vida Silvestre, de la SEMARNAT y del Organismo Administrativo Desconcentrado de Prevención y Readaptación Social, de la Comisión Nacional de Seguridad, los permisos requeridos para todas las actividades.

Adquisición de materiales y equipo

De acuerdo a la estrategia aprobada, se realizarán los listados de insumos. Todos estos deberán obtenerse antes del inicio de la erradicación. Entre otras cosas se requieren como equipos especiales:

Cuadro II. Equipos y materiales especiales para el proyecto de erradicación de venados y cabras.

Equipo	Uso
Collares de telemetría para cabras	Detección de manadas
Receptores de telemetría	Detección de manadas
Rifle de dardos tranquilizantes (opcional)	Captura de animales vivos
Trampas de cebo y lazos	Captura de animales vivos
Trampas de jaula (Tomahawk)	Captura de gatos
Transmisores de telemetría para trampas	Detección de trampas activas
Redes de caída (opcional)	Captura de animales vivos
Atrayentes sonoros	Atrayentes
Armas de fuego y municiones	Cacería terrestre
Collares GPS para gatos	Detección de zonas de tránsito
Tableta con antena Bluetooth	Recuperación de datos de collares
Trampas-cámara	Monitoreos biológicos
Equipo de campamento	Campamentos remotos

En las secciones subsecuentes se explica el uso de cada uno de estos equipos. Asimismo, y debido al tiempo que toma su entrenamiento, desde el inicio del proyecto se deberán adquirir los perros de muestra para cabras, venados y gatos. Para alguno de los equipos lleva un tiempo su fabricación; por ejemplo, los collares tienen un tiempo aproximado de entrega de 2 meses. En otros casos, la importación deberá ser un factor a considerar; los equipos de atrayentes sonoros exclusivos para gatos (Figura 4) se envían desde Australia.



Figura 4. izq. Transmisor telemetría para trampas; Der. Sistemas de atrayentes sonoros para gatos (FAP)

Desarrollo del sistema de información geográfica (SIG)

Es necesario el desarrollo de un sistema de información geográfica (SIG) que permita la planeación de la operación en campo. Con este SIG se llevará a cabo la zonificación de la isla para las diferentes fases del proyecto.

Desarrollo del modeo de confirmación de ausencia

Se refiere al desarrollo de un método (Rapid Eradication Assessment, REA) para confirmar la ausencia de venados y cabras, a través de los registros de los esfuerzos de captura y cacería. De esta manera se alimenta una serie de algoritmos que confirman estadísticamente la ausencia de venados y cabras por zonas durante la etapa de erradicación o en toda la isla post-erradicación. Se debe determinar qué información debe colectarse durante la operación en campo para alimentar el modelo de ausencia de individuos o confirmación de la erradicación desarrollado por Landcare Research, Nueva Zelanda (Luna Mendoza *et al.* 2008).

Campaña de educación ambiental

La educación ambiental con los usuarios de la isla (investigadores) y la población de las zonas de influencia (pescadores) será vital para el éxito del proyecto. Una vez que los usuarios estén conscientes del problema que representan las especies exóticas y reconozcan la necesidad de la erradicación de mamíferos exóticos en la isla, aun así es necesario el programa educativo para darles a conocer los detalles del proyecto y las implicaciones de sus actividades.

Actividades de difusión que se proponen llevar a cabo:

- Reuniones informativas y de concientización para explicar a la población y a los grupos sociales la necesidad de la erradicación de mamíferos exóticos.
- Colocación de carteles en las oficinas de la CONANP, en la ciudad de Mazatlán, Sinaloa.
- Spot de radio donde se explique el impacto de estas especies exóticas en la isla.
- Notas de prensa sobre la necesidad de erradicación de especies exóticas en el archipiélago Islas Marías.
- Elaboración de materiales de difusión: trípticos, carteles. Y juegos didácticos.

NOTA: De resultar conveniente y por decisión del gobierno, el proyecto puede ser aprobado y ejecutarse sin necesidad de una campaña de divulgación. De esta manera, se tendría un ahorro en costos y tiempos, además de evitar desacuerdos con las técnicas de erradicación a emplear.

Monitoreo de especies nativas y exóticas

Desde hace más de una década se han realizado monitoreos para estimar el tamaño y distribución de las poblaciones de mamíferos exóticos. Sin embargo, al iniciar formalmente con la erradicación será necesario actualizar dicha información para dirigir los esfuerzos de cacería y trampeo. El uso de trampas-cámara resulta una herramienta eficiente para el monitoreo de fauna. Mediante este método, se puede determinar la

abundancia de venados y cabras en diferentes zonas de la isla, de esta manera se enfoca el esfuerzo de captura hacia los sitios con mayor abundancia. De igual manera, la información que producen las cámaras sirve para alimentar el algoritmo de confirmación de ausencia (RAE). Un opción para la isla María Magdalena, considerando su tamaño y topografía, así como el desplazamiento de los mamíferos exóticos, sería instalar una serie de 60 trampas-cámara (10 en cada subzona), las cuales se deberán dejar activas durante 5 noches consecutivas, y repetir el monitoreo cada 3 meses (Figura 5). De esta manera, se tendrá un esfuerzo de monitoreo de 300 trampas-noche por trimestre, 1200 trampas-noche al año.

Asimismo, aún cuando se cuenta con varios estudios sobre la vegetación de la isla, es necesario realizar un monitoreo pre-erradicación que contemple la documentación y análisis de los impactos de estos herbívoros sobre la vegetación nativa, para lo cual se analizará la información satelital y se continuará con el monitoreo de transectos establecidos en la isla.

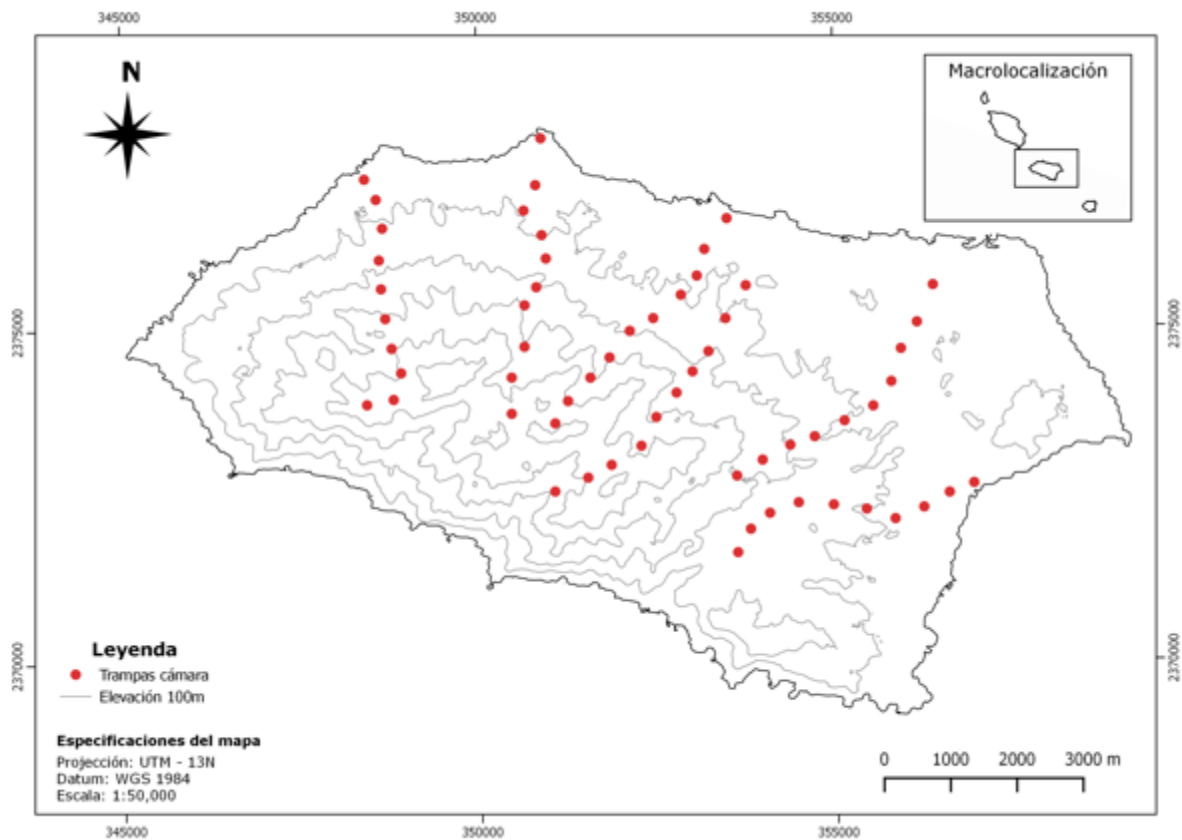


Figura 5. Transectos de trampas-cámara propuestos para el monitoreo trimestral de mamíferos exóticos en Isla María Magdalena.

Captura de cabras para individuos "Judas".

Con las cabras, al ser una especie gregaria, los collares de telemetría servirán para identificar manadas remanentes o para determinar zonas de forrajeo. Mediante el uso de redes, corrales, rifles de dardos tranquilizantes y trampas de cepo, se capturarán 12 ejemplares vivos. Se les colocarán radio-collares, serán liberados en los mismos sitios de captura y deberán ser monitoreados mediante sistemas de telemetría cada dos meses. Es recomendable que se trabaje con hembras, las cuales podrán ser inducidas al estro para atraer a los machos.

Captura de gatos y colocación de collares GPS

Se capturarán 5 individuos ferales a los cuales se les colocarán radiocollares con GPS. Los radiocollares estarán provistos con una batería que durará 12 meses. Estos individuos se capturarán en diversas zonas de la isla y serán de ambos sexos y edades, ya que existen variaciones significativas obedeciendo a estas características. Los individuos serán rastreados previo a la erradicación para ubicar su ámbito hogareño. Esta información ayudará a calibrar y ajustar la distribución propuesta de las trampas en las islas.

Etapa de erradicación

Entrenamiento de personal.

Los cazadores/tramperos deberán tener un entrenamiento en campo, conocer del sitio de trabajo, ser instruidos en el manejo de la tecnología necesaria para la erradicación: mapas, geoposicionador, telemetría, primeros auxilios, comunicación, etc. Por otro lado, el entrenamiento en las técnicas de cacería y trampeo dirigidas a gatos será un tema importante del entrenamiento. Esto incluirá la puesta de trampas, uso de atrayentes para las mismas y cacería nocturna con spotlights. Asimismo, se capacitará al personal en la toma de datos para alimentar el modelo de confirmación de ausencia.

Instalación de campamentos.

La isla María Magdalena deberá dividirse en al menos tres zonas (este, centro y oeste), sobre todo para la fase de cacería y trampeo y el uso de perros indicadores. Al menos se contará con dos campamentos simultáneos, para el trabajo en 2 de las 3 zonas. Cada campamento deberá contar con la infraestructura para albergar a cinco personas. Deberá contar con dos albergues temporales, prefabricados con al menos un sistema de panel solar. Asimismo deberá contar con su propio sistema de comunicación (radio). En el caso de la isla María Madre, se dividirá en 5 zonas (norte, sur, este, centro y oeste).

Entrenamiento de perros.

Toda vez que los perros recibirán un entrenamiento previo, es importante que se acostumbren al manejo con una persona, estos pueden ser los cazadores más experimentados. Por otro lado, los perros deben tener un entrenamiento en el sitio, para que aprendan a distinguir los rastros y diferenciar a la especie objetivo de las no objetivo.

Deben de ser especialistas en la búsqueda de rastros de venados, cabras y gatos, ya que serán la clave para localizar a los últimos individuos. Las razas Pointer inglés y Braco alemán, han resultado buenas opciones en climas cálidos.

Captura viva de cabras y venados

En el caso de ser requeridas cabras por parte de la CONANP o venado cola blanca, para su mejorar poblaciones en continente, ya sea en un área natural protegida (ANP) o en una Unidad de Manejo Ambiental (UMA), se puede planear la captura de algunos ejemplares. Para ello se emplearían redes de caída, rifles de dardos tranquilizantes, corrales y jaulas. En la Figura 6 se presentan los sitios que se proponen para la captura de venados y cabras en la isla María Magdalena.

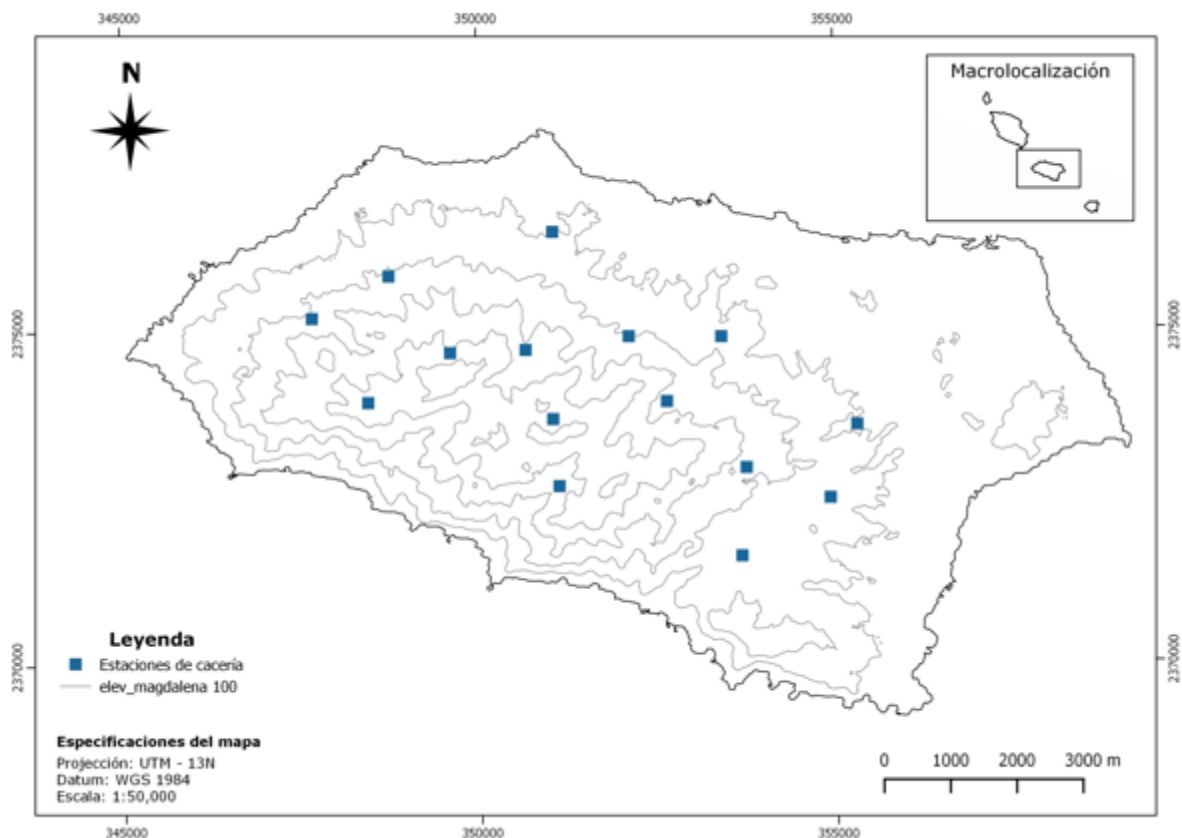


Figura 6. Áreas de cebadero/cacería para la captura de venados y cabras.

Cacería terrestre de cabras y venados

Esta actividad deberá ser realizada por personas con experiencia en el manejo de armas y cacería, bajo la coordinación de personal especializado.

- Las islas se dividirán en diversas zonas de trabajo, con un área de cebadero/cacería cada una (Figura 6). Se contará al menos con 2 equipos en la isla, cada uno estará conformado por 2-3 cazadores y 2 ayudantes. En los sitios donde se esté trabajando, los animales serán cebados durante una semana con fruta, sales atrayentes con aroma (venados) y alfalfa. Durante los siguientes días los cazadores acecharán a los animales en ciegos artificiales o sillas en árboles (Figura 7).
- Una vez que los venados y cabras ya no se acerquen a las áreas de cebado, se usarán perros de muestra (Figura 8) para la localización de sus rastros. La cacería con perros ha demostrado ser más efectiva que aquella donde no se emplean.
- Se realizarán arrees de sur a norte por parte de los ayudantes, apoyados por perros, y los cazadores esperarán en sitios estratégicos de la isla.
- La cacería se llevará a cabo con escopetas cal. 12, con cartuchos 0B o 00, de preferencia semiautomáticas y provistas con mirilla. De ser requeridos tiros de larga distancia se podrán emplear rifles de calibre igual o superior al .222, preferentemente semiautomáticos y provistos de mira telescópica.



Figura 7. Izq. "Ciego" en forma de tienda; Der. Silla o estante para arbol.



Figura 8. Perros empleados para la localización de fauna nativa y exótica en islas mexicanas (raza Braco alemán).

- La cacería terrestre, además, estará apoyada por la localización de las cabras Judas mediante los equipos de telemetría, quienes se habrán agregado en manadas durante la temporada de reproducción y crianza.
- En la mayoría de los casos, cuando la topografía lo permita, los animales sacrificados serán enterrados.
 - Los ayudantes, preferentemente con conocimiento de la isla, se encargarán de enterrar los cadáveres.
 - La CONANP y organizaciones de la sociedad civil pueden buscar programas para apoyar con remuneración económica al personal que esté trabajando en esta etapa del proyecto. Dependiendo de las actividades, pueden participar voluntarios.

Esta etapa tendrá una duración aproximada de 36 meses en cada isla.

Trampeo y cacería de gatos

El trampeo y la cacería serán herramientas clave para la erradicación de gatos. El personal constará de un jefe de cazadores, dos cazadores/tramperos y dos cazadores con perros indicadores por equipo. Trabajarán dos equipos simultáneamente en cada isla (10 personas en total por isla). El énfasis de esta estrategia es tratar toda la isla de manera simultánea para la captura de todos los individuos, esto durante los 36 meses de cacería y trampeo, dentro de periodo de 3 años que llevará la fase de erradicación. La cacería se llevará a cabo con rifles de alto poder (calibre .22 magnum o .222) provistos de mira telescópica. La cacería podrá ser diurna o nocturna. El trampeo se llevará a cabo con trampas Victor Oneida

de cojinete de hule (#1 ½). Como carnada para las trampas se utilizarán atrayentes comerciales, en particular aquel que haya mostrado ser más efectivo.

Los métodos de trabajo seleccionados han sido probados y considerados como altamente efectivos en ecosistemas insulares (Courchamp y Cornell 2000; Wood *et al.* 2002; Campbell *et al.* 2011). A continuación, se describen los detalles:

1. Captura con trampas de cebo o resorte (Oneida Victor Soft Catch No. 1 y 1 ½), cebadas con atrayentes olfativos (Selfish bait for cats y molienda de mariscos) y auditivos (Felid-Attracting Phonic FAP by Westcare Electronics).

2. Captura con trampas de jaula o caja (Tomahawk Mod. 207, medidas 32x10x12”), usando el mismo tipo de atrayente que para las trampas de cebo.

3. En la medida de lo posible, equipar las trampas con transmisores de telemetría (ej. M4010, Mammal Trap Monitor, de Advanced Telemetry Systems), que facilitan y agilizan la labor de revisión de trampas diariamente.

Las trampas cebo sencillas serán ubicadas en las inmediaciones de los campamentos y en las zonas de trampeo propuestas (Figura 9); las trampas serán revisadas diariamente a primera hora de la mañana (7-10 am). Las trampas cebo adaptadas con transmisores de telemetría serán ubicadas en las zonas con topografía accidentada; serán revisadas con el receptor de telemetría diariamente y procesadas cuando se detecte su activación. Las trampas con transmisores tendrán que ser cebadas al menos una vez por semana.

4. El sacrificio de los animales capturados será por medio de inyección letal (anestésico de uso veterinario) o arma de fuego calibre .22 o .222.

- a) Inyección letal. Se someten los animales mediante una red o lazo, se inyecta una dosis de anestesia (Ej. Zoletil) vía intramuscular. Una vez que se inmoviliza el animal se inyecta una dosis de Cloruro de Potasio o Pentobarbital en el corazón para producir un paro cardíaco.

- b) Pistola de fuego o aire. Disparo a 30 cm del animal entre las zonas parietal y temporal del cráneo.

5. Cacería nocturna con rifles utilizando luces brillantes (faros o spotlight) para localizar a los gatos. Los rifles deberán ser calibre .22 magnum o .222 provistos de mira telescópica o escopeta calibre 12.

6. Perros indicadores entrenados para localizar gatos ferales para posteriormente ser eliminados con trampas o cacería.

7. Una vez que los individuos son capturados se les toman las medidas morfométricas estándares, colecta de endo y ectoparásitos, así como el contenido estomacal para su posterior análisis.

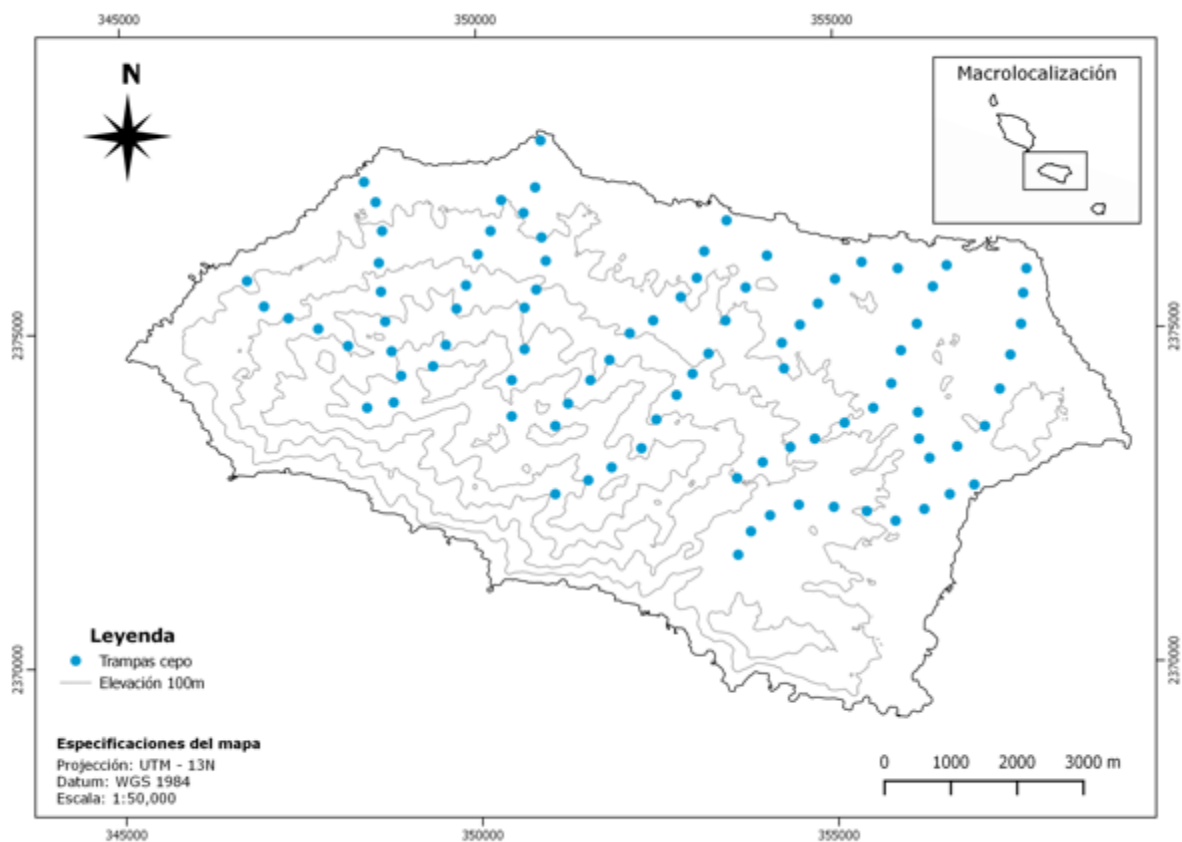


Figura 9. Zonas de trampeo de gatos ferales.

**Confirmación aérea (de ser requerida)*

Tras la cacería terrestre es probable que algunas cabras y venados aislados se dispersen a las partes altas y escarpadas de las islas, de muy difícil acceso. El riesgo para las personas es mayor en estos sitios. Para ello, de ser necesario y resultar viable, se requerirá el uso de un helicóptero para la búsqueda de los individuos remanentes y la confirmación de ausencia en las distintas zonas de trabajo, principalmente cantiles. En el caso de encontrar animales en zonas inaccesibles, serán sacrificados desde el aire por personal altamente capacitado.

- El período ideal para comenzar la confirmación aérea es en abril, cuando se presentan las condiciones logísticas y climáticas favorables para el uso de helicóptero, además de que la temporada de secas permite ver entre los árboles desde el aire (Figura 10). Se utilizará un helicóptero, preferentemente de turbina (tipo MD 500, Bell 206 o equivalente) o de pistón (tipo Robinson o equivalente) para la búsqueda de animales y/o como plataforma de cacería.
- En el caso de ser requerido el sacrificio desde el aire, se emplearán escopetas semiautomáticas calibre 12 con cartuchos 0B.
 - Debido a las condiciones topográficas de la isla, los animales sacrificados desde el aire difícilmente podrán ser recuperados o enterrados. Cuando la

topografía lo permita y sin poner en riesgo al personal, podrán recuperarse algunos individuos o llegar hasta ellos para enterrarlos o encalarlos. En la mayoría de los casos los pocos cuerpos se desecarán rápidamente en sitios alejados de las playas, y no representaría un foco de infección.

Se calcula un tiempo aproximado de 15-20 horas de helicóptero para sobrevolar la isla María Magdalena, y cerca de 50 horas para sobrevolar la isla María Madre.



Figura 10. Fotografía aérea de la isla María Magdalena donde se observan cabras

Disposición de cadáveres

Siempre que sea posible, debido a las condiciones del terreno, los cadáveres deberán ser cubiertos con cal y enterrados. En las zonas con roca expuesta, deberán ser transportados a las fosas identificadas más cercanas. Es muy importante que los animales no queden expuestos, pues podría interferir con el trabajo de búsqueda de los perros de muestra.

Etapas Post-erradicación

Confirmación de la erradicación

Una vez erradicada la población de cabras y venados, se harán visitas trimestrales durante el siguiente año. Se localizarán los animales Judas, desde entonces apodados Centinelas, para confirmar la ausencia de cabras remanentes.

Se continuará con el monitoreo de los transectos de trampas-cámara, ahora de manera semestral, para confirmar que no se detecten venados, cabras o gatos en las cámaras. El modelo de confirmación de ausencia RAE será capaz de sugerir, con un 90% de confianza, que la isla está libre de estos herbívoros durante los primeros 6 meses después de haber iniciado la etapa de confirmación.

Monitoreo de flora post-erradicación

Servirá para documentar la recuperación de las comunidades vegetales en ambas islas. Se repetirá el protocolo empleado en la línea base que se desarrollará previo al inicio de la erradicación.

Monitoreo de fauna nativa

Los mismos estudios de línea base realizados en la etapa pre-erradicación deberán repetirse una vez que concluya la etapa de erradicación. Lo anterior para evaluar la respuesta de las poblaciones de reptiles y aves a la ausencia del depredador introducido.

Factibilidad de erradicación de mamíferos exóticos

De acuerdo a Parkes (1990) y Bomford y O'Brian (1995), para llevar a cabo una erradicación deben cumplirse cinco criterios:

- a) Todos los individuos deben ser puestos en riesgo.
- b) La tasa de mortandad excede la tasa de reclutamiento.
- c) La probabilidad del restablecimiento de la especie es cercana a cero.
- d) El proyecto es socialmente aceptado por la comunidad involucrada.
- e) Los beneficios del proyecto sobrepasan los costos.

A partir de la experiencia obtenida a lo largo 20 años de erradicaciones de herbívoros en México, se puede concluir que la erradicación de venados, cabras y gatos ferales en las islas María Magdalena y María Madre es factible, de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- Se conoce la distribución aproximada de cabras y venados, a través de los estudios que han realizado investigadores y guardaparques.
- Se ha comprobado que la cacería terrestre es un método muy efectivo para la erradicación de estos mamíferos. El uso de perros de caza será de vital importancia para localizar a los animales en las zonas elevadas y de difícil acceso. Así también, se sabe que los individuos "Judas" han funcionado en estos casos agregándose a las manadas remanentes.
- El personal de Conservación de Islas está familiarizado con estas islas y con las técnicas propuestas en este documento. Además, se plantea la participación de expertos y especialistas, quienes abonarán a la obtención de los resultados.
- El equipo de trabajo ha tenido la experiencia en 58 proyectos de erradicación en 36 islas de México, de los cuales 10 han sido erradicaciones de herbívoros ferales.

Limitaciones

Clima.

Para evitar las dificultades inherentes al clima, las campañas de erradicación debieran de realizarse en la temporada de menor precipitación, entre los meses de noviembre a junio. Es importante que el personal técnico cuente con el equipo apropiado para el trabajo en este tipo de ambiente; deberá usar calzado y ropa apropiados durante la temporada de lluvia. El uso de trampas tipo cepo para la captura de gatos ferales estará limitado por la lluvia.

Tamaño y topografía.

La erradicación de herbívoros en islas de mayor tamaño (isla Guadalupe e isla Socorro) confirma que la erradicación de cabras y venados es posible empleando los métodos propuestos. Cuando se dificulte la captura y cacería terrestre en las zonas elevadas y de difícil acceso (acantilados), se propone el empleo de helicóptero para buscar a los últimos animales. Sin embargo, el costo del uso de ésta técnica es alto y requiere un preciso nivel

de planeación y organización, además del apoyo de diversas instituciones en lo referente a permisos, logística para llevar la aeronave a la isla y facilidades para hacer el trabajo eficientemente.

Especies nativas.

En lo que refiere a la cacería como método de erradicación, no existe riesgo alguno para las especies nativas o endémicas. El método es muy selectivo y no hay especies nativas que puedan confundirse con las especies objetivo. Con el uso de trampas de cebo, empleadas para la captura de gatos, existe el riesgo de capturar fauna nativa, como conejos o mapaches endémicos. Para evitar esto, se pueden hacer pruebas con sistemas sonoros, como FAP (Figura 3), específicos para gatos ferales. Además, con el uso de sistemas de telemetría, puede conocerse rápidamente las trampas que han sido activadas, logrando así la liberación inmediata de fauna no objetivo.

Permisos y apoyo logístico.

Se requerirán permisos de parte de la DGVS de la SEMARNAT, la No Objeción por parte de CONANP, aunque actualmente se cuenta con un oficio de parte de esta dependencia para la erradicación de cabra y gato feral en la isla María Cleofas, así como el control de fauna semi-doméstica en Isla María Madre. Sin embargo, también será necesario el apoyo de la SEMAR para el ingreso con armas de fuego, materiales y equipo a las islas. Es importante contar con el apoyo en el más alto nivel de gobierno.

Mitigación de impactos

Para evitar una perturbación significativa en el ecosistema al llevar a cabo las acciones propuestas, además de las consideradas en la declaratoria y el Plan de Manejo de la Reserva de la Biósfera Islas Marías, se deberán seguir las siguientes recomendaciones, previamente acordadas con la Dirección del Área:

- Establecer un campamento principal, en una zona que permita el desarrollo y continuación de las actividades de investigación en la isla.
- Establecer campamentos de bajo impacto cerca de los arroyos o mesetas más alejadas, solo para pernoctar.
- Determinar las veredas que se emplearán para el paso del personal y el acarreo de animales a las playas. Se emplearán senderos para evitar un impacto a la vegetación.
- Contar con las instalaciones adecuadas para cubrir las necesidades del personal en la isla. Definir el número de participantes que podrán participar durante cada temporada.

Manejo de riesgos

Políticos

Los riesgos de que el clima político cambie durante los 5 años de la eventual campaña de erradicación siempre existen. Este riesgo se minimiza con una buena planeación con relación a todos los permisos necesarios durante la operación. El diálogo entre las autoridades y con los ejecutantes del proyecto es fundamental. Es vital también que existan el compromiso y respaldo por parte de todas las dependencias gubernamentales involucradas en la operación, en particular aquellas cuyo mandato sea el de conservación y salud ambiental.

Personal

Deberá contarse en todo momento con planes de contingencia y personal capacitado para atender las emergencias médicas. El riesgo de una contingencia médica será alto, dado la alta complejidad de la operación. Todo el personal contará con seguro médico, que en caso de emergencia permitirá la salida expedita de la isla María Magdalena hacia un centro médico.

Se deben de tomar medidas de seguridad sobre todo en las etapas donde se empleen armas de fuego:

- Debe de haber una coordinación con proyectos de investigación u otros trabajos de conservación que se realicen al interior de las islas, trabajando en diferentes zonas, garantizando que no haya traslape con las actividades de erradicación. De ser posible, limitar el acceso a 500 metros de la línea de costa mientras se realiza la cacería terrestre.
- Se debe de contar con un plan de emergencia para la isla. Es indispensable determinar y contratar un servicio de extracción rápida en el caso de algún accidente.
- Se debe de contar con un paramédico de tiempo completo.

Bioseguridad

Se refiere a las políticas y medidas adoptadas para proteger los ecosistemas insulares de las especies invasoras (Russell *et al.* 2008). La Reserva de la Biosfera Islas Marías cuenta con un primer borrador de Protocolo de Bioseguridad Insular (PBI) que incluye las medidas a seguir para prevenir la introducción de especies, y para la reacción rápida en caso de que se identifique alguna incursión no deseada. Por lo tanto, el presente plan de erradicación está enfocado a la implementación de las medidas de bioseguridad descritas, en el equipamiento necesario para una reacción rápida y en la adecuada difusión de las medidas de bioseguridad para todo el personal de la isla. La

implementación del plan estará a cargo del personal de CONANP, con el apoyo de la SEMAR y GECI.

Durante el proyecto de erradicación el número de personas, embarcaciones/helicópteros y el material transportado llegando a la isla será mayor de lo habitual, por lo que se tomarán precauciones extras. Dentro de los posibles vectores de introducción de EEI mencionados en el PBI e identificados en campo, se encuentran:

Vectores y sus medios de introducción

❑ Embarcación mayor (autoridades)

Medios de introducción:

- Equipaje: maletas, mochilas, cajas, bolsas, costales, etc.
- Recipientes con víveres: cajas, bolsas, hieleras, jabas, etc.
- Vehículos: motocicletas, embarcaciones.
- Materiales de construcción.
- Equipos y materiales diversos: investigación, restauración, herramientas etc.

❑ Helicópteros

Medios de introducción

- Equipaje: maletas, mochilas, herramientas.
- Accesorios de la aeronave

❑ Personal humano

Medios de introducción:

- Ropa y calzado personal.
- Equipo de acampar: casas de campaña, bolsas de dormir, cajas con equipo.

Vectores	Acciones preventivas en continente	Acciones preventivas en isla
Embarcaciones menores	<ul style="list-style-type: none"> - La embarcación deberá de fumigarse periódicamente para evitar la presencia de pestes. - Antes de embarcar, se debe revisar la embarcación en busca de rastros de roedores, insectos y reptiles, así como semillas. - Si la embarcación permanece en el muelle, colocar guardacabos. - Antes de partir deberá desinfectarse con una solución de cloro al 10% o de ácido acético (vinagre) al 2%. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los residuos orgánicos que se generen se deben regresar al continente. Deben mantenerse en contenedores cerrados durante el viaje. - En caso de observar una especie exótica durante el traslado, se debe eliminar antes de llegar a la isla. - De ser posible no amarrar la embarcación directamente en la isla o dejarla en la playa. Utilizar boyas si hay

	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar periódicamente el casco de la embarcación con la finalidad de mantenerlo libre de especies marinas adheridas (bioincrustaciones). En caso de encontrar especies incrustadas, deberán retirarse del casco y desecharse en contenedores de basura. - Revisar que no haya algas en el motor u otras áreas sumergidas. En caso de encontrarse, deberán retirarse y desecharse en contenedores de basura. - Se deberán cubrir sitios donde se pueda acumular agua. Evitar el estancamiento de agua. 	<p>disponibles.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evitar viajar de noche, ya que los roedores y algunos insectos son más activos a esa hora.
Vehículos terrestres	<ul style="list-style-type: none"> - Lavar llantas y carrocería para remover lodo y especies vegetales que pudieran estar atoradas. - Desinfectar llantas y carrocería con cloro al 10%. - Revisar el motor en busca de animales escondidos. - Limpiar el interior del automóvil. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenerse dentro de los senderos autorizados por CONANP.
Ropa	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar la ropa antes de subir a la embarcación. Poner especial atención en las costuras, sobre todo si tiene velcro, buscar pequeñas semillas. - Antes de partir a la isla, desinfectar la ropa que se lleva puesta y el exterior de las mochilas con una solución de ácido acético (vinagre) al 2% o Lysol en aerosol. 	
Calzado	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar el calzado para asegurarse de no llevar semillas o lodo. Poner especial atención en las agujetas y suela. - Si están disponibles en el sitio, utilizar las estaciones de limpieza de calzado. - Cepillar las suelas para remover tierra y semillas y desinfectarlas 	<ul style="list-style-type: none"> - Las actividades de caminata o senderismo se deben de realizar sólo en los senderos autorizados por la CONANP. - Se debe desinfectar con vinagre al 2% cada vez que se deje un sitio y se suba a la embarcación para moverse a otro.

	con una solución de ácido acético (vinagre) al 2% o Lysol.	
Cajas transportadoras de material y equipo	<ul style="list-style-type: none"> - Llevar todo el material y equipo requerido en cajas de plástico con tapa. - Revisar que las cajas se encuentren en buen estado. Si una caja no se puede cerrar propiamente o tiene algún agujero, es mejor no utilizarla. Evitar el uso de cajas de cartón. - Lavar las cajas y tapas antes de utilizarlas, dejar que sequen por completo. - Revisar las hendiduras de las agarraderas en busca de nidos de insectos. - Desinfectar las cajas con una solución de cloro al 10% o vinagre al 2%. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener las cajas bien cerradas en todo momento. - Si se viaje directamente a otra isla, volver a revisar exhaustivamente las cajas.
Equipo de acampar (tiendas de campaña, sleeping bags, toldos, sillas).	<ul style="list-style-type: none"> - Lavar todo el equipo de acampar antes de cada visita, si es posible con agua caliente. Es importante dejarlas secar por completo antes de guardarlas. - Remover cualquier residuo de tierra que haya dentro de la casa de campaña. - Asegurarse de que ningún objeto lleve tierra o semillas. Poner mayor atención en costuras, bolsas y cierres que utilicen velcro. - Desinfectar todo el equipo con ácido acético (vinagre) al 2%. - Guardar todo el equipo de acampar en cajas de plástico con tapa. - En caso de llevar tanques de gas, revisar en busca de insectos, tierra, hongos. Poner especial atención en las hendiduras y la parte de debajo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener la zona de campamento limpia para evitar atraer a la fauna. - Mantener en todo momento el equipo en cajas de plástico cerradas. - Mantener la casa de campaña cerrada.
Tanques de combustible y	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión visual en busca de insectos, tierra, hongos. Poner especial atención en las 	

agua	<p>hendiduras y la parte de debajo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lavar y desinfectar los recipientes donde se llevan combustibles o agua. 	
------	--	--

La implementación de acciones será reforzada con la impartición de pláticas de bioseguridad a todo el personal que llegue a la isla, esto con la finalidad de generar conocimiento y capacidades de reacción ante una incursión de especies invasoras.

Cronograma

De contar con los permisos y fondos necesarios, la ejecución del proyecto tendrá una duración aproximada de 5 años, considerando línea base, cacería aérea, cacería terrestre y trampeo. Adicionalmente, se deben de considerar dos años más para realizar monitoreos de confirmación de ausencia.

A continuación, se muestra la propuesta de actividades para la isla María Magdalena:

[illegible]

Etapa de erradicación														
Entrenamiento de personal														
Instalación de campamentos														
Entrenamiento de perros														
Captura viva de cabras y venados														
Cacería aérea														
Cacería terrestre de cabras y venados														
Trampeo y cacería de gatos														
Etapa post-erradicación														
Confirmación de ausencia de cabras														
Confirmación de ausencia de gatos														
Monitoreo de flora y fauna nativa														

En el caso de la isla María Madre, la erradicación de cabras y gatos tendría una duración de 6 años, considerando 1 año adicional en la etapa de cacería terrestre y trampeo.

Presupuesto

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo por unidad	Total USD
Etapa Pre-erradicación (6 meses)				
Personal				
Director de Proyecto	Meses	3	2,200.00	6,600.00
Lider de cazadores	Meses	3	1,500.00	4,500.00
Cazadores/tramperos (2)	Meses	3	1,700.00	5,100.00
Técnicos de campo (3)	Meses	3	2,100.00	6,300.00
Biólogos de campo (4)	Meses	3	3,200.00	9,600.00
Analista	Meses	3	900.00	2,700.00
Viaje (viáticos + comidas en isla)	Viajes	3	6,000.00	18,000.00
Equipo para cazadores	Set	8	800.00	6,400.00
Municiones	Cajas	20	800.00	16,000.00
Treestands	Equipo	6	400.00	2,400.00
Ciegos de cacería	Equipo	6	250.00	1,500.00
Redes de caída	Equipo	1	5,000.00	5,000.00
Rifle de dardos	Equipo	1	4,000.00	4,000.00
Perros de caza (2 aromas)	Perros	3	4,000.00	12,000.00
Equipos de campamentos	Set	2	4,000.00	8,000.00
Equipos GPS y de comunicación	Equipo	8	500.00	4,000.00
Atrayentes	Cajas	20	100.00	2,000.00
Trampas-cámara	Equipo	70	200.00	14,000.00
Trampas de cebo	Equipo	100	50.00	5,000.00
Trampas de jaula	Equipo	30	80.00	2,400.00
Transmisores para trampas	Equipo	130	120.00	15,600.00
Collares telemetría cabras	Equipo	12	400.00	4,800.00
Collares GPS	Equipo	5	1,200.00	6,000.00
Imagen satelite isla Ma Magdalena	Imagen	1	2,500.00	2,500.00
Equipo de primeros auxilios	Set	2	600.00	1,200.00
Materiales para captura de cabras	Set	1	1,500.00	1,500.00
Gestión de permisos	Varios	1	1,000.00	1,000.00
Material de difusión	Lote	1	4,000.00	4,000.00
Subtotal etapa				\$172,100.00
Etapa de Erradicación (3 años)				
Personal				
Director de proyecto	Meses	24	2,200.00	52,800.00
Coordinador de proyecto	Meses	24	1,500.00	36,000.00

Líder de cazadores	Meses	36	1,500.00	54,000.00
Cazadores/tramperos (4)	Meses	36	3,400.00	122,400.00
Cazadores/manejadores perros (3)	Meses	36	2,700.00	97,200.00
Helicóptero + combustible	Horas	30	1,400.00	42,000.00
Viajes (viáticos + comidas en isla)	Meses	30	6,000.00	180,000.00
Embarcación para traslado de personal	Transporte	1	60,000.00	60,000.00
Atrayentes	Cajas	20	100.00	2,000.00
Servicio de extracción rápida (3 años)	Servicio	1	6,000.00	6,000.00
Subtotal etapa				\$652,400.00
Etapla Post-erradicación (18 meses)				
Personal				
Director de Proyecto	Meses	12	2,200.00	26,400.00
Líder de cazadores	Meses	18	1,700.00	30,600.00
Cazadores/tramperos (2)	Meses	9	1,700.00	15,300.00
Cazadores/manejadores perros (3)	Meses	18	2,700.00	48,600.00
Biólogos de campo (4)	Meses	6	3,200.00	19,200.00
Analista	Meses	6	900.00	5,400.00
Viajes (viáticos + comidas en isla)	Viajes	12	6,000.00	72,000.00
Subtotal etapa				217,500.00
				\$1,042,000.00
TOTAL				0

En el caso de la isla María Madre, el presupuesto asciende a 1,250,000.00 dólares, debido a un año más de actividades en la isla.

Referencias

- Aguirre-Muñoz, A., A. Samaniego-Herrera, C. García-Gutiérrez, L. Luna-Mendoza, M. Rodríguez-Malagón and F. Casillas-Figueroa. 2005. El control y la erradicación de fauna introducida como instrumento de restauración ambiental: historia, retos y avances en México. En Sanchez O., E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez y D. Azuara (Eds). Temas sobre restauración ecológica.
- Aguirre-Muñoz, A., R.E. Mendoza-Alfaro, H. Arredondo, et al. 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En: R. Dirzo, R. González e I.J. March (comp.). Capital natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 277-318.
- Algar D, Burbidge A.A, Angus G.J. 2002. Cat eradication on the Montebello Islands. In Turning the Tide: the eradication of invasive species. (eds. C.R. Veitch y M.N. Clout), pp. 14-18. Invasive Species Specialist Group of the World Conservation Union (IUCN) Auckland.
- Algar, D., Angus, G.J., Brazell, R.I., Gilbert, C. and Withnell, G.B. (2001). Farewell Felines of Faure. Report to Australian Wildlife Conservancy. Department of Conservation and Land Management, Western Australia.
- Amarasekare P. 1994. Ecology of introduced small mammals on western Mauna Kea, Hawaii. *Journal of Mammalogy* 75, 24-38.
- Atkinson, I. A. E. 1989. Introduced animals and extinctions. In *Conservation for the Twenty-first Century* (Eds. D. Western and M. C. Pearl), pp. 54-75. Oxford University Press, Oxford, England.
- Baillie, J.E.M., C. Hilton-Taylor y G.M. Mace. 2004. IUCN Red list of threatened species. A global species assessment. International Union for Conservation of Nature. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- Bomford M. y P. O'Brien. 1995. Eradication or control for vertebrate pests? *Wildlife Society Bulletin*, 23:249-255.
- Bowen, L. y D. Van Vuren, 1997. Insular endemic plants lack defenses against herbivores. *Conservation Biology* 11:1249-1254.
- Butchart, S.H.M., A.J. Stattersfield y T. Brooks. 2006. Going or gone: defining "Possibly extinct" species to give a truer picture of recent extinctions. *Bulletin of the British Ornithologists Club* 126 (A): 7-24.
- Campbell, K. y J. Donlan. 2005. A Review of Feral Goat Eradication on Islands. *Conservation Biology* 19 (5): 1362-1374.
- Courchamp, E., L. Pascal y J.L. Chapuis, 2003. Mammals invaders on islands, impact, control and control impact. *Biological Reviews* 78:347-383.
- Diamond, J.M. 1989. Overview of recent extinctions. Pages 37-41 in: D. Western and M.C. Pearl (eds.). *Conservation for the twenty-first century*. Oxford University Press, New York.

- Groombridge, B.E. 1992. Global Diversity - Status of the Earth's Living Resources. Compiled by the World Conservation Monitoring Center. Chapman & Hall, London, UK.
- IUCN. 2008. <http://www.redlist.org>.
- Iverson, J. B. 1978. The impact of feral cats and dogs on populations of the west Indian rock iguana, *Cyclura carinata*. *Biological Conservation* 14, 63-73.
- Jehl, J.R. Jr y Parkes, K.C. 1983. 'Replacements' of landbird species on Socorro Island, Mexico. *The Auk*, 100, 551-559.
- Johnson, T.H. y A.J. Stattersfield. 1990. A Global Review of Island Endemic Birds.
- Keitt B., R. W. Henry, A. Aguirre-Muñoz, C. García, L. Luna-Mendoza, M. A. Hermosillo, B. Tershy and D. Croll. 2005. Impacto de los gatos introducidos (*Felis catus*) en el ecosistema de la isla Guadalupe. In: E. Peters and K. Santos (Eds.). Restauración y Conservación de la Isla Guadalupe. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F. pp. 219-229.
- Lowe, S., M. Browne, S. Boudjelas y M. De Poorter. 2004. 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Global Invasive Species Database UICN, 12pp.
- McLennan, J.A., M.A. Potter, H.A. Robertson, G.C. Wake, R. Colbourne, L. Dew, L. Joyce, A.J. McCann, J. Miles, P.J. Miller y J. Reid. 1996. Role of predation in the decline of kiwi, *Apteryx* spp., in New Zealand. *New Zealand Journal Ecology* 20:27-35.
- Naranjo, E.J. y R. Dirzo. 2009. Impacto de los factores antropogénicos de afectación directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna. En R. Dirzo, R. González y I.J. March (comps.). Capital natural de México. Vol II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 247-276.
- 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., R. Henzell y G. Pickles. 1996. Managing Vertebrate Pests: Feral Goats. Australian Government Publishing Service. Canberra.
- Primack, R.B. 2002. Essentials of conservation biology. Sinauer Associates Inc. Sunderland, EUA.
- Tershy, B.R., C.J. Donlan, B.S. Keitt, D.A. Croll, J.A. Sánchez, B. Wood, M.A. Hermosillo, G.R. Howald y N. Biavaschi. 2002. Island conservation in north-west Mexico: a conservation model integrating research, education and exotic mammal eradication. Pages 293-300 in C.R. Veitch and M.N. Clout, editors. Turning the tide: the eradication of invasive species. World Conservation Union, Gland, Switzerland.

- Tershy, B. y D. Breese 1997. Human perturbations and conservation strategies on San Pedro Mártir Island, Gulf of California, Mexico. *Environmental Conservation*, 24: 161-170.
- Trevino, H.S., A.L. Skibiell, T.J. Karels y F.S. Dobson. 2007. Threats to avifauna on Oceanic islands. *Conservation Biology* 21 (1): 125-132.
- Whittaker, R. J. 1998. *Island Biogeography: Ecology, Evolution and Conservation*. Oxford University Press. New York.
- Van-Vuren, D. y B. Coblenz. 1987. Some ecological effects of feral sheep on Santa Cruz Island, California. *Biological Conservation* 41: 253-268.
- Veitch, C. R. 2001. The eradication of feral cats (*Felis catus*) from Little Barrier Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology* 28:1-12.
- Veitch, C.R. 1985. Methods of eradicating feral cats from offshore islands in New Zealand. Pp.125-141, en Moors, P.J. (Ed.): *Conservation of Island Birds*. International Council of Bird Preservation Technical Publication 3.
- Vié, J.C., C. Hilton-Taylor y S.N. Stuart. 2009. *Wildlife in a changing world - An analysis of the 2008 IUCN red list of threatened species*. IUCN. Gland, Suiza.