

# CONBIODES Conservación Biológica y Desarrollo Social A. C.

# Presenta:

Informe final de actividades del proyecto:

"Diseño e implementación de una estrategia de erradicación de fauna introducida en Isla Mejía, Baja California Norte"

Julio, 2012



Diseño e implementación de una estrategia de erradicación de fauna introducida en Isla Mejía, Baja California Norte

#### Introducción

Las cerca de mil islas principales del país tienen una superficie de 5,127km² (INEGI, 2005), equivalente a solo el 0.3% del total del territorio nacional. No obstante, su biodiversidad es de las más elevadas a nivel mundial. La biodiversidad insular incluye además a todos los ecosistemas, comunidades bióticas, especies, poblaciones y genes de plantas y animales existentes tanto en las porciones terrestres de las islas como en las aguas que las rodean. Así, frecuentemente las especies insulares de flora y fauna, tanto terrestres como marina, incluyen endemismos únicos que evolucionaron en el aislamiento de la biota continental, factor que las convierte en susceptibles de ser alteradas por la introducción de especies exóticas (Atkinson, 1989).

A pesar de su valor, las islas mexicanas enfrentan una serie de amenazas, entre las cuales destaca como la más importante la presencia de especies invasoras, en particular de mamíferos introducidos, como gatos, ratas, cabras, borregos y cerdos, entre otros (Aguirre Muñoz *et al.*, 2005; Aguirre Muñoz *et al.*, 2009). Para contrarrestar el problema de manera efectiva, México ha logrado uno de los avances más importantes en el mundo en materia de erradicaciones de especies introducidas en islas (Álvarez-Romero *et al.*, 2008).

De acuerdo con lo anterior, el presente proyecto pretende fortalecer los esfuerzos de control de fauna introducida en Isla Mejía, para lograr restablecer la calidad ambiental de sus ecosistemas mediante la vigilancia, restauración e implementación de un plan de erradicación de especies introducidas.



#### Antecedentes

Las alteraciones antropogénicas han afectado los ecosistemas insulares desde hace más de doscientos años principalmente a través de la sobre explotación de los recursos naturales y la alteración del medio ambiente por construcciones, introducción de basura y fauna exótica (Alcover *et al.*, 1998; Fritts y Rodda, 1998; Case *et al.*, 2002; Mellink *et al.*, 2002; Álvarez-Castañeda *et al.*, 2006).

De las perturbaciones antropogénicas, la introducción de fauna exótica es de las que causa más daño, debido a que éstos organismos interactúan negativa y directamente con las especies nativas (Donlan et al., 2000; Tershy et al., 2002; Álvarez-Castañeda y Ortega-Rubio, 2003; Courchamp et al., 2003; Blackburn et al., 2004; Howald et al., 2007). Se conocen alrededor de 100 especies entre animales y plantas, que son consideradas invasoras (Samaniego-Herrera et al., 2007), de las cuales 14 son especies de mamíferos. Entre éstas, las más dañinas en los ecosistemas insulares son el gato doméstico (Felis catus), el ratón casero (Mus musculus) y las ratas gris y negra (Rattus norvegicus y R. rattus, respectivamente) (Atkinson, 1985; Courchamp et al., 2003; Donlan et al., 2003; Keitt y Tershy, 2003; Meier y Varnham, 2004; Nogales et al., 2004; Towns et al., 2006; Howald et al., 2007); mismas que pueden ser introducidas de manera intencional (como mascotas en el caso del gato) o accidental (ratón y rata) por pescadores y pobladores regionales. Éstas especies de mamíferos tienen gran éxito en este tipo de ecosistemas, debido a su alta capacidad de adaptación al ambiente así como a nuevos regímenes alimentarios, además de que no tienen depredadores naturales (Donlan et al., 2003; Nogales et al., 2004; Howald et al., 2007).



En México, el 80% de las extinciones de mamíferos endémicos mexicanos han ocurrido en islas, en la mayoría de los casos, debido a la introducción de fauna exótica (Ceballos y Navarro, 1991; Ramírez, 1995; Mellink *et al.*, 2002; Tershy *et al.*, 2002; Álvarez-Castañeda *et al.*, 2006). Reportes recientes señalan que tanto ratas como gatos están causando daño en las islas del Pacífico y Baja California; de tal manera que en las Islas Todos Santos y San Martín han exterminado a las ratas isleñas *Neotoma anthonyi* y *N. martinensis* respectivamente; al igual que en Isla San Roque, con el ratón *Peromyscus maniculatus cineritus* (Álvarez-Castañeda y Cortés-Calva, 1996).

Para el caso de las islas Ángel de la Guarda, Mejía, Granito y Estanque, los gatos son una grave amenaza para el roedor endémico *Peromyscus guardia mejiae*, al que inclusive lo han puesto en riesgo de desaparecer; asimismo, depredan otras especies de pequeños mamíferos como: *Chaetodipus spinatus, Neotoma lepida insularis, N. lepida, Perognathus spinatus* y *P. guardia harbitsoni* (Ramírez, 1995; Mellink *et al.*, 2002; Vázquez-Domínguez *et al.*, 2004). Mientras que en Isla Coronado llevaron al exterminio a la rata endémica *N. bunkeri* (Ramírez, com. pers.).

Por otra parte, la rata gris (*R. norvegicus*) causó la desaparición de la colonia de anidación del pato nocturno de Craveri (*Synthliboramphus craveri*) en Isla Rasa (Ramírez, 1995; Flores-Martínez obs. pers.). De igual manera, es conocido que la rata negra (*R. rattus*) en San Pedro Mártir depreda los huevos y polluelos de varias especies de aves marinas como el pelícano café (*Pelecanus occidentalis*), el bobo de patas azules (*Sula nebouxii*), y el bobo de patas cafés (*S. leucogaster*) (Tershy *et al.*, 2002), mientras que en Isla Farallón de San Ignacio, afecta las colonias de rabijuncos (*Phaethon aethereus*), de bobos de patas cafés (*Sula* 



leucogaster), bobos de patas azules (*S. nebouxii*) y de gaviotas (*Larus heermanni* y *L. livens*) (Mellink *et al.*, 2002; González-Bernal *et al.*, 2002).

#### Justificación

En México, más de la mitad de su territorio insular se encuentra en el Golfo de California; por lo que es una región importante en cuanto a diversidad biológica, debido a que el 70 % de las especies insulares son endémicas de esta región (Case et al., 2002; Tershy et al., 2002). Las especies endémicas insulares son particularmente vulnerables a factores antropogénicos, como los asentamientos humanos y la invasión de especies exóticas (Donlan et al., 2000; Donlan et al., 2002; Tershy et al., 2002).

De acuerdo con lo anterior, y por la importancia de estas islas para la supervivencia de especies de reptiles endémicos (*Phyllodactylus angelensis* y *Sauromalus hispidus*), aves marinas (*Larus livens* y *Haemotopus pallitus*), roedores nativos (*Peromyscus guardia*), y la presencia de especies de murciélago amenazado y enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Myotis vivesi*), es necesario realizar un estudio sobre la abundancia poblacional y el uso del hábitat de las especies de roedores exóticos presentes en Isla Mejía, que nos permitirá planear un programa efectivo de erradicación y restauración de la isla.

#### Metas

Realizar un diagnóstico sobre la problemática de la fauna introducida en Isla Mejía y proponer un método de erradicación técnica y ecológicamente viable.



# Objetivo principal.

 Determinar el comportamiento demográfico de las poblaciones de roedores introducidos en Isla Mejía para desarrollar e implementar un método adecuado de erradicación

### Objetivos Particulares

- 1) Conocer la distribución espacial de los roedores introducidos en Isla Mejía.
- 2) Conocer la estructura de edades y proporción de hembras y machos que integran la población de roedores introducidos.
- 3) Desarrollar e implementar un plan adecuado de eliminación de los roedores introducidos en Isla Mejía, que considere métodos que no impliquen la modificación de las condiciones naturales de la isla ni afectar las relaciones biológicas de las especies nativas y endémicas que la habitan.

#### Área de estudio

Isla Mejía se encuentra en Puerto Refugio, al norte de Isla Ángel de la Guarda; entre los 29° 33′ 22′′ latitud Norte y 113° 34′ 15″ longitud Oeste, con una superficie de 2.448 km². Figura 1.

La vegetación predominante está representada por individuos de los géneros Cercidium (Palo Verde), Bursera (Torote) y Jatropha (Jatrofa). Además de diversas especies del género Opuntia (Chollas) y Pachycereus pringlei (Cardón o Sahuaro). En cuanto a la fauna, la isla alberga reptiles importantes para el ecosistema como lo es: Phyllodactylus angelensis, Sauromalus hispidus, Petrosaurus slevini, Hypsiglena torqueata, Charinatri virgata, Uta sp. (Bourillón et al., 1998; Case et al., 2002). Es una área de anidación de la gaviota de patas amarillas Larus livens y el ostrero Haematopus pallitus y se encuentran cuatro especies de roedores nativos, Peromyscus guardia harbitsoni, P. guardia mejiae,



Chaetodipus spinatus evermanni, Neotoma lepida insularis; además de la presencia de murciélagos como Myotis vivesi, Antrozous pallidus, Choeronycteris mexicana y Macrotus californicus, los cuales, a excepción de la primera encuentran refugio entre las grietas de las rocas (Flores-Martínez, 2005; 2009). De igual manera, en esta isla se encuentra fauna introducida como el ratón Mus musculus y Rattus rattus (Mellick et al., 2002).

El caso del murciélago pescador *M. vivesi* es particularmente delicado, debido a que encuentra refugio bajo las rocas de las islas; es decir, a ras de suelo; una presa fácil para las ratas introducidas, que por su voracidad han mermado sus poblaciones al grado de mantenerla un estatus de vulnerable ante la UICN-2003 y en peligro de extinción para la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Flores-Martínez, 2005; 2009).



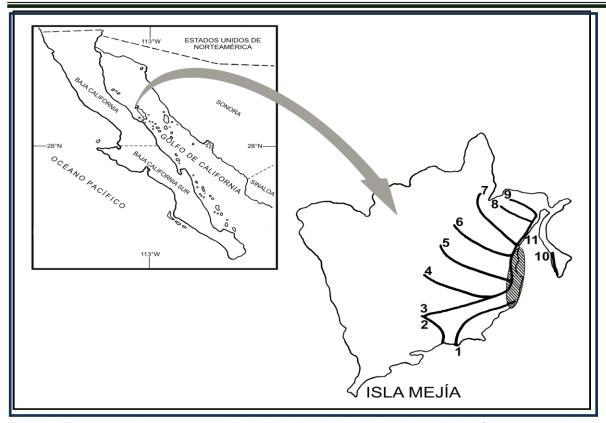


Figura 1. Transectos de muestreo en Isla Mejía (líneas); sitios de colocación de fototrampas y área de campamentos (línea punteada amarilla).

## Metodología

#### Trabajo de campo

Para determinar la distribución espacial de las poblaciones de *R. rattus*, se realizaron dos periodos de colecta en el área de estudio. De esta manera, se pudieron determinar las áreas con mayor presencia de ratas a través del número de capturas logradas en las diferentes zonas de la isla (veredas, diferentes tipos de vegetación y áreas perturbadas). Las capturas se realizaron por medio de 200 trampas Sherman colocadas durante 10 noches continuas, por periodo de colecta. Cada trampa se colocó a 10 m entre una y otra; fueron activadas en horas crepusculares (±18:00h) y cebadas con una mezcla de avena-vainilla (Ramírez, 1995; Romero-Almaraz *et al.*, 2007; Flores-Martínez. obs. pers.). Las trampas se



recogieron al día siguiente alrededor de las 5 a.m. (debido a la estacionalidad del sitio durante los periodos de muestreo, se contaban con 10 h de horas noche), teniendo como un esfuerzo de captura total de 2,000 noches/trampa por periodo de colecta, es decir, 4,000 noches/trampa totales (Figura 2a y b).

En ambos periodos de colecta se tomaron los datos morfométricos convencionales (LT: longitud total; CV: cola vertebral; Pt: pata; y O: oreja) a los individuos capturados para obtener información básica sobre su grado de desarrollo y estado reproductivo; posteriormente fueron sacrificados (Figura 2c y d).

Por otra parte, para tener un mejor panorama sobre la presencia o ausencia de la fauna exótica, se tomaron registros con 20 fototrampas con sensor infrarrojo marca Wildview Xtreme II (Mod. A 111529) en ambos periodos de trampeo; 12 de ellas fueron colocadas entre los diferentes tipos de vegetación y topografía de la isla y estuvieron activadas por 24 h durante 10 días continuos con un esfuerzo de trampeo de 1200 días/trampa, mientras que ocho fueron colocadas en las áreas con mayor alteración antropogénica, como los campamentos de pescadores, y permanecieron activadas durante 10 h continuas por día de trabajo de campo (10 días por periodo de colecta), dando como resultado un esfuerzo de trampeo total de 800 días/trampa, es decir, 2000 días/trampa por período de trampeo con trampas Sherman (Figura 2e y f).





Figura 2. a y b) Colocación de trampas Sherman. (Coordenadas UTM: X 251595.64, Y 3272148.92). c y d) Toma de medidas morfométricas y sacrificio de espécimen de *Rattus rattus*. e y f) Colocación de fototrampas (Coordenadas UTM: X 251577.41, Y 3272130.42).



#### Resultados

Debido a la ubicación geográfica de Isla Mejía, ésta representa un "refugio" para los pescadores de la región ante condiciones de mal tiempo para la navegación, por lo que es visitada frecuentemente; dicha condición favorece la introducción de fauna exótica y por tanto el grado de alteración de la isla. De esta manera y de acuerdo con los resultados del trampeo realizado en los dos periodos de trabajo de campo (el primero del 18 de mayo al 1° de junio; y el segundo del 18 de junio al 1° de julio de 2012), se pudieron capturar 17 organismos de *Rattus rattus*: 11 machos (ocho adultos y tres juveniles), y seis hembras (cuatro adultas inactivas y dos juveniles). Cabe señalar que en ninguno de los dos periodos de muestreo se registraron hembras gestantes; sin embargo, si se pudieron capturar cinco especímenes juveniles (tres machos y dos hembras) (Cuadro 1). Por otra parte, con las fototrampas se pudieron evidenciar las áreas de forrajeo de las ratas; ésta información fue de gran utilidad para la selección de los sitios para la colocación de las trampas Sherman (Figura 3).

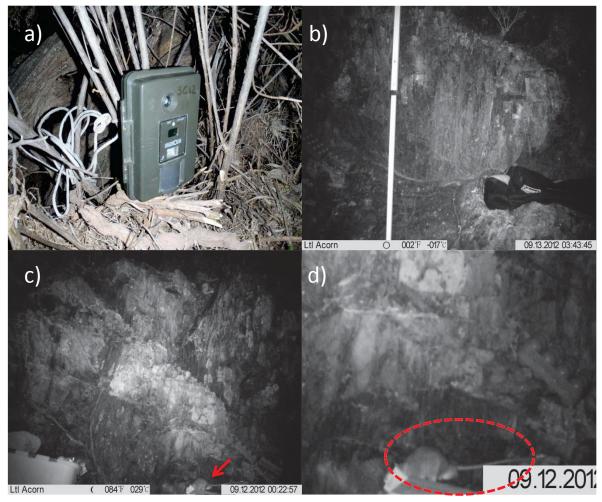


Figura 3. a) Colocación de fototrampa en el área de campamentos. b) Exposición del área del campamento sin la presencia de ratas. c y d) Exposición del área del campamento con la presencia de rata negra *Rattus rattus* en busca de alimento. (Coordenadas UTM: X 251577.41, Y 3272130.42)



Cuadro 1. Medidas somáticas y sexo de los especímenes de rata negra recolectados en Isla Mejía. (T/E = Testículos escrotados)

0.000	-	` `	č		Coxe	Energia   T   OV   Dt   Court   Cotanida de cota	2	, control of obeliand
	(mm)	ğ (m m	L (mm)	O (mm)	OKAC	por edades.	COOLUCTIACAS OTIN	
						(Edo. reproductivo)		
Rattus rattus	360	185	30	18	0+	Adulta inactiva	X: 251620.62; Y: 3272178.67	1er periodo de colecta (18 de mayo a 1 de junio, 2012)
Rattus rattus	334	200	32	19	€0	Adulto con T/E	X: 251545.51; Y: 3272112.23	1er periodo de colecta (18 de mavo a 1 de junio, 2012)
Rattus rattus	336	200	34	20	€0	Adulto con T/E	X: 251551.32; Y: 3272251.23	1er periodo de colecta (18 de mayo a 1 de junio, 2012)
Rattus rattus	320	192	30	18	0+	Adulta inactiva	X: 251641.88; Y: 3272782.31	1 Ter periodo de colecta (18 de mayo a 1 de iunio. 2012)
Rattus rattus	300	197	31	20	€0	Adulto con T/E	X: 251565.70; Y: 3272509.80	1er periodo de colecta (18 de mayo a 1 de junio, 2012)
Rattus rattus	269	102	19	18	60	Adulto con T/E	X: 251523.24; Y: 3272406.19	
Rattus rattus	234	100	25	19	€0	Adulto con T/E	X: 251546.82; Y: 3272114.36	1er periodo de colecta (18 de mayo a 1 de junio, 2012)
Rattus rattus	280	115	56	20	€0	Juvenil	X: 251080.90; Y: 3271930.64	1er periodo de colecta (18 de mayo a 1 de junio, 2012)
Rattus rattus	340	190	35	22	€0	Adulto con T/E	X: 251557.12; Y: 3272621.11	2º periodo de colecta (18 de junio a 1 de julio de 2012)
Rattus rattus	322	187	59	17	0+	Adulta inactiva	X: 251577.05; Y: 3272133.15	2º periodo de colecta (18 de junio a 1 de julio de 2012)
Rattus rattus	280	155	25	15	50	Juvenil	X: 251592.50; Y: 3272145.03	2º periodo de colecta (18 de junio a 1 de julio de 2012)
Rattus rattus	395	235	30	19	€0	Adulto con T/E	X: 251589.09; Y: 3272115.14	2º periodo de colecta (18 de junio a 1 de julio de 2012)
Rattus rattus	295	165	25	20	€0	Juvenil	X: 251550.02; Y: 3272104.81	2º periodo de colecta (18 de junio a 1 de julio de 2012)
Rattus rattus	310	160	30	15	0+	Juvenil	X: 251559.53; Y: 3272122.95	2º periodo de colecta (18 de junio a 1 de julio de 2012)
Rattus rattus	320	180	25	15	0+	Adulta inactiva	X: 251595.23; Y: 3272178.83	2º periodo de colecta (18 de junio a 1 de julio de 2012)
Rattus rattus	330	220	30	12	€0	Adulto con T/E	X: 251598.35; Y: 3272152.05	2º periodo de colecta (18 de junio a 1 de julio de 2012)
Rattus rattus	310	185	25	12	0+	Juvenil	X: 251620.21; Y: 3272166.72	2º periodo de colecta (18 de junio a 1 de julio de 2012)

Aguayo No.3, Despacho A, Col. Del Carmen Coyoacán C.P. 04100 México, D.F.

Tel (+55) 84214802

contacto@conbiodes.com



#### Discusión

Los registros de las ratas capturadas fueron en su totalidad en áreas utilizadas por los pescadores y en campamentos; esto debido probablemente a que las ratas encuentran ahí alimento y refugio pues estas áreas se distinguen por presentar contenedores de congelación utilizados como hieleras para conservar productos obtenidos de la pesca, además de basura dejada por los visitantes a la isla.

El éxito de captura de *Rattus rattus* derivado de un esfuerzo de trampeo de 4,000 noches/trampa fue de 0.42% (*n*=17), cubriendo un área de muestreo de alrededor de ±2,500m², lo que sugiere un bajo número de roedores por área muestreada; tomando en cuenta que Samaniego-Herrera *et al.*, 2009, Reportan para el Farallón de San Ignacio, Sonora, un éxito de captura del 18% (*n*=238) en 1319 noches/trampa; y para San Pedro Mártir, capturas del 16.7% (*n*=252) en 1513 noches/trampa. Ambos sistemas insulares también se ubican en el mar de Cortés y cuentan con topografía, altitud y vegetación (cardones y choyas) similares a los encontrados en Isla Mejía.

De acuerdo con lo anterior, se puede señalar que las condiciones en isla Mejía son ideales para atacar de manera exitosa la problemática de la presencia de la rata negra, máxime que los datos sugieren que sus poblaciones están restringidas a las áreas más alteradas (Ver figura 1). Por lo tanto, es necesario implementar a muy corto plazo un plan de erradicación de estos organismos, además de un programa de educación ambiental para evitar la reintroducción de esta especie y con ello poner en riesgo la biodiversidad de la isla.



# Plan de erradicación de la rata negra Rattus rattus

El clima y los ciclos reproductivos de las especies nativas e introducidas son los principales factores a tomarse en cuenta para programar las actividades del plan de erradicación de la rata negra (Howald et al., 2005). De acuerdo con Samaniego-Herrera et al., 2009, y a los datos obtenidos en campo en Isla Mejía, la puesta en marcha del programa de erradicación de la rata negra deberá realizarse durante la estación seca, cuando la rata negra disminuye su actividad reproductiva. Dada la biología de este roedor y con base en la distribución de sus poblaciones en la isla, las actividades de exterminio contemplan la implementación de métodos de trampeo con trampas tipo Sherman de aluminio (23x9x7.5 cm), así como el montaje de 30 estaciones de cebo preparadas con tres tipos de rodenticidas, cuya eficacia ha sido comprobada en la erradicación de *Rattus rattus* en un complejo de islas con condiciones climáticas, geográficas y biológicas similares a las de Isla Mejía, las Islas San Jorge, localizadas en el mar de Cortés, a 41 km de Puerto Peñasco, Sonora (Donlan et al., 2003). La colocación de las trampas Sherman deberá realizarse a lo largo de toda la isla, con la finalidad de monitorear los movimientos de las ratas, así como para lograr la posible captura in vivo de roedores nativos. Por otra parte, la colocación de las estaciones de cebo, deberá realizarse prioritariamente en el área de campamentos y sitios en donde se han registrado capturas de rata negra.

Es necesario que estas actividades se realicen con la regularidad de una vez al mes por periodos de 15 días durante seis meses continuos. La metodología para la colocación de las trampas Sherman es la misma que se menciona en este documento. De acuerdo con lo señalado por Donlan *et al.*, (2003), para obtener



resultados más inmediatos se recomienda la utilización de tres rodenticidas diferente en las estaciones de cebo, pues la característica de cada uno de ellos se acoplan a las diferentes estrategias de forrajeo de la especie "blaco", minimizando asimismo el riesgo de envenenamiento de especies "no blanco". De esta manera, se pondrán 10 estaciones cebadas con un anticoagulante de segunda generación (Brodifacoum) en áreas reportadas como de mayor incidencia de ratas y/o en oquedades de las rocas con rastros de presencia de ratas como son huellas, roeduras y heces fecales. Asimismo, se pondrán 10 estaciones cebadas con Difacinona en áreas de distribución potencial y en donde también estén presentes aves, la inocuidad de la toxina en estos organismos garantizará el mínimo efecto sobre sus poblaciones. Finalmente, se colocaran 10 estaciones cebadas con Colecalciferol (menos tóxico para aves que Brodifacoum) en áreas detectadas como de paso y forrajeo de la rata negra procurando dejarlas fuera del alcance de cualquier ave o reptil para disminuir el riesgo de intoxicación.

Es importante señalar que debido a la presencia del trastorno alimentario de neofobia en *Rattus rattus*, es importante colocar las estaciones de cebo con alimento pero sin rodenticida al menos tres días antes de la incorporación del rodenticida, esta favorecerá a que las ratas se vayan familiarizando con el alimento y con las estaciones; esta acción podrá acarrear mas y mejores resultados.

Modo de acción de los rodenticidas sugeridos:

**Brodifacoum**: Anticoagulante de segunda generación o de dosis únicas. Inhiben la formación de protrombina a trombina, impidiendo la coagulación de la sangre, lo



que se traduce en hemorragias internas que le producen la muerte a roedores. Tiene efectos tóxicos en todo tipo de vertebrados aunque a diferentes grados de impacto. Presentación: pellets y bloques.

**Difacinona**: Pertenece al grupo de las llamadas superwarfarinas, anticoagulante de segunda generación, caracterizados por su larga semivida de eliminación. Es efectivo contra todas las especies de ratas y ratones caseros. Es altamente tóxico en mamíferos e inocuo para las aves (Blake, 1994). Es un veneno acumulativo que requiere que se ingiera repetidas veces en un periodo de varios días para mejores resultados. No se desarrolla recelo al cebo. Presentación: Polvo de rastreo o en líquido.

Colecalciferol: Los raticidas a base de colecalciferol (vitamina D3) se han desarrollado como resultado de la resistencia desarrollada por diferentes roedores a la warfarina; los hay puros o en distintas combinaciones con derivados de warfarina. La sustancia produce una intoxicación por vitamina D. El colecalciferol aumenta la absorción intestinal y la reabsorción renal de calcio, y además promueve osteólisis; en consecuencia, aumentan paralelamente el calcio y el fósforo en circulación, lo que genera intensa calcinosis (calcificaciones metastásicas de tejidos blandos), especialmente en el riñón, hígado, corazón, aorta y tracto gastrointestinal. La muerte se produce por hipercalcemia y calcificación de vasos sanguíneos. Es menos tóxico para aves que el brodifacoum.

Se recomienda la utilización de trampas de cebo tipo "Protecta Mouse Bait Stations", para reducir al máximo la intoxicación de especies "no blanco (Figura 4).



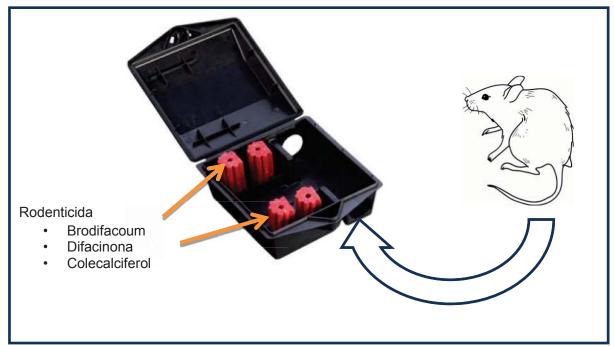


Figura 4. Modelo de estaciones con cebo de rodenticida.

# Educación Ambiental y sugerencias para evitar la introducción de especies exóticas a sistemas insulares

Entre los diversos instrumentos para la restauración ecológica están el control y la erradicación de especies exóticas. El control implica limitar la abundancia de la población problema, por medio de un esfuerzo constante y sostenido a largo plazo; por otra parte, la erradicación persigue la eliminación total de la población y concentra el esfuerzo en un periodo definido. Finalmente, después de una erradicación es esencial implementar programas permanentes enfocados a prevenir nuevas invasiones (Aguirre-Muñoz *et al.*, 2009).



Las principales barreras que impiden o dificultan una aplicación a gran escala de estas estrategia son: 1) la ausencia de medidas oportunas —como complemento inevitable del principio precautorio cuando el daño ha sido hecho— por parte de los tomadores de decisiones; 2) los marcos legales inadecuados; 3) la falta de personal especializado en investigación avanzada y en trabajo aplicado de campo, y 4) la falta de un financiamiento integral.

De acuerdo con Genovesi y Shine (2004), para prevenir y dar respuestas eficientes, las políticas nacionales deben: 1) promover la educación ambiental como instrumento que facilite el involucramiento y la participación de las comunidades locales en los proyectos de erradicación; 2) revisar la legislación para asegurar que el estatus de las especies exóticas sea compatible con las medidas de mitigación; 3) involucrar en la problemática a las diferentes dependencias gubernamentales, para hacer más eficientes los procedimientos de autorización y que se tomen en consideración casos de emergencia donde las acciones de erradicación sean urgentes; 4) establecer formas de obtención, análisis y flujo de la información concerniente a especies exóticas, incluyendo claves de identificación por grupos taxonómicos; 5) implementar sistemas de prevención y alerta temprana; 6) preparar planes de contingencia específicos por taxa, y 7) gestionar el equipo, financiamiento y entrenamiento adecuado para responder tanto a introducciones recientes como a necesidades de erradicación postergadas.

A continuación se presenta un modelo de trabajo para prevenir la inclusión de especies invasoras a ambientas frágiles como sistemas insulares:



	Prevención	Control	Erradicación
Educación Ambiental	<ul> <li>Incluir el tema en educación básica, media y superior.</li> <li>Producir guías de identificación de especies invasoras para inspectores de aduanas.</li> <li>Implementar campañas de educación ambiental a la sociedad en general (pescadores y turistas) mediante trípticos y folletos.</li> <li>Utilizar los medios de comunicación masiva en campañas educativas para evitar la introducción de fauna exótica a las islas del Mar de Cortés</li> </ul>	<ul> <li>Promover talleres de expertos participantes en campañas de control.</li> <li>Diseñar e implementar campañas de educación ambiental hacia la sociedad para identificar el problema que se involucre en el control.</li> </ul>	<ul> <li>Diseñar protocolos para la erradicación de especies invasoras seleccionadas.</li> <li>Entrenar grupos especializados para la erradicación de especies exóticas nocivas introducidas a las islas del Mar de Cortés</li> <li>Educar e informar a la sociedad de la importancia de la erradicación de especies exóticas nocivas y los impactos a la biodiversidad si no se practica.</li> </ul>
Investigación	<ul> <li>Privilegiar estudios sobre la ecología de especies invasoras a todos los niveles de organización biológica (especie, población, comunidad, ecosistema).</li> <li>Diseñar y establecer un programa de monitoreo de especies prioritarias.</li> <li>Crear un grupo o red de investigadores especializados en especies invasoras.</li> <li>Promover la investigación en temas de taxonomía de especies invasoras.</li> <li>Promover el monitoreo, por parte de universidades, mediante capacitación.</li> <li>Diseñar sistemas de alerta temprana.</li> <li>Fomentar la integración de equipos de trabajo de expertos en flora y fauna nativa.</li> </ul>	<ul> <li>Fomentar la investigación para desarrollar métodos efectivos para impedir la dispersión de especies invasoras, así como de métodos de exterminio que sean realmente selectivos y de alta seguridad.</li> <li>Fomentar estudios sobre la biología de las especies invasoras.</li> <li>Fomentar la investigación directa en las islas del Mar de Cortés enfocándose a determinar medidas para disminuir los impactos a la biodiversidad.</li> <li>Documentar la historia de especies invasoras de riesgo para México en ecosistemas similares y sus efectos.</li> <li>Reforzar la investigación sobre métodos de control biológico.</li> </ul>	<ul> <li>Desarrollar métodos específicos para la erradicación de especies invasoras.</li> <li>Desarrollar métodos integrales y protocolos de erradicación.</li> <li>Crear bases de datos sobre especies erradicadas y su comportamiento.</li> <li>Documentar las experiencias de erradicación en otros países y aprovecharlas en México.</li> <li>Implementar el monitoreo de sitios con erradicaciones realizadas para medir éxito e impacto.</li> </ul>



Legislación	<ul> <li>Promover que el Estado designe a quien está autorizado para hacer un análisis de riesgo.</li> <li>Establecer en el gobierno federal una política de "Ventanilla única" para las decisiones en materia de especies invasoras.</li> <li>Reforzar la aplicación de las convenciones y acuerdos internacionales en lo concerniente a especies exóticas.</li> </ul>	Desarrollar normas de bioseguridad y     Protocolos para la introducción de especies en México.	Desregular la captura de especies exóticas.
Financieros	<ul> <li>Encauzar fondos para la investigación en el tema de especies invasoras.</li> <li>Promover la aportación de fundaciones internacionales para la prevención y control de especies invasoras.</li> <li>Crear un fondo o fideicomiso para activar programas urgentes de prevención y preparar mecanismos de respuesta rápida.</li> <li>Promover la aportación de recursos y capacidades del Ejército y de Protección Civil en el campo de especies invasoras.</li> <li>Promover incentivos económicos para la erradicación de especies.</li> </ul>	Contar con fondos de contingencia para el control de especies invasoras, similar a fondos para atender desastres naturales.	Crear un fondo nacional para la erradicación de especies invasoras.



#### Literatura citada

- 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. En: Sánchez O., E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez y D. Azuara (Eds.). Temas sobre restauración ecológica. Pp. 215-230. INE-Semarnat. México, 255 Pp.
- Aguirre-Muñoz, A., R. Mendoza-Alfaro, H. A. Ponce-Bernal, L. Arriaga-Cabrera, E. Campos-González, S. Contreras-Balderas, S. Elías-Gutiérrez, F. J. Espinosa-García, I. Fernández-Salas, L. Galaviz-Silva, F. J. García-de León, D. Lazcano-Villareal, M. Martínez-Jiménez, M. E. Meave-del Castillo, R. A. Medellín, E. Naranjo-García, M. T. Olivera-Carrasco, M. Pérez-Sandi, G. Rodríguez-Almaraz, G. Salgado-Maldonado, A. Samaniego-Herrera, E. Suárez-Morales, H. Vibrans y J. A. Zertuche-González. 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En: Capital Natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Pp. 277-318. Conabio. México, 817 Pp.
- Alcover, J. A., A. Sans, y M. Palmer. 1998. The extent of extinctions of mammals on islands. Journal of Biogeography, 25(5): 913-918.
- Álvarez-Castañeda, S. T., Cortés-Calva, P. 1996. Anthropogenic extinction of the endemic deer mouse *Peromyscus maniculatus cineritius* on San Roque Island, Baja California Sur, México. Southwestern Naturalist, 41: 459-461.



- Álvarez-Castañeda, S.T., y A. Ortega-Rubio. 2003. Current status of rodents on islands in the Gulf of California. Biological Conservation, 109: 157-163.
- Álvarez-Castañeda, S. T., Cortés-Calva, P., Méndez, L. y Ortega-Rubio, A. 2006. Development in Sea of Cortés calls for mitigation. Bioscience, 56, 825-829.
- Álvarez-Romero, J.G., R. A. Medellín-Legorreta, A. Oliveras de Ita, H. Gómez de Silva y O. Sánchez. 2008. Animales exóticos en México: Una amenaza para la biodiversidad. Conabio, INE, UNAM, Semarnat. México, 518 pp.
- Atkinson, I. A. E. 1985. The spread of commensal species of *Rattus* to oceanic islands and their effect on island avifaunas. En: Moors, P.J. (Ed.), Conservation of Island Birds. International Council for Bird Preservation, Cambridge.
- Atkinson, I. A. E. 1989. Introduced animal and extinctions. En: Western, D. C. y Pearl, M. C. (eds). Conservation for the Twenty-first Century, 54-75pp. New York, Oxford University Press.
- Blackburn, T. M., P., Cassey, R. P. Duncan, R. P., K. L. Evans y K. J. Gaston. 2004. Avian extinction and mammalian introductions on oceanic islands. Science, 305 (5692): 1955-1958.
- Bourillón, L., A. Cantú, F. Eccardi, E. Lira, J. Ramírez, E. Velarde, y A. Zavala. 1998. Islas del Golfo de California. Secretaria de Gobernación/ UNAM. México.
- Case, J. T., M. L. Cody, y E. Ezcurra. 2002. A new Island Biogeography of the Sea of Cortés. University of California Press, Berkeley.



- Ceballos, G. y Navarro, D. 1991. Diversity and conservation of Mexican mammals.

  En: Latin American Mammalogy, History, Biodiversity and Conservation (Eds. M.A. Mares y D.J.Schmidly). Pp. 167–198. University of Oklahoma Press, Norman, USA.
- Courchamp, F., Chapuis, J. L., Pascal, M. 2003. Mammal invaders on islands: impact, control and control impact. Biological Review, 78:347–383.
- Donlan, C. J., Tershy, B. R., Croll, D. A. 2002. Islands and introduced herbivores: conservation action as ecosystem experimentation. Journal of Applied Ecology 39, 235–246.
- Donlan, C. J., G. R. Howald, B. R. Tershy y D. A. Croll. 2003. Evaluating alternative rodenticides for island conservation: Roof rat eradication from the San Jorge Islands, Mexico. Biological Conservation, 114: 29-34.
- Donlan, C. J., Tershy, B. R., Keitt, B. S., Wood, B., Sánchez, J. A., Weinstein, A., Croll, D. A., Alguilar, J.L., 2000. Island conservation action in northwest Mexico. En: Browne, D.H., Chaney, H., Mitchell, K. (Eds.), Proceedings of the Fifth California Islands Symposium. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara, California, USA, Pp. 330–338.
- Flores-Martínez, J. J. 2005. Estado de conservación del murciélago pescador *Myotis vivesi* (Vespertilionidae) en el Golfo de California México, a través de métodos genéticos y ecológicos. Tesis de Maestría. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN.



- Flores-Martínez, J. J. 2009. Aspectos ecológicos y filogeografía de *Myotis vivesi* una especie de murciélago endémico del Golfo de California, México. Tesis de Doctorado. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. 75p
- Fritts, T. H., y G. H. Rodda. 1998. The role of introduced species in the degradation of island ecosystems. Annual Review of Ecology and Systematics, 29:113-140.
- Genovesi, P., y Shine, C. 2004. European strategy on invasive alien species.

  Nature and Environment, No. 137. Council of Europe, Strasburg. 67pp.
- González-Bernal, M. A., E. Mellink y J. R. Fong Mendoza. 2002. Nesting birds of Farallón de San Ignacio, Sinaloa, Mexico. Western Birds, 33:254-257.
- Howald, G., C. J. Donlan, J. P. Galván, J. C. Russell, J. Parkes. 2007. Invasive rodent eradication on islands. Conservation Biology, 21: 1258-1268.
- Keitt, B. y B. R. Tershy. 2003. Cat eradication significantly decreases shearwater mortality. Animal Conservation, 6: 307-308.
- INEGI, 2005. Territorio insular de México. Continuo Nacional, Primera Edición, Escala 1:250 000. Instituto Nacional de estadística, Geografía e Informática. México,
- Meier, G. G y Varnham, K. 2004. Rat eradication as part of a green turtle (*Cheloniamydas*) conservation programme in Indonesia. Marine turtle Newsletter, 106: 11-12.



- Mellink, E., Ceballos, G. y Luévano, J. 2002. Population demise and extinction threat of the Angel de la Guarda deer mouse (*Peromyscus guardia*). Biological Conservation, 180:107–111.
- Nogales, M., A. Martín, B. R. Tershy, C. J. Donlan, D. Veitch, N. Puerta, B. Wood y J. Alonso. 2004. A review of feral cat eradication on islands. Conservation Biology, 18(2): 310-319.
- Ramírez, R. 1995. Programa de erradicación de los roedores introducidos en Isla Rasa, Baja California, México: un plan de restauración ecológica. Centro de Ecología de la UNAM.
- Romero-Almaraz, L. M., C. Sánchez, C. García-Estrada, y R. D. Owen. 2007.

  Mamíferos pequeños: Manual de técnicas de captura, preparación preservación y estudio. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Samaniego-Herrera, A., A. Peralta-García y A. Aguirre-Muñoz. 2007. Vertebrados de las islas del Pacífico de Baja California. Guía de campo. Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. Ensenada, 178 pp.
- Samaniego-Herrera, A., A. Aguirre-Muñoz, G. Howald, M. F. Lizárraga, J. Valdez-Villavicencio, R. González-Gómez, F. Méndez-Sánchez, F- Torres-García, M. Rodríguez-Malagón, y B. Tershy. 2009. Eradication of black rats from Farallón de San Ignacio and San Pedro Mártir islands, Gulf of California, Mexico. In: Damiani, C. C. y D. K. Garcelon (eds). Pp: 337-347. Proceedings of the 7<sup>th</sup> California Islands Symposium. Institute for Wildlife Studies, Arcata, CA.



- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre, 2010: 1-78
- Tershy, B. R., Donlan, C. J., Keitt, B. S., Croll, D. A., Sánchez, J. A., Wood, B., Hermosillo, M. A., Howald, G. R. y Biavaschi, N. 2002. Island conservation in north-west Mexico: a conservation model integrating research, education, and exotic mammal eradication. En: Turning the tide: the eradication of invasive species: 293–300. Veitch, C. R. y Clout, M. N. (Eds). Cambridge: IUCN SSC Invasive Species Specialist Group of the World Conservation Union.
- Towns, D. R., Atkinson, I. A. E. y Daugherty, C. H. 2006. Have the harmful effects of introduced rats on islands been exaggerated? Biological Invasions, 8: 863-891.