



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MEXICO

00361 21
2ij

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ERRADICACION DE GATOS Y RATAS
EN UNA ISLA TROPICAL DEL PACIFICO
DE MEXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
(B I O L O G I A)

P R E S E N T A
NIEVES. MA. CRISTINA RODRIGUEZ JUAREZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. HUGH DRUMMOND DUREY

MEXICO, D.F.

1998

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

264023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Al equipo de matagatos

(Hugh, Chero, Martín, Gonzalo, Angel, Mina, Emilio, Armando,
Joaquín)

RESUMEN

La Isla Isabel es una pequeña isla tropical con selva baja caducifolia de aproximadamente 2km². En la isla, se reproducen nueve especies de aves marinas y habitan seis especies de reptiles, de las cuales el 55% y 50%, respectivamente, están en peligro de extinción. Hace más de ocho décadas se introdujeron ratas (*Rattus rattus*) y gatos (*Felis catus*), y en 1990 - 1991 se estimó cerca de 113 gatos/km². La dieta de los gatos estaba constituida por reptiles en un 24%, y cada año los gatos depredaban 25% de las pericotas (*Sterna fuscata*). Se calculó que la colonia de pericotas tenía una expectativa de vida de sólo 15 años.

En octubre de 1995, se inició un programa de erradicación de gatos y ratas. Durante nueve días, 15 personas trazaron un total de 94 transectos paralelos cada 20 m, y sobre los transectos marcaron y numeraron 1227 puntos. Cada 100 m sobre los transectos se colocó una estación (tubo de PVC), para hacer un total de 247 estaciones. Para erradicar las ratas, se colocó Talon (brodifacoum, veneno anticoagulante) diariamente durante 40 días en el suelo cada 20 m, en los puntos y en estaciones. En los acantilados se arrojó veneno hacia abajo aproximadamente cada 20 m. Todos los días se registró en las estaciones si el veneno estaba presente, ausente o roído. El 48% del total de los cubos se registró como desaparecido ó roído. El porcentaje de consumo en cinco de siete zonas aumentó entre 18 y 80 %, entre los días 25 y 35 y luego disminuyó pero nunca llegó a cero. En dos zonas, el porcentaje de consumo aumentó a través del tiempo. La erradicación de ratas no tuvo éxito.

La erradicación de gatos se realizó mediante una campaña intensiva y tres fases de seguimiento durante 81 días en total, repartidos entre 1995, 1996, 1997 y 1998. Se utilizaron tres técnicas: envenenamiento (cebos de pescado, pollo y atún), trampeo (trampas de cebo) y cacerías. En la campaña intensiva se colgaron cebos de pescado cada 40 m en toda la superficie de la isla. El 12% (295/2382) de los cebos se consumió. El consumo fue alto los primeros días y progresivamente se acercó a cero. La mayoría de los gatos se erradicaron en menos de una semana aunque sólo se encontraron 33 gatos muertos. En los seguimientos 1 y 2, se consumieron, respectivamente, 6% (9/154) de cebos de atún y 34% (267/780) cebos de pollo y pescado. En total se colocaron 158 trampas y se cazó durante 48 días. Actualmente no hay indicios de que algún gato viva en la isla.

Catorce meses después de la campaña intensiva de erradicación de gatos, aumentó la abundancia de ratas en los diferentes hábitats de la isla y se diseñó un programa de control de ratas en la Bahía de los Pescadores. En los tres años siguientes a la erradicación de gatos, se observó un incremento rápido en la abundancia de reptiles en los diferentes hábitats de la isla. De 1996 a 1998, disminuyó el número de pericotas depredadas y decenas de juveniles se incorporaron a la colonia cada año.

Se platicó con la comunidad de pescadores de San Blas y de Boca de Camichín, Nayarit sobre la importancia de conservar y proteger a la fauna nativa, del programa de erradicación de gatos y el control de ratas y la importancia de no reintroducir gatos. Los pescadores apoyaron el programa de erradicación de gatos y control de ratas.

Este es el primer reporte de erradicación de gatos ferales en una isla tropical mexicana y la erradicación se combinó con investigación, educación ambiental y participación de las comunidades.

INDICE

INTRODUCCION	1
Especies introducidas más comunes.	3
Métodos para erradicar mamíferos introducidos de islas oceánicas	5
Fauna introducida en islas oceánicas del Pacífico Mexicano	7
Problemática en el Parque Nacional Isla Isabel	9
OBJETIVOS	11
METODOS Y RESULTADOS	11
Area de trabajo	12
Paisaje, fauna y flora de las zonas de trabajo	12
Erradicación de ratas	14
Erradicación de gatos	16
(1) Técnicas	16
Envenenamiento	
Trampeos	
Cacerías	
(2) Campaña Intensiva	18
Envenenamiento	
Trampeos	
Cacerías	
(3) Seguimiento 1	20
Envenenamiento	
Trampeo	
Cacerías	
(4) Seguimiento 2	21
Envenenamiento	
Trampeos	
Cacerías	
(5) Seguimiento 3	23
Trampeos	

Cacerías	
(6) Resumen de resultados	23
Consecuencias de la Erradicacion de Gatos	24
Abundancia de ratas	
Abundancia de pericotas	
Abundancia de reptiles	
Concientizacion y participacion de los pescadores	26
DISCUSION	27
Erradicación de ratas	
Erradicación de gatos	
RECOMENDACIONES	29
LITERATURA CITADA	30

INTRODUCCION

El hombre ha utilizado y explotado los recursos naturales provocando un deterioro rápido y en muchas ocasiones la pérdida irreversible de especies. Actualmente la tasa de pérdida de especies se asemeja a la ocurrida entre la era Paleozoica y Mesozoica, hace 65 millones de años. Ehrlich y Ehrlich (1987) predijeron que debido a la acción del hombre sobre los recursos naturales para el año 2000, una de cada cincuenta especies del total que había en la tierra estará extinta. Los daños que el hombre causa a los recursos naturales, podrían agruparse en dos categorías: 1) por contaminación y uso inapropiado de los recursos y 2) por la introducción de flora y fauna (Coblentz 1990).

La introducción de fauna y flora del continente a islas oceánicas es una de las causas de mayor pérdida de biodiversidad a nivel mundial debido a que su actividad modifica los ecosistemas y la flora y fauna introducida compete por recursos, depreda y parasita a la fauna y flora nativa. Por ejemplo, el 93% de las 93 especies y 83 de las subespecies de aves que se han extinto a partir del año 1600 vivían en islas (King 1981), y el 53% de las aves en peligro de extinción son especies nativas de islas (Merton 1978).

En el siglo XV, cuando el hombre europeo comenzó a arribar a las islas oceánicas se introdujeron mamíferos domésticos como cabras, liebres, conejos, cerdos, vacas, ciervos, chivos y burros con el objetivo de tener alimento fresco durante su estancia, para cazarlos como deporte o como animales de carga ((Atkinson 1985, Shofield 1989). Se introdujeron pequeños roedores accidentalmente al trasladar cargamentos, al realizar operaciones militares o por embarcaciones pesqueras o de turismo, convirtiéndose en pocos años en plagas. Para controlar a las ratas muchas veces se introdujeron gatos, que no siempre controlaron las ratas pero sí depredaron la fauna nativa (Moors 1985, Brockie et al. 1988). Los pastos se introdujeron para alimentar a mamíferos herbívoros como chivos, ciervos y burros, los arboles frutales para tener alimento fresco y otras plantas para ornato (Brockie et al. 1988).

Los mamíferos carnívoros (gatos o perros) que se introducen a las islas, muchas veces disminuyen o extinguen a las poblaciones nativas de reptiles, aves y mamíferos (Jones 1977, Van Aarde 1980, Apps 1983, Konecny 1987, Brockie et al. 1988, Schofield 1989, Parkes 1990, Bloomer y Bester 1990,

Fitzgerlad et al. 1991). Esto se debe a que las especies nativas son poco competitivas comparadas con las especies del continente, no temen a los depredadores porque jamás han estado expuestas a ellos y por lo tanto no han evolucionado mecanismos que les permitan contrarrestar los efectos de las especies del continente. Además, el tamaño efectivo de las poblaciones frecuentemente es pequeño comparado con las poblaciones del continente, aumentando la probabilidad de extinción (Diamond 1985, Rauzon 1992). Los conejos, liebres, burros, ciervos, cabras y ganado afectan la distribución de la flora nativa, la estructura del sustrato y el reciclaje de nutrientes.

La importancia de las islas oceánicas no sólo radica en que suelen tener ensamblajes de flora y fauna únicos sino también por que su lejanía de centros de dispersión y el aislamiento que limita el flujo génico han permitido pensar en ellas como sistemas naturales ideales para poner a prueba predicciones teóricas sobre dinámica poblacional, selección natural y especiación (Mac Arthur y Wilson 1967, Case 1978, 1982, Plumer 1987, Shine 1987, Parker y Plumer 1987, King 1989, King y Lawson 1997). De hecho, Charles Darwin (1859) después de observar y comparar la diversidad de plantas y animales en decenas de islas desarrolló la Teoría de la Evolución de las Especies a través de Selección Natural y Selección Sexual.

Las especies que viven en islas comúnmente presentan atributos diferentes a las poblaciones continentales. Algunos ejemplos son: el gigantismo en reptiles, la pérdida de vuelo en aves y el dioicismo en plantas (Brockie et al., 1988). Estas características son posiblemente resultado de que las especies han permanecido aisladas del continente por períodos de tiempo largos y su fisiología y conducta son moldeadas por presiones de selección locales. Las presiones de selección varían entre ambientes dando como resultado que características de los individuos que en ciertos ambientes son favorecidas por la selección, en otro ambiente podrían ser castigadas y posiblemente eliminadas.

Especies introducidas más comunes

Las ratas son los mamíferos introducidos más comunes en las islas del mundo. La presencia de ratas en las islas oceánicas se ha registrado a partir del siglo XV y su dispersión está asociada con la fundación de colonias europeas en Asia, Oceanía y América (Atkinson, 1985). Las ratas llegaron a las islas en barcos mercantes, pesqueros, balleneros, o bien, por el hundimiento de barcos infestados de ratas cerca de un archipiélago o una isla. El pico de dispersión de ratas en islas ocurrió entre 1941 y 1960 durante la segunda guerra mundial, cuando las islas funcionaban como bases militares (Atkinson 1985). En 1988 se estimó que el 82% de las islas del mundo tenían ratas o ratones, siendo las más comunes R. rattus y R. norvegicus pero también se pueden encontrar Mus musculus y R. exulans (Brokie et al. 1988).

En las islas, las ratas comen huevos, crías y adultos de aves (Fleet 1972), lagartijas (Whitaker 1978), insectos (Ramsay 1978), moluscos terrestres (Meads et al. 1984), y semillas y plántulas (Clark 1981). La depredación de los roedores ha causado frecuentemente la desaparición de poblaciones de aves nativas o endémicas (Moors y Atkinson 1984, Atkinson 1985, Diamond 1985, , Moors 1985, Fitzgerald et al. 1991). Los roedores nativos muchas veces son desplazados y extinguidos de sus hábitats por roedores introducidos (Brosset, 1963). Atkinson (1985) encontró que en Oceanía el 78% de las 123 islas presentaron ratas introducidas. En Nueva Zelanda las ratas han colonizado alrededor de 57 islotes, depredando la flora y la fauna, compitiendo con los mamíferos nativos, alterando la distribución de la fauna y modificando las zonas de anidación de aves marinas, mientras que en Hawaii por lo menos 44 especies de aves marinas se han extinguido por la introducción de roedores (Merton 1970).

La introducción de **gatos domésticos** en islas oceánicas por lo general ha sido para controlar las ratas introducidas, pero muchas veces las ratas han dejado de ser parte importante de la dieta de los gatos, mientras que las aves marinas (Veitch, 1985), conejos, liebres, reptiles e insectos se vuelven su alimento principal (Apps, 1983; van Resnsburg y Bester, 1988; Van Aarde, 1980, Bloomer y Bester 1990).

Las aves de las islas son presas vulnerables de los gatos debido a que algunas han perdido su capacidad de volar, anidan en el suelo y carecen de mecanismos de defensa (van Aarade 1980, Apps 1983, Moors 1985, Veitch 1985, Fitzgerald et al. 1991, Bloomer y Bester 1992, Rauzon 1992). Fitzgerald (1988) reportó que en isla Stewart e isla Little Barrier de Nueva Zelanda, en isla Gran Canaria, Heisker y Helgoland del Atlántico norte, en isla Dassen de Sudáfrica en y isla Macquarie e isla Marion del Océano Indico, las aves son en promedio 51% más frecuentes en la dieta de los gatos que en el continente, donde las presas más comunes fueron: Gygis alba, Sterna fuscata, Anous stolidus, Puffinus sp. Fregata sp. Pelecanus sp. Oceanodroma sp, Bulweria, Pterodroma, Pachyptila, y Halobaena. En el continente el promedio de ocurrencia de aves en la dieta de los gatos es del 21%.

En Isla Marion en el Océano Indico, lo gatos depredaron 450,000 nidos de petreles al año (Bloomer y Bester 1992), mientras que en la isla Starbuck en Hawaii se estimó que los gatos mataban 1000 fragatas (Fregata sp) y bobos de patas rojas (Sula sula) por noche (Kirkpatrick y Rauzon 1986). En 15 islas de Nueva Zelanda los gatos exterminaron seis especies endémicas de aves y provocaron la extinción local de otras 70 especies de aves (Merton 1970).

Por sus hábitos alimenticios, **las cabras, los burros, los conejos, los ciervos y cerdos** han afectado principalmente la flora nativa de las islas oceánicas (Atkinson y Bell 1973). Los mamíferos herbívoros son capaces de devastar la comunidad vegetal en tan sólo dos décadas ya que se alimentan de semillas, hierbas, raíces, pastos, arbustos, árboles y cactáceas. Los cerdos depredan huevos y crías de aves así como semillas y plántulas.

En el archipiélago de las Islas Galápagos, la Isla James con una extensión de 42 km² tiene cerca de 80,000 cabras (Calvopina 1985), y debido a sus hábitos alimentarios 15% de la superficie de la isla está desforestada. En 1992, se estimó que en la Isla Guadalupe, México había una población de cabras de alrededor de 70 mil para una superficie aproximada de 300 km², y dos años después (1994) se registró que 99% de la isla estaba desforestada y 1% del bosque que se conservaba estaba en tres fragmentos (Ibarra 1995). La pérdida de biodiversidad fue de alrededor de 40 especies de plantas y 10 especies de aves (Ibarra 1995).

Schofield (1989) estimó que en Isla Floreana, Isabela y San Cristóbal la población de cerdos cimarrones era alrededor de 10,000 y en isla Floreana había de 500 a 700 burros.

Métodos para erradicar mamíferos introducidos de islas oceánicas

En la última década se han realizado diversas campañas para controlar o erradicar ratas, gatos, cabras, burros, ciervos y cerdos. Las técnicas que se han utilizado son cacerías, trampeos y envenenamientos.

Los principios básicos para erradicar son: 1) realizar el programa de erradicación cuando las fuentes de alimento sean escasas para la especie que se desea erradicar, 2) empezar con una campaña intensiva para eliminar el mayor número de individuos en un período de tiempo corto, 3) dar seguimiento del programa de erradicación hasta eliminar al último individuo, y 4) generar programas de educación ambiental que divulguen la importancia de la erradicación y la no reintroducción de especies del continente (Veitch 1983, 1985, 1991).

Para erradicar ratas en Nueva Zelanda se han utilizado venenos anticoagulantes, 1080 y warfarina. Actualmente el veneno más eficaz es un anticoagulante llamado Talon (brodifacoum) que es específico para mamíferos. El Talon se utiliza en bajas concentraciones y 4 g de veneno son suficientes para matar un ratón. El roedor muere tres o cuatro días después de comer el veneno, sin que se desarrolle resistencia o rechazo al veneno.

Debido a la especificidad del Talon, y a las bajas concentraciones en que se utiliza, los animales carroñeros o depredadores secundarios no son afectados. Por ejemplo, Kaukeinen (1982) alimentó cinco lechuzas con roedores que previamente habían ingerido Talon y ninguna murió; además el color azul del Talon reduce la aceptabilidad para aves. Para humanos el Talon no es mortalmente tóxico debido a las bajas concentraciones, pero en caso de que alguien ingiera grandes cantidades, la vitamina K es el antídoto (Kaukeinen, 1982).

El Talon se presenta en cubos de 1 cm³ de color azul y en pelets. Ambas presentaciones pueden colocarse en tubos de plástico de 300 mm de largo por

100 mm de diámetro (estaciones, Taylor y Thomas 1989). Al utilizar estaciones se evita que aves o mamíferos más grandes coman el Talon. En el centro de la estación se pone un cúbito parafinado o pellets. La distancia entre estaciones depende del ámbito hogareño de cada especie. Es necesario incluir toda la superficie de la isla donde se intente erradicar y revisar

En 1990, en Nueva Zelanda, se reportaron 28 erradicaciones exitosas de ratas en islas, utilizando envenenamiento y trampeos (Tabla 1). Para 1997 se habían realizado alrededor de 57 erradicaciones exitosas en Nueva Zelanda (Veitch 1997).

Para erradicar a los gatos se han utilizado principalmente cuatro métodos.

Diseminación de virus específicos: El virus de panleucopenia o enteritis felina se utilizó en Isla Marion en Sudáfrica. El virus provoca cambios hematológicos debido a la destrucción y disminución de células blancas de la sangre, continuando con una rápida deshidratación. El virus reduce la densidad pero no elimina todos los gatos (Van Rensburg et al. 1987).

Venenos: Se ha utilizado el componente 1080 (monofluoracetato de sodio) desde 1954 en Australia y Nueva Zelanda (Veitch et al. 1992). Rauzon (1992) en isla Jarvis, Hawaii utilizó CAT (componente N-3cloro-4-metilfenil a etamida). El 1080 es inyectado con jeringas veterinarias en pequeños trozos de pescado fresco del tamaño de un bocado (Veitch y Bell 1989). El cebo debe contener la dosis necesaria para matar un individuo. Para gatos son suficientes 2 mg/kg del componente 1080 (Eason y Trampton 1991). Una alternativa es inyectar en trozos de pescado 4 ml de solución a [0.05%] o inyectar 1 ml de solución al [0.2%].

Los animales carroñeros pueden intoxicarse accidentalmente comiendo los cadáveres de gatos envenenados, por lo que es importante enterrarlos o incinerarlos. En 28 campañas de erradicación de ratas, gatos y cabras introducidos en islas de Nueva Zelanda se ha utilizado 1080, sin que se afecte a otras especies o se contamine suelo o mantos acuíferos.

Trampeos: Las trampas más efectivas al parecer son los cepos. Los cepos se transportan con facilidad por caminos topográficamente accidentados y de acceso difícil. Es importante que los cepos se oculten con tierra y hojas, que el cebo con el que se atrae al gato sea natural y oloroso y que el camino a los lados

del cepe se cierre con ramas, troncos y hojas, obligando al gato a caminar sobre el para acercarse al cebo (Veitch, 1983, 1985, 1991).

Cacerías con perros y cacerías con armas de fuego: En sitios con densidades altas de gatos y para eliminar a los últimos individuos que no se capturaron con otros métodos, la cacería es posiblemente el método más eficaz (Veitch 1985).

La erradicación de poblaciones de gatos se ha realizado exitosamente en seis islas de Nueva Zelanda (Tabla 1), y en Isla Jarvis en Hawaii.

Las cabras ferales se han erradicado desde 1936 de 16 islas oceánicas alrededor de Nueva Zelanda (Parkes 1990). Los métodos que han utilizado son cacerías con perros y armas de fuego. Para que estos métodos funcionen es vital que los cazadores sean profesionales (Schofiel 1989, Parkes 1990, Coblentz 1990, Calvopina 1985, Brockie et al. 1988). Las cercas electrificadas y sin electrificar se han utilizado como método de exclusión (Parker 1984). En el Parque Nacional Heleakala en Hawaii se utilizó una cerca de 53 km de largo para controlar a los cerdos; en poco tiempo se observó que en las zonas sin cerdos la vegetación se regeneraba rápidamente. Además se ha utilizado veneno (componente 1080) en presentación de gel (Parkes 1990). El veneno se embarra en las hojas del follaje del que se alimentan los herbívoros. El uso del veneno debe hacerse cuando el riesgo para otras especies "no blanco" sea mínimo (Parkes 1990).

Los programas de erradicación de especies introducidas en islas oceánicas al combinarse con investigación, educación ambiental, participación de las comunidades en el manejo y conservación de los recursos nativos, podrían funcionar como un modelo integral que haga que los proyectos de biología de la conservación tengan éxito.

Fauna introducida en islas oceánicas del Pacífico mexicano

México cuenta con 239 islas, 23 cayos y 20 arrecifes (Régimen Jurídico e Inventario de las Islas, Cayos y Arrecifes del Territorio Nacional 1981). En el Pacífico mexicano el 25.6% (36/144) de las islas tiene fauna introducida y el 11.1% (16/144) posiblemente presenta ratas y/o gatos. En las islas oceánicas de

México las ratas, los gatos, los perros, los chivos, los borregos, los burros, los cerdos y los conejos son los mamíferos introducidos más comunes (Tabla 2). De las islas protegidas por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), por lo el menos 50% presentan fauna introducida

En tres islas, una del Golfo de California y dos del Pacífico mexicano, se han realizado proyectos de erradicación de ratas y gatos ferales. En Isla Rasa, una isla de 0.06 km², de clima templado, topografía plana y desprovista de vegetación, se realizó una campaña para erradicar a R. norvegicus y M. musculus en enero de 1995. Se utilizó Brodifacoum en dos presentaciones: 1) cubos parafinados y 2) pellets. El veneno se colocó en estaciones durante casi seis semanas entre enero, febrero y marzo de 1995 (obs. pers.). En junio de 1997 no se encontraron registros de roedores, por lo que posiblemente la erradicación fue exitosa (E. Velarde com. pers.).

En Isla San Roque, una isla de 0.5 km² y sin vegetación, se inició la erradicación de la rata gris en noviembre de 1994. Se utilizó Bromethalin y Brodifacoum, colocados en 80 estaciones que estaban a 50 m de distancia entre sí. Los pocos gatos que había se capturaron por trampeo (B. Tershy com. pers). En Isla Coronado Norte, que cuenta con una superficie de 13 km², se erradicaron a 15 gatos en noviembre de 1995 (B. Tershy com. pers.). Dos años después (1997), ambas islas estaban libres de gatos y ratas (B. Tershy com. pers.).

En el presente programa se erradicaron los gatos ferales (Felis catus) y se intentó erradicar, sin éxito, a la rata gris (Rattus rattus) de la Isla Isabel, Nayarit. Un objetivo inmediato fue detener la depredación de los gatos sobre las pericotas (Sterna fuscata), la lagartija espinosa (Sceloporus clarki) y la iguana verde (Iguana iguana).

Problemática en el Parque Nacional Isla Isabel

La Isla Isabel es una pequeña isla volcánica y tropical frente a la costa de Nayarit. Presenta una longitud aproximada de 2000 m, una anchura máxima de 700 m y una altitud de 85 m. Es de origen volcánico con topografía accidentada y cubierta en la mayor parte de su superficie por selva baja caducifolia.

La Isla Isabel es un importante lugar de reproducción de nueve especies de aves marinas: el bobo de patas azules (*Sula nebouxii*), el bobo café (*S. leucogaster*), el bobo de patas rojas (*S. sula*), la pericota (*Sterna fuscata*), y el ave del trópico (*Phaethon aethereus*); los reptiles son la iguana café (*Ctenosaura pectinata*), la iguana verde (*Iguana iguana*) y la lagartija espinosa (*Sceloporus clarkii*). Además, por lo menos cuatro especies de aves, *Oceanodroma leucorhoa*, *O. melanis*, *Puffinus puffinus creatopus*, y *P. auricularis*, podrían anidar en la isla ya que está se encuentra dentro de su área de distribución geográfica y cuenta con los hábitats aparentemente adecuados para su establecimiento (Wingfield com. pers); su ausencia podría deberse a la perturbación causada por los gatos y las ratas. El 55% (5/9) de las especies de aves y el 50% (3/6) de las especies de reptiles que viven en la isla son consideradas como especies en peligro de extinción por el Gobierno de México (Secretaría de Desarrollo Social 1994).

En 1995 existía un problema creciente de depredación por gatos hacia las aves marinas y los reptiles nativos. Hace más de ocho décadas se introdujeron ratas y gatos domésticos (Gaviño y Uribe 1978; Canela 1991). Gaviño y Uribe (1978) encontraron que las ratas al parecer se alimentaban de huevos de aves marinas y pastos.

Un estudio de la dieta y abundancia de los gatos en la isla, mostró que en diciembre de 1990 y marzo, mayo y julio de 1991 los gatos se alimentaron principalmente de aves marinas, que los reptiles constituían el 24% de la dieta, mientras que las ratas sólo estaban presentes en el 1% de su dieta. (datos no publicados, Facultad de Ciencias, Instituto de Ecología, UNAM). También se encontró que los gatos depredaron al 25% de las 1,358 pericotas reproductivas y que el 37% de las 323 excretas de gatos analizadas contenían restos de pericota.

En mayo cuando anidaban las pericotas, la presencia de restos de pescado en las excretas de los gatos disminuyó del 58% al 15%.

La depredación a las pericotas es el ejemplo más conspicuo y dramático del efecto de los gatos sobre la fauna nativa en Isla Isabel. De todas las aves marinas que anidan en la isla, las pericotas al parecer son las más susceptibles a la depredación por gatos, probablemente porque son las de talla más pequeña (30 cm de largo) y anidan en el suelo de forma agregada. Estas aves migratorias se reproducen anualmente, ponen un solo huevo que se incuba durante 28 días; las crías son alimentadas por ambos padres y tardan en promedio 60 días para poder volar y cinco años para reproducirse por primera vez (Ashmole, 1963; Vermeer y Rankin 1984). En Isla Isabel la colonia de pericotas disminuyó en sólo trece años (1978-1991) de 150,000 nidos (aproximadamente; Gaviño y Uribe, 1978) a menos de 1,000 (datos no publicados, Facultad de Ciencias, Instituto de Ecología, UNAM).

Bajo el supuesto de que la depredación por gatos es la causa principal de mortalidad y del fracaso reproductivo de las pericotas, y con base en un modelo matemático, se estimó que a partir de 1991 la colonia tenía una expectativa de vida de 15 años (Macías-García, datos no publicados). Lo anterior es probablemente optimista ya que el éxito reproductivo de la colonia también está afectado por depredación a las crías por parte de la culebra falsa coralillo (Lampropeltis triangulum) (Rodríguez 1994) y algunas veces los pescadores roban los huevos.

Para cuatro zonas de la isla se estimó una población de 226 gatos, con una densidad de 113 gatos por km² (datos no publicados, Facultad de Ciencias, Instituto de Ecología, UNAM), siendo a nivel mundial la tercera isla con mayor densidad de gatos por km². Sólo la Isla Cousine y Herekopare de Nueva Zelanda con 220 y 118 gatos/km², respectivamente (Fitzgerald y Veitch 1985), superan la densidad de gatos de la Isla Isabel.

OBJETIVOS

Decidimos erradicar a la rata gris y a los gatos en el mismo período de tiempo, aún cuando no se conocía la dieta y dinámica poblacional de las ratas, debido a que el esfuerzo inicial en el trabajo de campo sería similar si sólo se intentaba erradicar gatos (recomendación del Dr. D. Veitch, experto en erradicación de fauna nociva de islas),

Los objetivos específicos fueron:

1. Erradicar los gatos y las ratas.
2. Estimar los efectos de la eliminación de gatos sobre la población de pericotas.
3. Hacer un seguimiento del programa de gatos y ratas hasta eliminar a los últimos individuos, y confirmarlo.
4. Hacer partícipes a las comunidades de pescadores de San Blas y Boca de Camichín, Nayarit de los efectos que tiene la fauna introducida sobre las especies nativas de la isla y la importancia de conservarlas.

METODOS Y RESULTADOS

La erradicación de ratas la realizamos durante 40 días en octubre, noviembre y diciembre de 1995 y la erradicación de gatos en 81 días en total, repartidos entre 1995, 1996, 1997 y 1998. El programa consistió en varias fases y el diseño de cada fase dependió de los resultados de la fase anterior por lo que los métodos y resultados de cada fase se reportan juntos.

Area de trabajo

En octubre de 1995, definimos 11 zonas de trabajo con base en la topografía y la vegetación (Fig. 1). Para tener acceso, 15 personas trabajamos 10 h diarias, durante nueve días (22 al 29 de octubre), abriendo transectos con machete, quitando troncos y ramas y cortando maleza. Esto fue en parte, consecuencia de que en octubre de 1994, el huracán "Rosa" atravesó la isla derribando miles de arboles y en 1995 el huracán "Ismael" tiró más arboles que estaban de pie. A causa de estos dos huracanes, los dos caminos que existían en la isla, quedaron intransitables ya que troncos, ramas y maleza los bloquearon. Marcamos 94 transectos paralelos cada 20 m (Fig. 1), sobre los cuales con cintas plásticas de color marcamos y numeramos 1227 puntos donde posteriormente se colocarían venenos cada 20 m. El número de transectos, de puntos marcados y de estaciones por zona se enlistan en la Tabla 3. En los islotes se arrojó veneno cada 20 m.

Paisaje, fauna y flora de las zonas de trabajo

Cerro del Faro. Es un monte al sur de la isla, con grandes acantilados al sur, este y oeste. La vegetación en la cima y en la ladera noreste son manchones pequeños de pastos y macoyos; en la falda norte del cerro hay pastizales que alcanzan hasta un metro de alto y parches de bosque de ruache. En este cerro anida el mayor número de bobos cafés y algunos bobos de patas azules.

Bahía de los Pescadores. Es una planicie ubicada en las faldas del Cerro del Faro, que funciona como bahía de desembarco para los pescadores. La presencia humana la hace ser una de las zonas más perturbadas de la isla. Además, durante los años setentas SEDUE (ahora, SEMARNAP) inició la construcción de un edificio, destinado a actividades turísticas, y tres dormitorios para los pescadores que quedaron en obra negra. La vegetación consiste en pastizales, bosque de ruache (*Crataeva tapia*), plantaciones de caña, coco, papayos, y algunas sandías.

Monte Transverso. Limita al sur con la Bahía de los Pescadores y al oeste con el Acantilado Mayor. Presenta pastos, árboles de ruache, platanares, piñas y limón.

Costa Fragatas. Limita al oeste con el Lago Cráter y al norte con el Bosque de las Monas. Incluye una franja rocosa de aproximadamente 100 m de largo entre la orilla y la vegetación. La vegetación consta de pastizales, macoyos y bosque de ruache. Es sitio de anidación de gaviotas, bobo café, bobo de patas azules y fragatas. Al sureste de Costa Fragatas se encuentra el Islote Alcatraz, que es completamente rocoso, escaso de vegetación y donde anida el mayor número de gaviotas y algunos bobos cafés.

Acantilado Mayor. Este cerro es el límite oeste y el sitio más alto de la isla, con una altura de 85 m y aproximadamente 170 m de largo en su base. Se localiza entre la Bahía de los Pescadores y la Planicie Oeste. Su topografía es accidentada con un gran acantilado hacia el oeste. Está cubierto por un denso bosque de ruache que dificulta el acceso; en la falda noroeste del acantilado se encuentra un extenso plantío de piña.

Bosque de las Monas. Limita al sur con Costa Fragatas, al oeste con el Cerro de los Pelicanos y al norte con el Pastizal de las Pericotas. Es una planicie donde predomina el bosque de ruache. Ahí anida el mayor número de bobo de patas azules y algunos bobos cafés. Frente al Bosque de las Monas hay tres pequeños islotes: a) la golondrina, donde anida la golondrina de mar y b) dos morros conocidos como Las Monas, donde anidan golondrinas de mar y rabijuncos.

Cerro de los Pelicanos. Este monte limita al este con el Bosque de las Monas y al oeste con el Acantilado Mayor. La topografía es accidentada con pequeños acantilados en su ladera oeste y está cubierto por bosque de ruache. Es el principal sitio de anidación del pelicano café.

Pastizal de las Pericotas. Está a las faldas del Cerro de los Pelicanos. Abundan los pastos y macoyos, y se observan árboles de ruache. Existe una franja rocosa entre el mar y la vegetación, de aproximadamente 40 m de ancho. En primavera llegan a anidar las pericotas.

Pastizal Norte de la Vereda Central. Se ubica entre el Cerro de los Pelícanos y la Planicie Oeste. Es un gran pastizal con algunos árboles de ruache, montículos de roca volcánica, y plantaciones de plátano, caña de azúcar y piña. Aquí se encuentra un pequeño ojo de agua, que es una pequeña poza de agua salobre. Esta es la única zona donde se ha observado a la lagartija espinosa, especie casi extinta posiblemente por la depredación de los gatos.

Lago Cráter. El cráter volcánico se encuentra al sureste, limita al este con Costa Fragatas, y al oeste con el Acantilado Mayor. La topografía es accidentada y con pequeños acantilados y la vegetación que lo rodea es bosque de ruache. En medio se encuentra un lago verdoso y brillante, hipersalino y con un diámetro de 270 m (Alcocer et al. en prensa).

Planicie Oeste. Limita al suroeste con el Acantilado Mayor y al este con el Cerro de los Pelícanos. Hay pastizales y bosque de ruache, y a la mitad del bosque se encuentra un área de lava sin vegetación que es único en la isla. Hay dos islotes: El Cerro Pelón donde anidan gaviotas parda (*Larus heermanni*) y Punta Gaviota, en donde además de gaviotas anidan bobos cafés.

Erradicación de Ratas

Método. Cada 100 m sobre los transectos (es decir, un punto sí cuatro no) colocamos una estación que consistió en un tubo de PVC de 400 mm de largo y 100 mm de diámetro cerrado de un extremo y con la boca a 15 cm por arriba del piso con un ángulo de 45°. En total fueron 247 estaciones. Del 30 de octubre al 8 de diciembre (40 días), seis equipos de cuatro personas colocamos diariamente en las 11 zonas cubos de Talon de 20 g y de 2.5 cm³. Los cubos los colocamos: a) en los 980 puntos directamente en el suelo cada 20 m cerca de los puntos, y b) en las 247 estaciones.

Todos los días de 0600 a 1200 h en los 980 puntos colocábamos un nuevo cubo de Talon cuando no se veía el cubo puesto el día anterior. En las 247

estaciones, registramos todos los días si el cubo en las estaciones estaba ausente, presente y roído o presente e intacto. Cuando el cubo estaba roído o era ausente, colocábamos uno nuevo.

En los acantilados del Cerro de los Pelícanos, del Acantilado Mayor y del Lago Cráter y en Punta Gaviotas se arrojaba veneno hacia abajo aproximadamente cada 20 m. El 30 de octubre arrojamos 50 y 30 cubos a los islotes del Cerro Pelón y Las Monas, respectivamente.

En la segunda semana de diciembre decidimos detener la distribución de los cubos a pesar de que el consumo seguía, debido a que miles de fragatas y cientos de bobos de patas azules iniciaron la reproducción. El caminar por toda la isla colocando cubos y revisando estaciones ocasionaba que parejas que cortejaban se desintegraran, o que las fragatas abandonaran su nido; siendo común que si había un huevo en el nido, esté cayera al piso cuando otras fragatas intentaban ocupar el nido abandonado.

Para analizar el porcentaje de consumo a través del tiempo, agrupamos los datos en bloques de cinco días. Por la homogeneidad del paisaje y por la similitud de proporción de consumo, los datos de las zonas de bosque se agruparon en una sola (Bosque de las Monas, Acantilado Mayor, Lago Cráter, Cerro de los Pelícanos y Planicie Oeste).

Resultados. Del total de cubos en las estaciones, durante los 40 días, un 48% (n=4789 cubos) se registró como desaparecido o roído. El porcentaje de consumo en cinco de siete zonas se incrementó progresivamente hasta alcanzar un máximo de entre 18 a 80 %, entre los días 25 a 35; después, el consumo disminuyó ligeramente (Fig. 2). En Costa Fragatas el porcentaje de consumo no mostró un patrón claro; el máximo fue el día 25 para después disminuir ligeramente, pero al día 40 el consumo se incrementó (Fig. 2). En el Pastizal norte de la vereda central el porcentaje de consumo siempre fue en aumento y nunca disminuyó (Fig. 2).

Al parar la distribución de cebos, el consumo aun era substancial, con consumos que variaban entre 7 y 86%. En las extensas zonas de bosque, el consumo en el día 40 variaba entre 50 y 70% y la baja en el consumo era pequeña y lenta (Fig. 3).

Al revisar las estaciones comúnmente se encontraban excretas de rata y marcas de dientes incisivos en los cubos. Sin embargo, en la segunda semana de noviembre el cazador encontró dentro de varias estaciones a decenas de cucarachas comiendo el cubo.

Erradicación de Gatos

Para erradicar a los gatos utilizamos tres técnicas: envenenamiento, trampeo (trampas de cebo) y cacerías. Los gatos que encontramos envenenados, en trampas o se cazaron los sexados, medimos y pesamos y luego se enterraron o se incineraron.

(1) Técnicas

Envenenamiento

En abril de 1995 probamos la presentación de los cebos, con el objetivo de encontrar un método que evitara que especies "no blanco" (cangrejos, iguanas, lagartijas, etc.) las comieran. En las pruebas preliminares los cebos fueron cubos de pescado fresco (de diversas especies) sin veneno, sin escamas y sin huesos, de aproximadamente 3 cm³ y 16 g. En el pastizal norte de la vereda central, de troncos y ramas se colgaron 28 cebos con hilo nailon, 14 a 40 cm y cinco a 20 cm del suelo, y nueve cebos a 40 cm del piso sobre estacas de madera clavadas en la tierra. De 1600 a 1800 h observamos los cebos para ver qué animal los comía. Al día siguiente registramos entre las 0600 y las 0730 h cuantos cebos habían desaparecido.

Observamos a dos gatos de diferente pelaje comer los cebos que colgaban del hilo nailon y que estaban en estacas. Desaparecieron 64% (9/14) de los cebos colgados y 100% (9/9) de los cebos en estacas. De los cinco cebos que estaban a 20 cm del piso, ninguno desapareció. Encontramos huellas de gatos en los lugares donde los cebos de pescado desaparecieron. No observamos que iguanas, lagartijas o cangrejos comieran los cebos colgados o en estacas, por lo que posiblemente el riesgo de que especies no blanco tuvieran acceso a los cebos fue muy bajo. La gaviota parda tampoco logró comer los cebos de pescado que colocamos en estacas a pesar de que más de una intentaron por varios minutos.

Con base en este estudio prospectivo, decidimos colgar con hilo nailon cebos de pescado con veneno en troncos y ramas a 40 cm del piso, ya que era más fácil transportar hilo nailon que estacas. Siempre colgamos los cebos entre las 1600 y 1900 h y los revisábamos al día siguiente entre las 0600 y las 0800 h, anotando si

los cebos estaban presentes o ausentes. Los cebos que se encontraban se recogían y se enterraban.

Trampeos

Utilizamos trampas de cebo, colocandolas en sitios abiertos con poca vegetación y con probabilidad de que fueran transitados por los gatos, y en cuevas que podrían funcionar como refugios. Cebamos cada trampa con uno de los siguientes cebos: a) un trozo de pescado fresco (de 9 cm³ y 15 g) cubierto con aceite de pescado, que se clavaba en la corteza del árbol a 40 ó 50 cm del piso, o alimento comercial especial para gatos "9 lives", el cual se untaba sobre la corteza del árbol (el aceite que contenía se regaba cerca de la trampa), b) pequeña bolsa de manta que tenía en su interior hojas de Catnip (atrayente para gatos) que se amarraron al árbol, c) arena con orines y excretas de gatos del continente, o d) excretas de gatos con vaselina o un atrayente comercial para gato montés (de composición desconocida). Colocabamos las trampas a 5 cm del árbol donde se había colocado el cebo y las cubríamos ligeramente con hojas y tierra. Además cerrabamos el acceso lateral a la trampa con ramas y rocas, permitiendo el acceso sólo por la parte frontal y obligando al gato a caminar sobre ella para acercarse al cebo (Veitch, 1985).

Cacerías

Dos hombres buscaron gatos por la noche de 2000 a 0100 h. Ambos hombres tenían lámparas de cabeza de 6 V con las que iluminaban en busca del reflejo de los ojos. Cuando encontraban a un gato, uno o los dos lo deslumbraban y sólo uno disparaba. Las cacerías se hicieron con rifle .22 y sólo en el seguimiento 1 durante una salida se utilizó escopeta.

(2) Campaña Intensiva

La campaña intensiva de gatos introducidos se realizó del 21 de octubre al 8 de diciembre, período en que la presencia de aves marinas es mínima, la densidad de reptiles es baja, hay pocos pescadores y el alimento natural escasea (Fig.4).

Envenenamiento

Método. (i) Pescado. Del 2 al 13 de noviembre de 1995, colgamos diariamente 320 cebos en los transectos a 40 m de distancia entre sí (Tabla 3). El número de días que colocamos veneno varió entre las zonas de 6 a 12 días, colocándose un total de 2382 cebos.

(ii) Pollo y pescado. Entre los días 10 y 12 en la Planicie Oeste, Bosque de las Monas y Bahía Pescadores, vimos gatos o encontramos huellas o excretas frescas, por lo que del 14 al 16 (tres días) de noviembre, ofrecimos además de los cebos de pescado, cebos de pollo. El objetivo fue alcanzar a los gatos que no comieron cebos de pescado o ingirieron una dosis subletal debido a cualquiera de estas tres causas: a) el veneno escurrió del cebo, b) el gato comió sólo parte del cebo o c) el veneno se degradó antes de que el gato lo comiera. En las tres zonas colocamos 46 cebos de pollo y 55 de pescado, en un total de 20 transectos, todos a 80 m de distancia entre sí. Los cebos estaban sin huesos y eran de 3 cm³ y 15 g. Alternamos el tipo de cebo y la presentación en cada transecto: un cebo de pollo y el siguiente de pescado, un cebo se colgaba a 40 cm del piso y el siguiente se ofrecía sobre rocas o ramas.

(iii) Atún. El 19 de noviembre vimos un gato en la Planicie Oeste y otro en La Bahía de los Pescadores, y encontramos huellas de gato en la playa de Las Monas. Para erradicar a estos individuos, del 21 al 25 de noviembre (5 días) colocamos en estas zonas el contenido de seis latas de atún con veneno. Colocamos tres platos de plástico con atún envenenado sobre rocas de aproximadamente 40 cm de alto, en cada zona, cerca del sitio donde se vieron gatos. En Las Monas cerca de la playa sobre una roca de aproximadamente 40 cm de altura, se vació el contenido de una lata de atún con veneno.

Resultados. (i) Pescado. Se consumió 12% (295/2382 cebos), en todas las zonas. El análisis de la proporción de consumo se hizo por día y las zonas de

bosque se integraron en una sola. El consumo de cebos envenenados fue alto en los primeros días con una tendencia de acercarse progresivamente a cero al pasar los días (Fig 5 y 6).

En los primeros tres días encontramos cinco gatos muriendo por envenenamiento: dos gatos en la Bahía Pescadores, uno en el Cerro del Faro, uno en Las Monas, y uno en el Pastizal de las Pericotas. Estos gatos se mataron con un golpe en el cráneo. Al tercer día de envenenamiento, en toda la isla se percibía un olor a carne en descomposición; y aunque buscamos entre pastos y arbustos, sólo encontramos 12 cadáveres, todos en estado de descomposición.

Antes de la fase de envenenamiento, en la Bahía de los Pescadores, los pescadores observaban por la noche a decenas de gatos rondando en sus pangas y palapas intentando robar alimento; pero en menos de una semana en la bahía no se observaron gatos por la noche

(ii) Pollo y Pescado. De los cebos de pollo alrededor del 11% desapareció (5/46) y de los cebos de pescado 16% (9/55) estuvo ausente. La presentación y la zona donde desaparecieron los cebos se muestra en la Tabla 4.

(iii) Atún. Del atún que colocamos en la Planicie Oeste, desapareció 66% (6/9). En la Bahía de los Pescadores sólo el contenido de un plato de atún fue consumido y encontramos un gato muerto a 3 m de distancia de donde estaba el plato; ningún cebo más desapareció. En Las Monas, sólo el primer día desapareció el atún.

Trampeos

Método. Del 10 al 16 de noviembre (6 días) de 1995 colocamos diariamente 34 trampas en Monte Transverso, Acantilado Mayor, Pastizal de la Vereda Central, Lago Cráter y Planicie Oeste, Bosque de las Monas y en la Bahía de los Pescadores (Tabla 5).

Resultados. Capturamos a dos gatos (Anexo 1).

Cacerías

Método. En 1995, del 18 al 20 de noviembre (3 días) dos cazadores del Consejo Nacional de la Fauna caminaron de 1900 a 2200 h por las veredas de la isla, intentando cazar algún gato.

Todos los días del 22 al 30 de noviembre (8 días) y del 13 al 23 de diciembre (8 días), dos cazadores locales (Miguel Angel Hermosillo Bueno y Gonzalo Márquez, de Tepic y San Blás, Nayarit, respectivamente) realizaron las cacerías. Esta actividad se suspendió sólo cuando el cazador ya no lograba encontrar gatos.

Resultados. Los cazadores del Consejo Nacional de la Fauna vieron dos gatos pero no lograron cazar a ninguno. Los cazadores locales en 16 días cazaron ocho gatos, en el Acantilado Mayor, en la Planicie Oeste, en el Pastizal de la Vereda Central, en el Cerro de los Pelicanos y en Costa Fragatas (Anexo 1).

(3) Seguimiento 1

Envenenamiento

Método. En 1996, en zonas donde se había visto algún gato o se encontraron huellas o excretas, del 17 al 23 de marzo (7 días) colocamos diariamente 22 cebos envenenados. Los cebos fueron atún de lata con veneno ofrecidos en platos pequeños o sobre bolsas de plástico transparente que se colocaron sobre rocas que tenían depresiones en la superficie y evitaban que el veneno escurriera. Todos los días colocamos seis cebos en la Planicie Oeste, alrededor de la colonia de pericotas; cinco cebos al sur del Acantilado Mayor; siete cebos, en la Bahía de los Pescadores; y cuatro en el Bosque de las Monas. La distancia entre cebos fue de entre 5 a 15 m. En total, colocamos 154 cebos de atún de lata con veneno.

Resultados. Entre el segundo y quinto día cerca del 6% (9/154) de los cebos desapareció. Se registró como ausente 13.3% (4/30), 7.14% (2/28), 4.7% (2/42), y 2% (1/49), en el Acantilado Mayor, en el Bosque de las Monas, en la Planicie Oeste, y en la Bahía de los Pescadores, respectivamente.

Trampeos

Método. En 1996, del 6 al 30 de marzo (29 días) colocamos 16 trampas en la parte norte de la Planicie Oeste alrededor de la colonia de pericotas, a 2 m de distancia de su periferia. Del 28 de abril al 9 de mayo (12 días), trampeamos en Costa Fragatas, Cerro de los Pelicanos, y en el Bosque de las Monas utilizando 18 trampas en total. Por último, del 28 de octubre al 3 de noviembre (6 días) pusimos 25 trampas entre el Cerro del Faro, la Bahía de los Pescadores, el Acantilado Mayor y el Monte Transverso (Tabla 4).

Resultados. Capturamos siete gatos (Anexo 1).

Cacerías

Método. Diariamente del 29 de febrero al 6 de marzo (9 días), del 28 de abril al 9 de mayo (12 días) y del 28 de octubre al 2 de noviembre (6 días), se cazó por toda la isla.

Resultados. No se vio a ningún gato, tampoco se encontraron huellas o excretas.

(4) Seguimiento 2

En 1997, del 20 al 21 de octubre reabrimos y remarcamos 11 transectos paralelos cada 80 m en las siguientes zonas: Planicie Oeste, Cerro de los Pelicanos, Costa Fragatas y Las Monas (Fig. 1).

Envenenamiento

Método. Diariamente del 22 al 31 de octubre (10 días), en 22 transectos paralelos. Un total de 123 cebos se colgaron con hilo nailon y se pusieron sobre rocas y ramas a 40 m de distancia entre sí. Los cebos fueron de diferentes especies de pescado fresco y de pollo. Los cebos tenían el tamaño de un bocado de aproximadamente 3 cm³ y pesaban entre 15 y 20 g, no tenían escamas o huesos. En los tres primeros días colgamos los cebos a 40 cm del piso, pero al observar que las iguanas comían

los cebos, al cuarto día los colgamos a 60 cm del piso. El tipo de cebo (pescado o pollo) lo alternamos entre días. El análisis de porcentaje de consumo lo hicimos por día.

Resultados. Se consumió 34 % (267/780 cebos) del total de cebos. Por zona el consumo de cebos fue del 13% (37/269), 24% (45/182), 50% (73/146) y 61% (112/183), en Planicie Oeste, Bosque de Las Monas, Costa Fragatas y Cerro de los Pelícanos, respectivamente (Fig. 7). En Planicie Oeste y Costa Fragatas el consumo de cebos disminuyó a través de los días, pero en el Cerro de los Pelícanos y el Bosque de Las Monas el consumo no presentó ningún patrón temporal.

Trampeos

Método. Del 18 al 28 de enero (10 días), colocamos 20 trampas entre Costa Fragatas y el Bosque de las Monas y del 19 al 31 de octubre (12 días) pusimos 36 trampas, repartidas entre el Cerro de los Pelícanos, Bosque de las Monas, Planicie Oeste y en Costa Fragatas. Las trampas se cebaron con atrayente para gato montés, con excretas de gato doméstico con vaselina y con comida comercial para gato. Las revisamos diario de 0700 a 1100 y de 1500 a 1800 h, respectivamente.

Resultados. Ningún gato se atrapó en esos días. Después del 31 de octubre, las trampas se dejaron activas y se revisaron en la segunda quincena de noviembre. El 16 de noviembre en el Cerro de los Pelícanos, encontramos el esqueleto y pelaje de un gato en una trampa. El gato se atrapó aproximadamente a 60 m de donde se habían encontrado las huellas en la Vereda Central en las faldas del Cerro de los Pelícanos.

Cacerías

Método. Del 21 al 30 de noviembre (10 días), diariamente se cazó en toda la isla.

Resultados. No se atrapó ningún gato, tampoco se vio ni se encontraron huellas o excretas de gatos.

(5) Seguimiento 3

En 1998, las pericotas arribaron a la isla en la segunda semana de enero. Al recorrer la colonia, encontramos pericotas muertas en la parte noroeste, lo que indicaba posible depredación por gatos.

Trampeos

Método. Del 16 al 31 de enero y del 2 al 6 de febrero, colocamos al noroeste de la colonia de pericotas nueve trampas. Las trampas las cebamos diario con atrayente para gato montés y con excretas de gato con vaselina. Se revisaron todos los días de 1600 a 1800h.

Resultados. No se vió a ningún gato.

Cacerías

Método. Del 2 al 6 de febrero (5 días) se cazó por toda la isla.

Resultados. Ningún gato se atrapó, tampoco se encontraron señales de que algún gato viviera en la isla.

(6) Resumen de resultados de gatos

En total encontramos 33 cadáveres de gatos: 11 machos, 19 hembras y cuatro no-sexados por el estado de descomposición (Apéndice 1). De estos 33, 12 gatos murieron aparentemente envenenados, ya que los cadáveres los encontramos en fechas en que se utilizó veneno y al parecer no tenían lesiones. Durante 81 días colocamos 158 trampas, atrapándose 12 gatos. Durante 48 días se cazaron nueve gatos.

Las hembras tuvieron una LHC de 360 a 585 mm ($X=510 \pm e.e=72.1$ mm), su peso fue de 750 a 4000 g (2478.9 ± 943.7 g); la LHC de los machos fue de 480 a 665 mm (576 ± 56.7 mm) y su peso de 2700 a 4700 g (3731 ± 723.6 g; Anexo 1). Se encontraron dos camadas en Costa Fragatas, cada una con cuatro crías; una se encontró en noviembre de 1995 y otra en mayo de 1996. Las crías se sacrificaron.

Al final del tercer seguimiento no había evidencia alguna de la existencia de gatos en la isla.

Consecuencias de la Erradicación de Gatos

Abundancia de ratas

En julio de 1996 (diez meses después de la fase de envenenamiento de ratas) en la Bahía de los Pescadores, los pescadores no reportaron la presencia de ratas, pero en noviembre (cuatro meses después) las ratas fueron abundantes en la Bahía de los Pescadores (royendo bolsas de arroz, frijol, galletas, tortillas, pescado y petates). Luego, este aumento en la abundancia de ratas aparentemente se extendió a otros hábitats de la isla y hasta la fecha las observaciones informales indican que la eliminación de gatos fue seguida de un aumento substancial de ratas.

Ante el aumento en la abundancia de ratas en la Bahía de los Pescadores, la posibilidad de que los pescadores reintrodujeran gatos era alta, por lo que en noviembre de 1996 se diseñó una propuesta para el control de ratas en la Bahía de los Pescadores (Anexo 2).

Abundancia de pericotas

Método. Cada año entre 1992 y 1998 se realizaron muestreos de las parejas reproductivas de pericotas 30 días después del pico de la puesta de la colonia. En la zona con mayor densidad aparente de nidos se trazaron dos transectos en forma de cruz; uno atravesaba la colonia por su eje largo y el otro, perpendicular al primero, la atravesaba a la mitad de la primera. Sobre cada transecto y a cada 10 m, se marcaron con banderolas cuadrantes de 5 X 5 m en los que se contó el número de nidos con huevo o con cría. El número de nidos se multiplicó por dos para estimar el número de individuos reproductivos y este a su vez se multiplicó por cuatro, bajo el supuesto que en los transectos de mayor densidad había por lo menos tres veces más individuos que lo cuantificado y que en el área que rodeaba

a los transectos había mínimamente el mismo número de individuos que en los cuadrantes de los transectos.

El número de aves depredadas se cuantificó con base en el número de pares de alas encontradas, que son restos típicos de la depredación por gatos: 1) de 1991 a 1998, cuando la colonia abandonó la isla se contaron los pares de alas en el área de anidación y 2) de 1996 a 1998, cada tercer día se recogían y contaban los pares de alas que aparecían alrededor de la colonia.

Se registró la fecha en que las pericotas abandonaban la isla, anotando la presencia de juveniles en la colonia o si las pericotas dejaban la isla abandonando huevos y crías (posiblemente a causa de la depredación de los gatos).

Resultados. El número de individuos reproductivos en ocho años (1991 a 1998) disminuyó cada año, (Fig. 8, Anexo 3). Antes de la campaña de erradicación el porcentaje de individuos depredados aumentaba año con año, pero después de la campaña empezó a disminuir a través de los años (Fig. 8, Anexo 3).

En enero y febrero de 1998 los individuos depredados que se encontraron alrededor de la colonia de pericotas, posiblemente fueron depredados por el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) o por la rata gris. En varias ocasiones se observó que de uno a tres halcones sobrevolaban la colonia de pericotas, asimismo los cazadores reportaron que en dos ocasiones cuando buscaban gatos cerca de la colonia de pericotas, vieron a las ratas comer pericotas.

En tres años (1991, 1994 y 1995) antes de la erradicación, las pericotas abandonaron la isla dejando huevos y crías pequeñas y solo en dos años (1992 y 1993) se observó el reclutamiento de juveniles a la colonia. Los tres años siguiente a la campaña intensiva (1996, 1997 y 1998), se observó que decenas de juveniles se reclutaron a la colonia. En abril de 1998 el número de nidos y crías en los cuadrantes fue de 223 y 224, respectivamente, por lo que posiblemente el éxito de eclosión ("nest success") en esos cuadrantes fue casi del 100%. También en la primera quincena de octubre de 1996 arribó al Cerro de Faro una colonia de pericotas y los pescadores reportaron haber visto a muchos juveniles. El 28 y 29 de octubre se buscó en el área donde anidó la colonia restos de pericotas depredadas, y no se encontró ninguna pericota depredada.

Para notar un aumento en el número de pericotas que anidan será necesario esperar al año 2000 ya que las pericotas tardan alrededor de cinco años para comenzar a reproducirse (Howell y Web 1995).

Abundancia de reptiles

Aunque no existe un registro sistemático que nos permita comparar la abundancia de reptiles en la isla antes y después de la erradicación, en los diferentes hábitats de la isla se observaron en 1997 y 1998 mucho más lagartijas rayadas e iguanas café que en años previos a la erradicación. También se observaron a más individuos de iguana verde y lagartija espinosa, siendo probable que ya haya un incremento en sus poblaciones.

Concientización y participación de los pescadores

En 1995, en la primer semana de noviembre, durante la fase intensiva de erradicación platicamos extensivamente con los pescadores de San Blás y Boca de Camichín que se encontraban en la isla, sobre el programa de erradicación y la importancia de su participación y cooperación en:

- (a) Erradicación de ratas y gatos de la isla y conservación de la flora y fauna nativa.
- (b) Manejo de basura. Del 23 de octubre al 10 de diciembre se pidió los pescadores que hicieran centros de acopio de basura y que la llevaran al continente cuando se fueran de la isla. También que mantuvieran su palapa sin restos de comida, pescado o cualquier desperdicio en el piso.
- (c) Manejo de restos de pescado. Del 23 de octubre al 10 de diciembre, para evitar que gatos o ratas tuvieran alimento disponible, los pescadores desvisceraron el pescado y arrojaron esqueletos, cabezas y restos de pescado y tiburón 3 km mar afuera.

Durante la plática con los pescadores repartimos un pequeño resumen del programa de erradicación y la importancia de su cooperación y participación. La respuesta de los pescadores a dichas acciones, siempre fue de apoyo y cooperación.

En noviembre de 1996, platicamos con los miembros de la comunidad de San Blás y de Boca de Camichín, sobre los avances del programa de erradicación de gatos, el creciente problema de las ratas en la Bahía de los Pescadores, la importancia de controlar el número de ratas y de la necesidad de no reintroducir gatos a la isla. En la isla, los pescadores fueron entusiastas en el trampeo de

ratas, pero este disminuyó con el tiempo ante la falta de seguimiento del programa.

Durante las fases de seguimiento de gatos en la isla, los pescadores informaban cuándo y en dónde habían visto a un gato, de qué tamaño y de qué color era su pelo. *Es importante resaltar que aunque los pescadores han sido los más afectados con el aumento en el número de ratas en la Bahía de los Pescadores no han reintroducido ni intentado reintroducir gatos.*

DISCUSION

Erradicación de ratas

El programa de erradicación de ratas se prolongó 20 días más de lo planeado, porque la proporción de consumo de cubos no disminuía. En reportes de erradicación de ratas en islas oceánicas de Nueva Zelanda, la proporción de consumo disminuye y llega a cero durante la segunda semana de envenenamiento (Taylor y Thomas 1989, Moors 1985, Veitch 1997). En islas tropicales no se conoce el tiempo necesario para que la proporción de consumo llegue a cero, pero los datos de este trabajo sugieren que en un ecosistema como el de la Isla Isabel se necesitan mucho más de 40 días para que el consumo sea nulo, siempre que la presentación de los cubos y el método utilizado sea eficaz.

Cuando se inició la erradicación no se conocía la variación en la densidad de ratas a lo largo de un año y posiblemente no trabajamos en la mejor época. La erradicación se inició después de la temporada de lluvias, cuando es abundante la caña de azúcar y la piña y los pastos y los frutos de ruache, por lo que las ratas podrían preferir comer frutas y semillas que el cubo de veneno. Los cubos que se colocaban en el piso posiblemente fueron comidos por cucarachas u hormigas, y no sabemos como dicho robo de los cubos alteró la proporción de consumo de veneno por roedores. Debido a que cuando se detuvo el programa de erradicación, el consumo de veneno en las diferentes zonas era mayor al 10%, consideramos que el tamaño de la población de ratas de la isla había disminuido, pero aún era sustancial.

Suspendimos el programa de erradicación lo suspendimos al inicio de la reproducción de las fragatas y de la etapa de cortejo de los bobos de patas azules.

Además, la primera quincena de diciembre arribaron aproximadamente 40 pangas (120 pescadores) a la isla, y la cooperación y disposición para el control y manejo de basura y restos de pescado disminuyó.

Erradicación de gatos

Al parecer el programa de envenenamiento eliminó a la mayoría de los gatos en menos de una semana y cerca de la totalidad de ellos en un lapso total de 12 días. Posiblemente la clave del éxito fue que la fase de envenenamiento se inició cuando la disponibilidad de alimento natural era escasa (Fig. 4) y que se ofrecieron cebos de pescado envenenado por toda la isla cada 40 m.

La eficacia de las trampas fue baja durante la campaña intensiva, siendo más productivo cazar. Para atrapar a los últimos gatos, el trampeo dio los mejores resultados cuando la exuberante vegetación posiblemente dificultaba la visibilidad y la cacería.

En el seguimiento 1, no sabemos que tan eficaz fue el veneno, ya que al ofrecerlo sobre rocas las cucarachas y/o los cangrejos podrían haberlo comido, además no encontramos ningún cadáver de gato.

En el seguimiento 2, el alto consumo de cebos envenenados al parecer se debía a que las ratas los comían, ya que encontramos excretas de rata cerca de los cebos y algunos cebos se encontraron roídos. En 1995, los cebos con veneno sólo eran comidos por los gatos debido posiblemente a que no había tantas ratas. Además, al registrar la presencia o ausencia de cebos en 1997 se observó que algunos individuos de iguana café lograban comer los cebos, lo cual podría ser resultado de un aumento en la abundancia de reptiles en los últimos dos años. Sin embargo, es posible que algunos gatos fueron envenenados durante el seguimiento 2. Durante ese período sólo se encontraron huellas en un sitio y a 30 m de ese sitio se capturó a un gato. Los pescadores no habían visto gatos desde enero de 1997. En enero y febrero de 1998, no se encontraron huellas ni excretas, tampoco se observó a ningún gato y los cazadores opinaban que ya no había gatos en la isla.

Este es el primer reporte de eliminación de gatos ferales en una isla tropical mexicana, con una topografía sumamente accidentada, cubierta casi en su

totalidad por selva baja caducifolia y con una presencia masiva y casi constante de pescadores. La erradicación de gatos de la isla fue uno de los primeros objetivos que planteó el comité de manejo y conservación del Parque Nacional Isla Isabel. Ahora se continúa con programas de educación ambiental, con el objetivo de intentar cambiar actitudes de los pescadores hacia el manejo de basura, instalación y uso de letrinas, además el control de ratas. La participación de la comunidad de pescadores en el manejo y conservación de la isla; la investigación sobre aves marinas, reptiles y cangrejos; y el intento de involucrar a la comunidad en proyectos de conservación de la isla (como fue la erradicación de gatos y ahora el control de ratas), tal vez permita construir una propuesta exitosa sobre el manejo y conservación de las islas oceánicas de México.

RECOMENDACIONES

Actualmente existe una necesidad urgente de iniciar una investigación sobre la ecología de las ratas, con el objetivo de conocer su dinámica poblacional y dieta a lo largo de un año. Los resultados permitiesen decidir si es deseable intentar nuevamente erradicar a las ratas de la isla, en un par de años, una vez identificado el periodo de tiempo más adecuado para hacerlo (cuando hay menos disponibilidad natural de alimento y la densidad de la población sea baja). Además de cuantificar cuántos de los cebos ofrecidos a las ratas son consumidos por cangrejos y/o cucarachas.

Es vital que la actual Administración de la isla Isabel dé formalidad y seriedad al control de ratas en la Bahía de los Pescadores, para evitar que se reintroduzcan gatos.

Una campaña de erradicación de fauna nociva debería siempre de estar acompañada desde el inicio de un programa de educación ambiental a las comunidades, que abarque el manejo y separación de basura, higiene, importancia de tener letrinas y de conservar los recursos naturales.

LITERATURA CITADA

- Apps, P. J. 1983. Aspects of the ecology of feral cats on Dassen Island South Africa. *S. Afr. Tydskr. Dierk.* 18:393-399.
- Atkinson, A. I. 1977. A Reassessment of factors, particularly *Rattus rattus*; That influenced the decline of endemic forest birds in the Hawaiian Islands. *University Press of Hawaii*.
- Atkinson, A. I. 1985. The spread of commensal species of *Rattus* to oceanic island and their effects on island avifaunas. En: *International Council for Bird Preservation Technical Publication No. 3.* pp: 35-84.
- Atkinson, I. A. y Bell, D. B. 1973. Offshore and outlying islands. En Williams, G. R. (ed). *The natural History of New Zealand: an Ecological Survey.* A. H. y A. W. Reed Wellington. pp. 372-392
- Ashmole, N. P. 1963. The biology of the widewake or sooty tern *Sterna fuscata* on Ascencion Island. *Ibis* 10:297-364.
- Bloomer, J. P. y Bester M. N. 1990. Diet of a declining feral cat *Felis catus* population on Marion Island. *S. Afr. J. Wildl. Res.* 20: 1-14.
- Bloomer, J. P. & Bester N.M. 1992. Control of feral cats on sub-Antarctic Marion Island, Indian Ocean. *Biol. Conserv.* 60: 211-219.
- Brockie, R. E., Loope, L. L. y Hammann, O. 1988. Biological invasions of island nature reserves. *Biol. Conserv.* 44:9-36.
- Brosset, A. 1963. Status acuel des mammiferes des iles Galapagos. *Mammalia* 27:323-338.
- Calvopina, L. 1985. The impact and eradication of feral goats on the Galapagos Islands. En *International Council for Bird Preservation Technical Publication No. 3.* pp: 157-158.
- Canela, R. J. 1991. Bases para el manejo de Isla Isabel, Nayarit, Mexico, como un area natural protegida. Tesis. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Case, J. T. 1982. Ecology and evolution of the insular gigantic chuckawallas, *Sauromalus hispidus* and *Sauromalus varius*. En G. M. Burghardt y A. S. Rand (eds.), *Iguanas of the World.* Noyes Publ. Park Ridge, New Jersey. pp. 84-212.
- Case, J. T. 1978. A general explanation for insular body size trends in terrestrial vertebrates. *Ecology* 59:1-18.
- Clark, D. A. 1981. foraging patterns of black rats across a desert-montane forest gradient in the Galapagos Islands. *Biotropica* 13:182-194.
- Coblentz, E. B. 1990. Exotic organisms: A dilemma for conservation biology. *Conservation Biology.* 4: 261-265.
- Darwin, Ch. 1857. *The origen of species.* New American Library. pp 479.
- Diamond, J. 1985. Multiple use of cousing island nature reserve, Seychelles. En: *International Council for Bird Preservation Technical Publication No. 3.* pp: 17-23.

- Dutton, J. 1994. Introduced mammals in Sao Tome and Principe: possible threats to biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 3: 927-938.
- Eason, C. T. y Trampton, M. C. 1991. Acute toxicity of sodium monofluoroacetate (1080) baits to Feral Cats. *Wilkl. Res.* 18: 445-449.
- Fitzgerald, B. M. 1988. Diet of domestic cats and their impact on prey populations. En Turner, D. C. y Bateson P. G.(eds). *The domestic cat: the biology of its behaviour*. Cambridge Univ. Press, Cambridge. pp. 123-150.
- Fitzgerald, B. M. y Karl, B. J. 1986. Home Range of Feral House Cats (*Felis catus*) in forest of the Orongorongo Valley, Wellington, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* 9: 71-81.
- Fitzgerald, B. M. y Veitch, C. R. 1985. The cats of Herekopare Island, New Zealand; their history, ecology and effects on birdlife. *New Zealand, Journal Zoology* 12:319-330.
- Fitzgerald, B. M., Karl, B. J. y Veitch, C. R. 1991. The diet of feral cats (*Felis catus*) on raoul Island, Kermadec group. *New Zealand. J. Ecol.*, 15: 123-129.
- Fleet, R. R. 1972. Nesting success of the red-tailed tropicbird on Kure Atool. *Auk* 89:651-659.
- Gaviño, G. y Uribe, Z. 1978. Algunas observaciones ecologicas en Isla Isabel, Nayarit, con sugerencias para el establecimiento de un Parque Nacional. Instituto de Biologia, UNAM. Manuscrito no publicado.
- Howell, N.G. y Webb, S. 1995. A guide to the birds of México an Northern Central America. Oxford University Press. Oxford. pp: 851.
- Ibarra, C. A. C. 1995. Proceso histórico del deterioro ecológico de isla Guadalupe, Baja California. Tesis. Universidad del Valle de México.
- Jones, E. 1977. Ecology of the feral-cats, *Felis catus* (L.), (Carnivora: Felidae) on Macquarie Island. *Aust. Wildl. Res.*4: 249-262.
- Kaukeinen, E. D. 1979. Field methods for census taking of commensal rodents in rodenticide evaluations. Technical representative, ICI Americas, Inc., Godsbor, N.C.
- Kaukeinen, E. D. 1982. A review of the secondary poisoning hazard to wildlife from the use of anticoagulant rodenticides. Technical Representative, Biological Research Center, ICI Americas Inc.
- Kaukeinen, E. D. 1984. Potential non-target effects from the use of vertebrate toxicants. Proceedings of a conference on The Organisation and Practice of Vertebrate Pest Control. 30 August-3 September 1982, Elvetham Hall Hampshire, England, ICI Plant protection division, Fernhurst, Haslemere, Surrey, England. pp: 619-628.
- King, B. W. 1981. Endangered birds of the world. ICBP bird red data book. Washington. Smithsonian Institution.
- King, B. W. 1985. Island birds: Will the future repeat the past?. En: International Council for Bird Preservation Technical Publication No. 3. pp: 3-16.

- King, B. R. 1989. Body size variation among island and mainland snake populations. *Herpetologica* 45: 84-88.
- King B. R. y Lawson, R. 1997. Microevolution in island water snakes. *BioScience* 47. No.5:279-286.
- Kirkpatrick, D. R. y Rauzon, M. 1986. Foods of feral cats *Felis catus* on Jarvis and Howland Islands, Central Pacific Ocean. *Biotropica* 18(1):72:75.
- Konecny, J. M. 1987. Home range and activity patterns of feral house cats in the Galápagos Islands. *Oikos* 50:17:23.
- Konecny, J. M. 1987a. Foods habits and energetics of feral house cats in the Galápagos Islands. *Oikos* 50 24:32.
- MacArthur, R. H. y Wilson, E. O. 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Merton, D. V. 1970. Kermadec islands expedition reports, a general account of birdlife. *Notornis* 17: 147-199.
- Merton V. D. 1978. Controlling introduced predators and competitors on Islands. In Temple, S. A. ed Endangered birds: Mangagement techniques for preserving Threatened species. Proc. of the Symposium on Management Techniques for Preserving Edangered Bbrids. Univ. Wisconsin Press. pp. 121-128.
- Meads, M. J., Walker, J. K. y Elliott, P. G. 1984. Satus conservation, and management of the land snails of the genus *Powelliphanta* (mollusca:Pulmonata). *New Zealand J. Ecol.* 11:277-306.
- Moors, J. P. 1985. Eradication campaigns against *rattus norvergicus* on the Noises Islands. *New Zealand, Using Brodifacoum an 1080*. ICBP Technical Publication No. 3. 143-155.
- Moors, J. P. y Atkinson, I. A. 1984. Predation on seabirds by introduced animals, and factors affecting its severity. En: International Council for Bird Preservation Technical Publication No. 2 pp: 667-690.
- Parkes, P. J. 1984. Feral goats on raoul Island, I, Effect of control methods on their density, distribution and productivity. *New Zealand. Journal Ecology* 7:85-94.
- Parkes, P. J. 1990. Feral goat control in New Zealand. *Biol. Conserv.* 54: 335-338.
- Parkes, W. S. y Plumer, V. M. 1987. Populations ecology. In R. A. Seigel, J. T. Collins and S. S. Novak (eds.), *Snakes: Ecology and Evolutionary Biology*, McGraw-Hill, New York. pp. 253-301.
- Plumer, M. V. 1987. Geographic variation in body size of green snakes (*Ophocodrys aesticus*). *Copeia* 483-485.
- Ramsay, G. W. 1978. A review of the effect of rodents on the New Zealand invertebrate fauna. En Dingwall, P. R., Atkinson, I. A. y Hay, C. (Eds) *The ecology and control of rodents in New Zealand Nature Reserves*. New Zealand Dept. Lands & Survey Information Series 4: 75-86.
- Rauzon, J. M. 1992. Feral cats on Jarvis island: Their effects and their eradication. *A Toll Research Bull, Smithsonian Institution.* 282:1-31.

- Rodriguez, J. C. 1994. Ecológia alimenticia de la culebra falsa coralillo (*Lampropeltis triangulum nelsoni*) en Isla Isabel, Nayarit, Mexico. Tesis. UNAM. Mexico.
- Shine, R. 1987. Ecological comparisons of island and mainland populations of Australian Tigersnakes (*Notechis*: Elapidae). *Herpetological* 43:233-240.
- Schofield, K. E. 1989. Effects of introduced plants and animals on island vegetation: Examples from the Galapagos Archipelago. *Conservation Biology* 3:227-238.
- Taylor H. R. 1979. Predation on sooty terns at Raoul Island by rats and cats. *Notornis* 26:199-202.
- Taylor, R. H. y Thomas, B.W. 1989. Eradication of norway rats (*Rattus norvegicus*) from Hawea Island, Fiordland, using Brodifacoum. *New Zealand Journal of Ecology*. 12:23-32.
- Taylor, H. R. y Thomas W. B. 1993. Rats eradicated from rugged Breaksea Island (170 ha.), Fiordland, New Zealand. *Biological Conservation*. 65:191-198.
- van Aarde, J. A. 1980. The diet and feeding behaviour of feral cats, *Felis catus* at Marion Island. *S. Afr. J. Wildl. Res.* 10:128-128.
- van Rensburg, P. J., Skinner, J. D., y Van Aarde. 1987. Effects of feline panleucopaenia on the population characteristics of feral cats on Marion Island. *J. Applied Ecology* 24: 63-73.
- van Rensburg y Bester, M. N. 1988. The effect of cat felis catus predation on three breeding procellariidae species on Marion Island. *S. Afr. Zool.*, 23:301-315.
- Veitch, C. R. 1982. Feral cats on Little Barrier Island. *Landscape* 11:27-29.
- Veitch, C. R. 1983. A cat problem removed. *New Zealand Wildl. Serv., Wildlife a Review*, 12: 47-49.
- Veitch, C. R. 1985. Methods of eradicating feral cats from offshore island in New Zealand. En: *International Council for Bird Preservation Technical Publication No. 3*. pp: 125-142.
- Veitch, C. R. 1991. Cat eradication: The New Zealand Perspective. En C. Potter (Ed). *The impact of Catus on Native Wildlife. Australian National Parks and Wildlife Service*. pp 82-89.
- Veitch, C. R. y Bell, D. B. 1989. Eradication of introduced animals from the islands of New Zealand. En Towns, D. R., Daugherty, H. C. y Atkinson, A. I. (eds) *Ecological Restoration of New Zealand Islands*, Dep. of Conservation, Wellington, New Zealand. *Conserv. Sci. Publ*, No. 2. pp. 137-146
- Veitch, C. R. 1997. Eradication of *Rattus rattus* in monhalf cay Belize. Manuscrito no publicado
- Vermeer, D y Rankin, L. 1984. *Influence of habitat destruction and disturbance on nesting seabirds*. En: *International Council for Bird Preservation Technical Publication No. 2*. pp: 727-736.
- Whitaker, A.H. 1978. The effects of rodents on reptiles and amphibians. En Dingwall, P. R., Atkinson, I. A. y Hay, C. (Eds) *The ecology and control of rodents in New Zealand Nature Reserves*. New Zealand Dept. Lands & Survey Information Series 4. pp: 75-86.

Tabla 1. Erradicación exitosa de ratas y gatos en islas oceánicas de Nueva Zelanda *

Isla	Area (ha)	Método	Referencia
Ratón (<i>Mus musculus</i>)			
Allports	16	envenenamiento	Brown, 1990
Motutapu	2	envenenamiento	Brown, 1990
Whenuakura	3	envenenamiento	Ian Macfadden, com. pers.
Rata de barco (<i>Rattus rattus</i>)			
Awaiti	2	envenenamiento	Taylor, 1984
Kauwahaia	0.7	envenenamiento	Graeme Taylor Com. pers.
Mokopuna	1	envenenamiento	Ian Macfadden, com. pers.
Somes	32	envenenamiento	Ian Macfadden, com. pers.
Tawhitinui	21	envenenamiento	Taylor, 1984
Rata norvegica (<i>R. norvegicus</i>)			
Breaksea	170	envenenamiento	Taylor & Thomas, 1989
David Rocks	0.3	envenenamiento	Moors, 1985
David Rocks B	0.2	envenenamiento	Moors, 1985
David Rocks C	0.2	envenenamiento	Moors, 1985
Hawea	9	envenenamiento	Taylor & Thomas, 1989
Maria	1	envenenamiento	Moors, 1985
Mokoia	133	envenenamiento	Paul Jansen com. pers.
Motuthoropapa	8	envenenamiento y trapeo	Moors, 1985
Motuthoropapa A	0.2	envenenamiento y trapeo	Moors, 1985
Otata	15	envenenamiento y trapeo	Moors, 1985
Otata A	0.2	envenenamiento y trapeo	Moors, 1985
Takangaroa	6	envenenamiento	Taylor, 1989
Te Haupa	6	envenenamiento	Rex Gilfillan, com. pers.
Titi	32	envenenamiento	Gaze, 1983
Whale	173	envenenamiento	Paul Jansen com. pers.
Wheneakura	3	envenenamiento	Ian Macfadden, com. pers.
Kiore (<i>R. exulans</i>)			
Double	32	envenenamiento	Ian Macfadden, com. pers.
Koropuki	17	envenenamiento	Towns, 1989
Lizard	1	envenenamiento	McCallum, 1986
Rurima	7	envenenamiento	Towns, 1988
Gato (<i>Felis catus</i>)			
Cuvier	170	trapeos y cacerías	Merton, 1970
Heteropare	28	trapeos y cacerías con perros	Fitzgerald & Veitch, 1985
Kapiti	2023	no reportado	Wilkinson, 1952
Little Barrier	3038	envenenamiento, trapeos y cacerías	Veitch, 1983
Motuihe	195	trapeos	John Allen, com. pers.
Stephens	180	no reportado	Veitch, 1985

* Modificada de Veitch & Bell, 1990

Tabla 2. Islas de Paífico Mexicano que presentan fauna introducida

ISLA	FAUNA INTRODUCIDA									
	Rata de barco	Ratón	Gatos	Perrros	Chivos	Borregos	Burros	Puerco	Conejos	
<i>Baja California Norte</i>										
Coronado Sur	X		X							
Todos Santos Norte	X					X			X	
Todos Santos Sur		X							X	
San Martín	X		X	X	X				X	
San Jerónimo			X	X			X			
Guadalupe		X	X	X	X	X				
San Benito del Oeste					X				X	
Cedros	X	X	X	X	X	X	X			
<i>Baja California Sur</i>										
Piedras			X							
Brossa			X							
Alambre		X								
Natividad			X	X	X	X		X		
Pelicano y Garza		X		X						
Magdalena			X	X		X				
Santa Margarita			X	X	X		X			
San Luis	X									
Majla			X							
Granito	X	X								
Angel de la Guarda			X							
Sisalpuedea			X							
Bahía Concepcion			X		X					
<i>Sonora</i>										
Tiburón	X		X	X		X				
Alcañaz	X									
San Esteban	X									
San Pedro Nolascio	X									
Carmen			X							
Sta. Catalina			X							
San José			X	X	X					
San Francisco					X					
Partida Sur			X		X					
Espíritu Santo			X		X					
Cerralvo	X	X	X		X				X	
Ma. Madre	X		X		X					
<i>Revillagigedo</i>										
Sogorro		X	X			X		X	X	
Clarion						X		X	X	
<i>Nayarit</i>										
Redonda		X								
Isabel	X	X								
Piedras		X								
Brossa		X	X							
Conchas		X								
Zacatosas		X								
San Roque	X		X							
Asuncion			X							
Arena		X								
Abersa	X	X								
Ana	X	X								
Partida Norte	X	X								
Las Animas	X									
San Lorenzo	X									
San Pedro Martín	X									
San Idelfonso	X	X	X							
San Ignacio Farallon	X									
Roca la corbeta	X									
TOTAL	23	19	27	10	13	6	3	3	7	

Información recabada durante el taller sobre erradicación de fauna introducida, que se llevó a cabo Ensenada, Baja California, enero de 1995.

El taller fue organizado por el Pacific Seabird Group

Tabla 3. Número de transectos, puntos, estaciones de ratas y cebos de gato utilizados diariamente por zona en la primera campaña intensiva de erradicación.

Zona	Transectos	Puntos	Estaciones	Cebos
Cerro del Faro	11	101	20	47
Bahía Pescadores	7	74	15	38
Monte Transverso	9	50	10	25
Costa Fragatas	8	45	9	23
Acantilado Mayor	18	291	59	74
Bosque de las Monas	19	255	51	48
Cerro de los Pelicanos	5	163	33	68
Pastizal de las Pericotas	2	36	7	18
Pastizal de la Vereda Central	2	34	7	12
Lago Crater	1	25	5	13
Planicie Oeste	12	153	31	34
Total	94	1227	247	320

Tabla 4. Número de cebos de pollo y pescado ofrecidos durante la campaña de erradicación en 1995 (número de cebos consumidos).

Cebos	Pollo		Pescado	
	Hilo	Piso	Hilo	Piso
Planicie Oeste	11 (4)	12	9 (1)	14 (2)
Cerro del Faro	4	6	4	9 (1)
Las Monas	6	7 (1)	10 (1)	9 (4)
Total	21 (4)	25 (1)	23 (2)	32 (7)

Tabla 5. Número de trampas utilizadas (número de gatos capturados).

ZONA	Campaña intensiva	Seguimiento I		
	1995	1996		
	noviembre, 6 d	marzo, 29 d	abril, mayo, 12 d	octubre, noviembre, 6d
Cerro del Faro	0			10
Bahía Pescadores	8 (1)			5
Monte Transverso	4 (1)			2
Costa Fragatas	0		5(6)	16*(2) Acantilado
Mayor	4			8
Bosque de las Monas	6		8	
Cerro de los Pelicanos	0		5	
Pastizal de las Pericotas	0			
Pastizal de la Vereda Central	4			
Lago Cráter	4			
Planicie Oeste	4	16 (1)		
T o t a l	34	16	18	25

* Las trampas "cepos" del Acantilado Mayor y del Cerro del Faro, se levantaron 2 días después y se pusieron en Costa Fragatas

Tabla 5. Continuación.

ZONA	Seguimiento 2		Seguimiento 3
	1997		1998
	enero, 10 d	noviembre, 12 d	enero, febrero, 20 d
Cerro del Faro			
Bahía Pescadores			
Monte Transverso			
Costa Fragatas	8, 6 **	10	
Acantilado Mayor			
Bosque de las Monas	6	15	
Cerro de los Pelicanos		5	
Pastizal de las Pericotas			
Pastizal de la Vereda Central			
Lago Cráter			
Planicie Oeste		7 (1)	9
T o t a l	20	37	9

** En Costa Fragatas se añadieron 6 trampas "cepos", después de 4 días

ZONA TRANSECTOS QUE ABARCA

Cerro del Faro	C2 a E3
Bahía de los Pescadores	A1 a C1
Monte Transverso	BD1 a BD9
Costa Fragatas	BE8 a BD9
Lago Cráter	BC1 a BC2
Acantilado Mayor	J1 a J3 G0 a G2 K1 a K3 H1 a H3
Bosque de las Monas	AA1 a AD3 BE1 a BE7
Cerro de los Pelicanos	R1 a T2
Planicie Oeste	L3 a Q1
Pastizal de las Pericotas	U1 a U2
Pastizal de la Norte de la Vereda Central	W1 a W3

ISLOTES

- Las Monas ⊗
- Alcatraz *
- Cerro Pelón ⊙

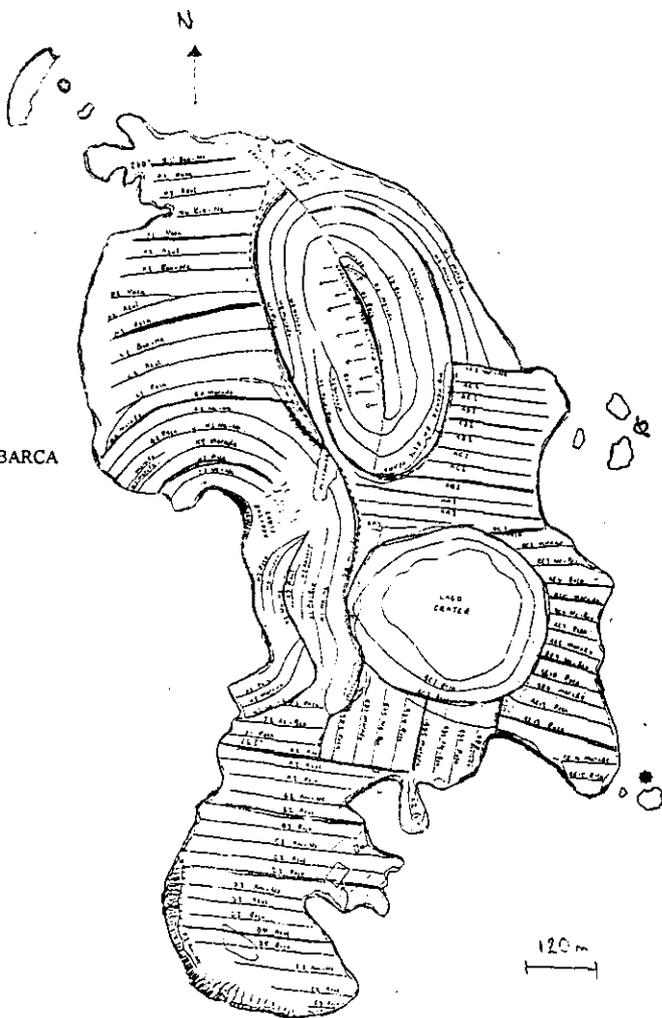


Figura 21 Zonas de Trabajo y Transectos

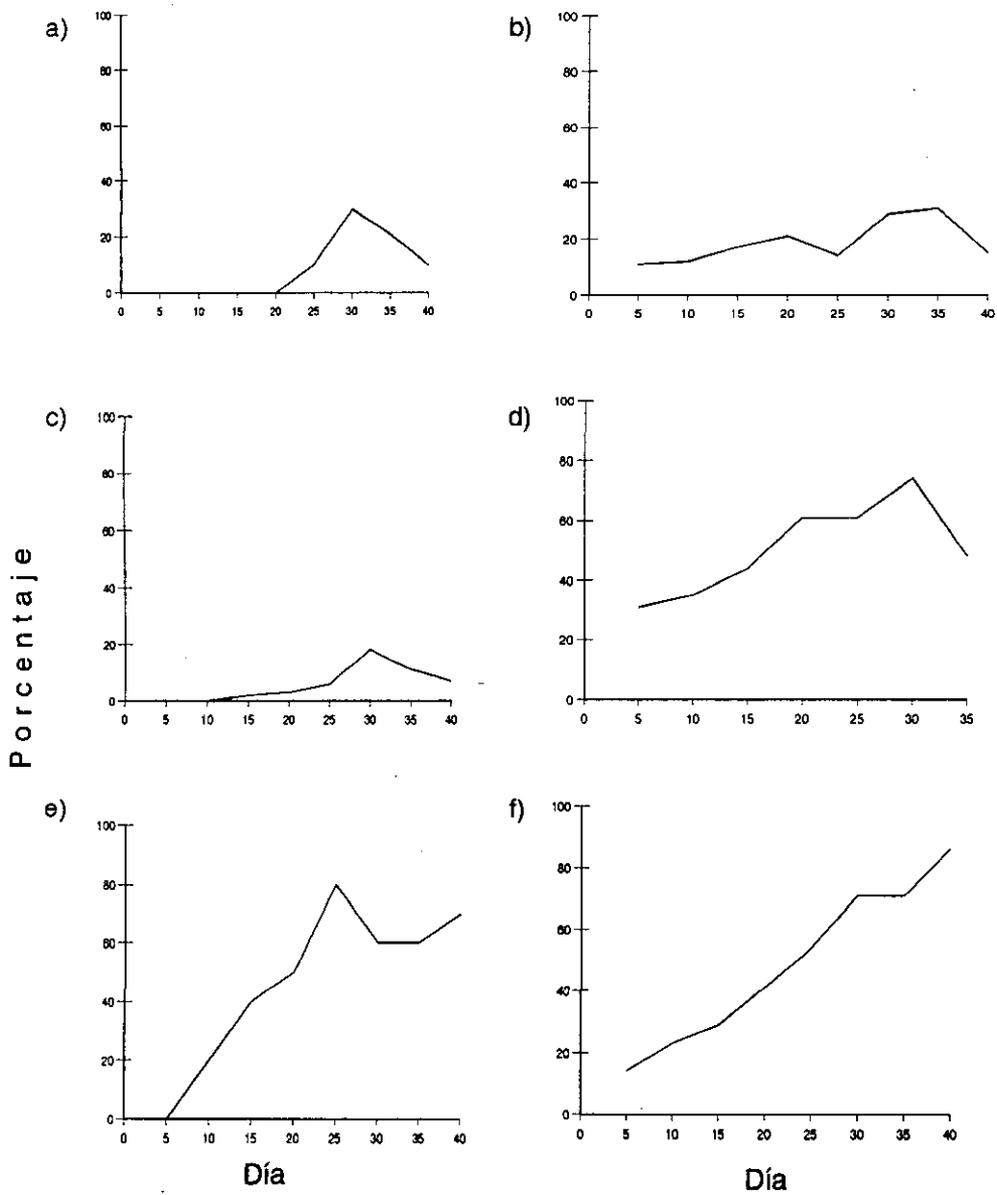


Figura 2. Cubos de rata consumidos en estaciones en seis zonas: a) Cerro del Faro, b) Pastizal de las Pericotas, c) Bahía Pescadores, d) Monte Transverso, e) Costa Fragatas y f) Pastizal Norte de la Vereda Central.

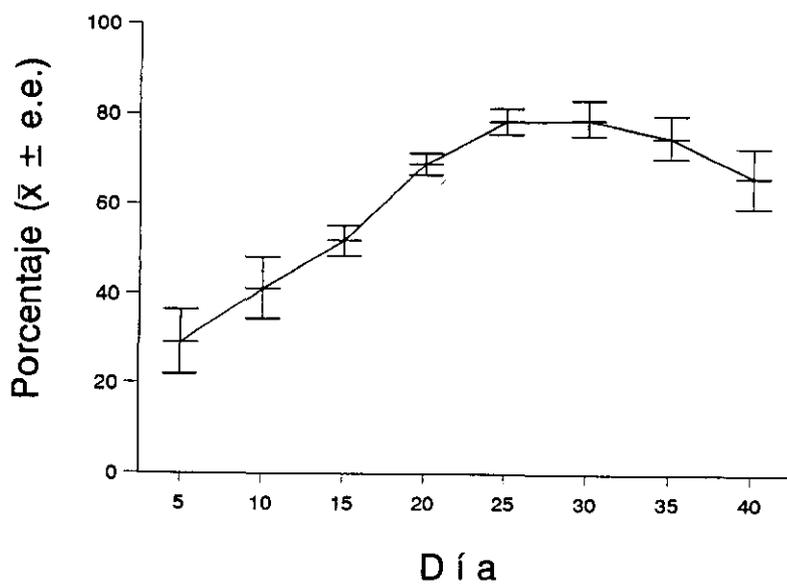


Figura 3. Cubos de rata consumidos en estaciones en las cinco Zonas de Bosque

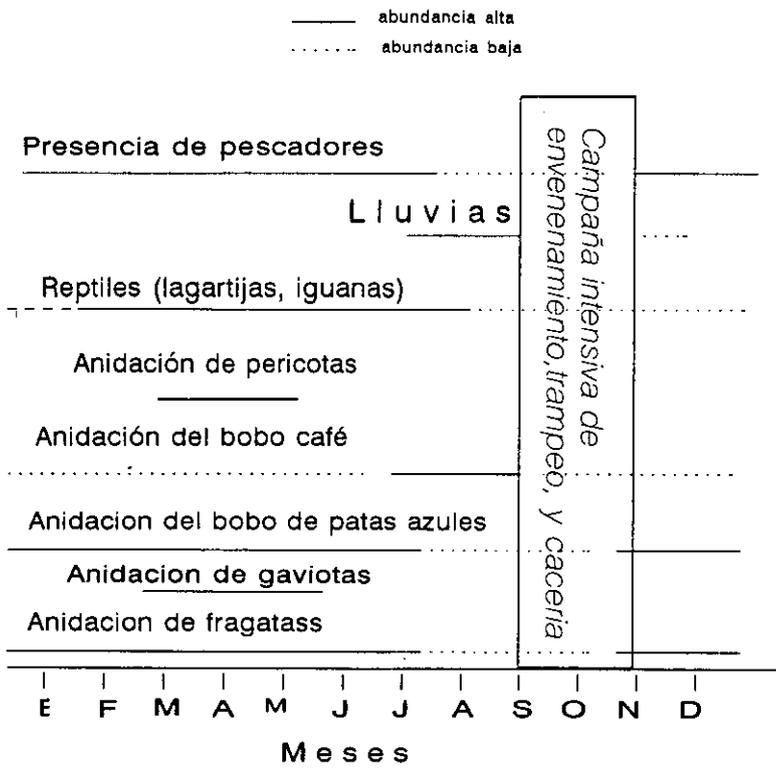


Figura 4. Disponibilidad temporal a lo largo de un año de presas principales para gatos y temporada de lluvias.

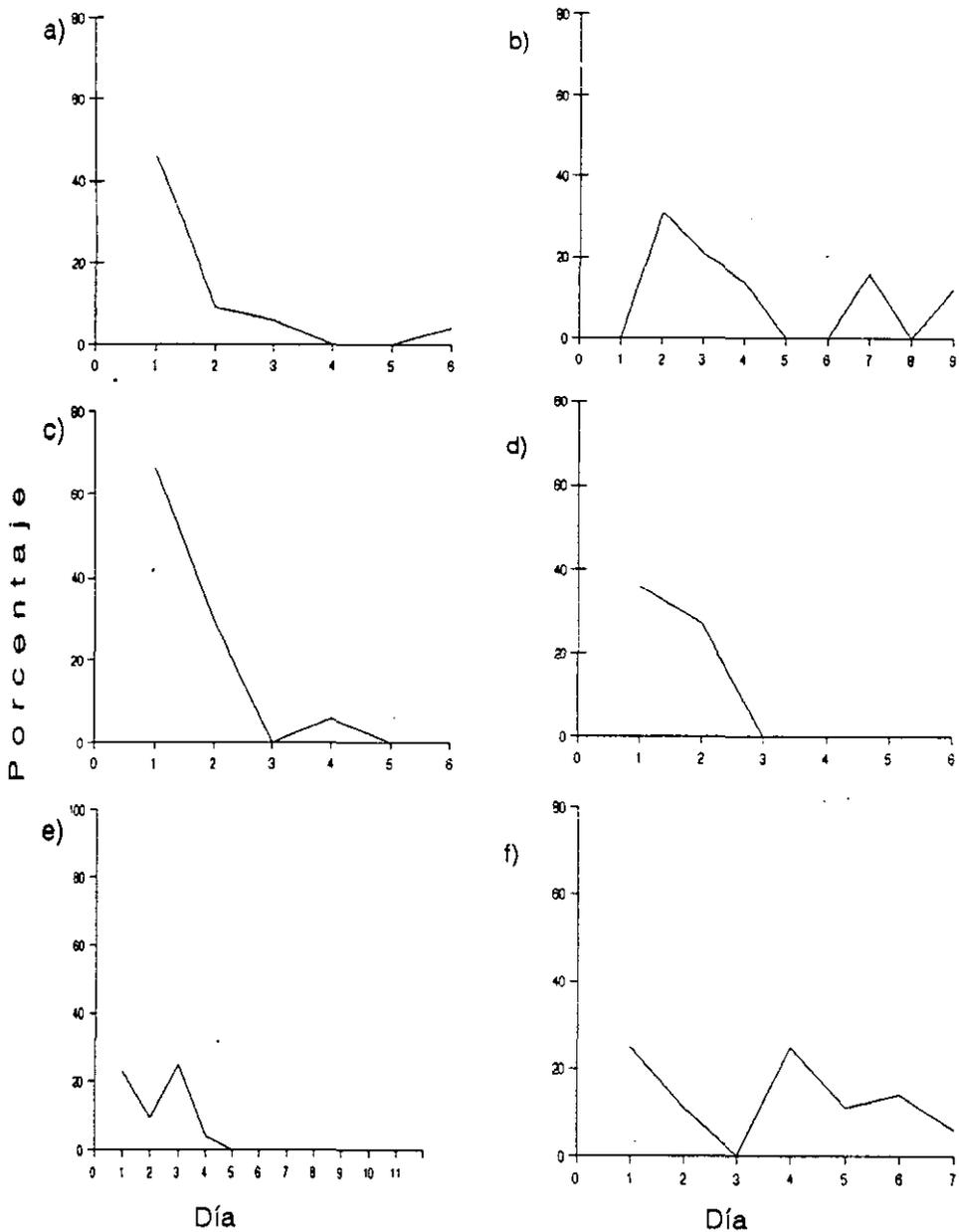


Figura 5. Cebos de gatos consumidos en la campaña intensiva de 1995: a) Cerro del Faro, b) Pastizal de las Pericotas, c) Bahía Pescadores, d) Monte Transverso, e) Costa Fragatas y f) Pastizal Norte de la Vereda Central.

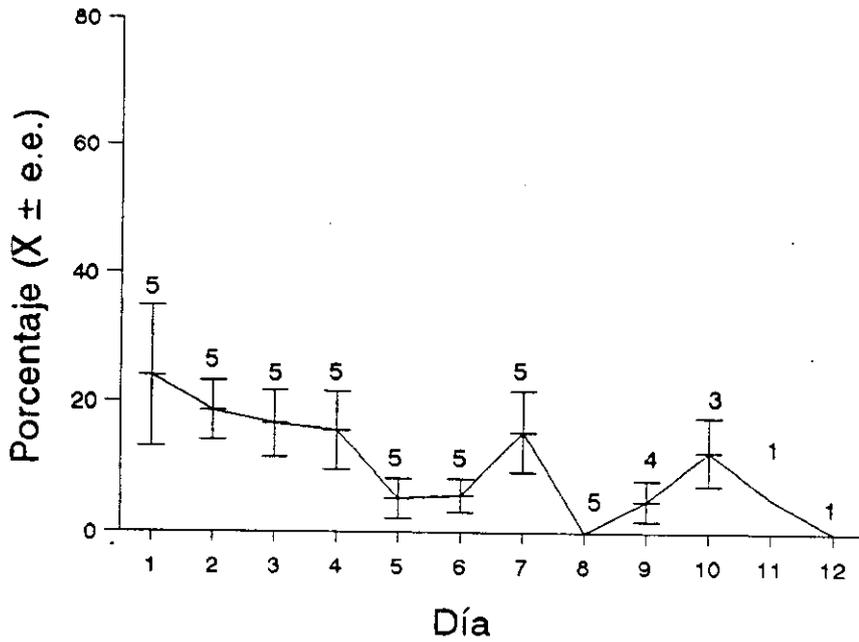


Figura 6. Cebos de gatos consumidos en las cinco zonas de bosque en la campaña intensiva en 1995. Números arriba de las barras son número de zonas.

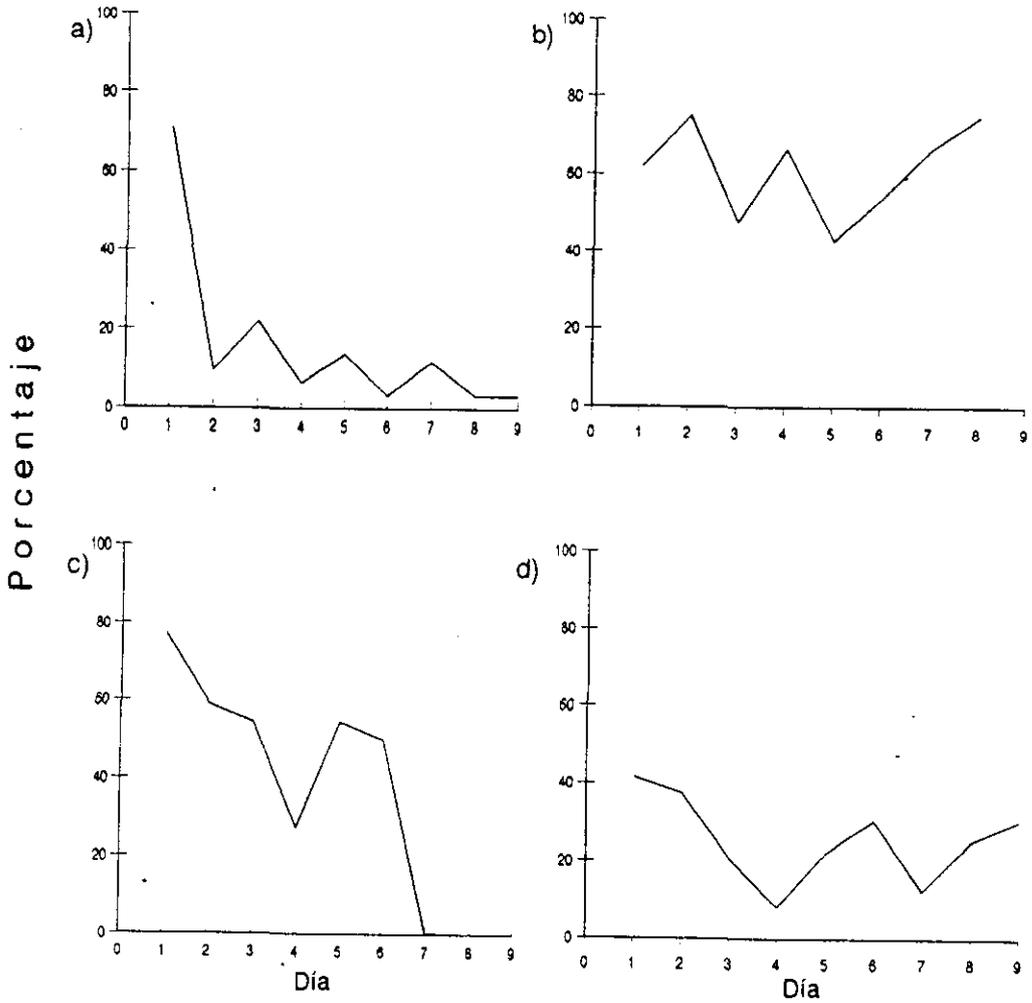


Figura 7. Cebos consumidos en cuatro zonas, en el seguimiento 2 de 1997: a) Planicie Oeste, b) Cerro de los Pelícanos, c) Costa Fragatas y d) Bosque de las Monas.

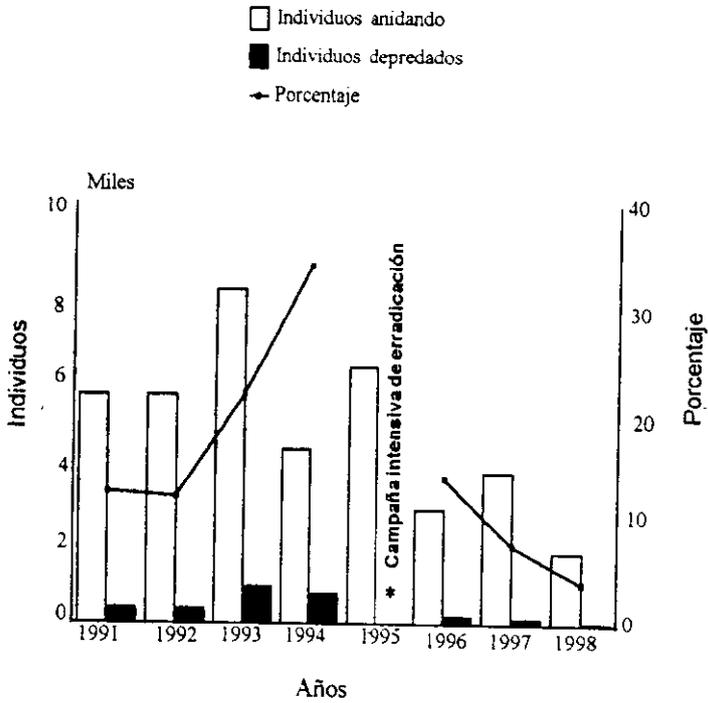


Figura 8. Estimación del número de pericotas anidando y número y porcentaje de pericotas depredadas antes y después del programa de erradicación.

* Para 1995 no se tienen los datos del número de individuos depredados.

Anexo 1. Gatos muertos encontrados.

Fecha	Zona	L.H.C (mm)	Peso (g)	Sexo	Pelaje
Envenenamiento					
11- 2-1995	CF	543	3700	Hembra	Negro
11- 2 "	CF	553	3500	Hembra	Gris
11- 2 "	CF	584	3850	Hembra	Miel
11- 3 "	CF	575	2850	Hembra	Gris/Bco.
11- 4 "	CF	578	2700	Hembra	Miel
11- 7 "	CF	449	2000	Hembra	Miel
11-15 "	CF	374	750	Hembra	Miel
11- 2 "	BP	625	3950	Macho	Miel
11- 2 "	CF	632	4300	Macho	Miel
11- 5 "	CP	665	3200	Macho	Gris
11- 7 "	CF	605	4650	Macho	Miel
11- 9 "	CF	480	2700	Macho	Miel
Trampeo					
11-13-1995	AM	510	3000	Macho	Gris
11-13- "	MT	500	3800	Macho	Miel
03-03- 1996	PO	----	3200	Hembra	Negro
05-03 - "	CFR	530	1800	Hembra	Café/negro
05-03 - "	CFR	570	2700	Hembra	Café/gris
05-03 - "	CFR	370	1000	Hembra	Café/gris
05-07 - "	CFR	390	1200	Hembra	Café/gris
05-07 - "	CFR	---	---	-----	-----
05-08 - "	CFR	--	---	-----	-----
11-03 - "	CFR	500	2000	Hembra	Gris/miel
11-03 - "	CFR	500	2000	Hembra	Gris/miel
11-16-1997	CP	---	---	-----	-----

Anexo 1. Continuación

Fecha	Zona	L.H.C (mm)	Peso (g)	Sexo	Pelaje
Cacerías					
11- 8 -1995	AM	480	1600	Hembra	Miel
11-21 "	CFR	585	4000	Hembra	Miel
11-22 "	PO	550	2500	Hembra	Gris/Ama.
11-30 "	CP	530	2650	Hembra	Negro
01-03-1996	AM	531	2600	Hembra	Negro
01-25-1995	PO	525	2800	Macho	Gris/Ama.
11-28 "	PVC	554	3650	Macho	Gris/Ama.
11-28 "	CP	555	4300	Macho	Negro
12- 7 "	CP	590	4700	Macho	Miel

CF= Cerro del Faro

BP= Bahía Pescadores

MT= Monte Transverso

PVC= Pastizal Norte de la
Vereda Central

PO= Planicie Oeste

CP= Cerro Pelicanos

AM= Acantilado Mayor

C FR= Costa Fragatas

Anexo 3. Estimación de pericotas reproductivas y número total de pericotas depredadas en ocho años de muestreo.

Año	No. de pericotas		Individuos depredados		Emplumados
	cuadrantes	colonia ²	frecuencia	% ¹	
1991	1358	2716	342	12.5	No hubo
1992	1358	2716	331	12.1	Hubo
1993	1988	3976	871	21.9	Hubo
1994	1040	2080	711	34.1	No hubo
1995	1526	3054	**	**	No hubo
1996	682	1364	190	13.9	Hubo
1997	904	1808	136	7.5	Hubo
1998	426	852	34	3.9	Hubo

** No se tienen los datos.

¹ Porcentaje del total de individuos reproductivos en la colonia.

² No. observado en los cuadrantes multiplicado por cuatro.

Anexo 2. Programa de control de ratas en la Bahía de Pescadores

El control de ratas en la Bahía de Pescadores, tiene el objetivo de reducir y mantener en niveles bajos el número de ratas en la zona. El programa de control debería de ser permanente siempre que haya pescadores en la Isla.. La coordinación del este programa debería de estar a cargo de la Administración de la Isla, ya que mientras no se conozca la *dinámica poblacional y dieta* de las ratas en por lo menos un año en la Isla Isabel, lo más eficaz es controlar la abundancia de ratas en la Bahía.

METODO

Para que el programa de control de ratas en la Bahía de los Pescadores funcione, es imprescindible que los pescadores sean los responsables de colocar el veneno en las estaciones.

Los venenos que se podrían utilizar son: 1) Bromadiolona, 2) Estorum, 3) Racumin, y 4) Diphacinona. Estos venenos se pueden conseguir en México fácilmente. Los cubos de veneno se colocarán en estaciones (tubos de PVC de 300 mm de largo por 100 mm de ancho) que tendrán una tapa en un extremo y se levantarán del piso 15 cm. Esto evitará que los cangrejos ermitaños (*Coenobita compressus*) coman el veneno. El veneno debe manejarse con guantes de plástico y las cubetas que lo contienen siempre deben de estar cerradas y en la sombra.

Adicionalmente se recomienda el uso de trampas para reducir el número de ratas en el interior ó alrededor de una palapa. Se pueden utilizar tanto trampas de golpe como trampas Sherman.

Envenenamiento

En 1995, en la Bahía de Pescadores se trazaron siete transectos paralelos a 20 m de distancia uno de otro, además se marcaron 74 puntos a lo largo de los siete transectos. Será necesario remarcar los transectos A1, A2 , A3, B1, B2, B3 y C1 (Fig. 1) con cintas de colores y marcar con cinta plástica bicolor (blanco y rojo), puntos cada 20 m a lo largo de cada transecto:

Transecto	No. de estaciones
A1	16
A2	8
A3	6
B1	7
B2	10
B3	13
C1	14

Se colocarán de dos a tres cubos de veneno por estación y las estaciones se revisarán a cada 24 h, remplazando el veneno siempre que un cubo haya desaparecido ó se encuentre roído.

Trampeo (algunas recomendaciones)

Las trampas funcionan mejor si se colocan en sitios planos, no se mueven y se sujetan con alambre a algo fijo. Se pueden colocar cerca de paredes, debajo de troncos, ramas u hojas, en esquinas oscuras, ó cerca de sitios donde se encuentren huellas o excretas, en sitios donde se conozca que las ratas pasan. Las ratas atrapadas en trampa serán sacrificadas.

Para cebar las trampas se puede utilizar: trozos de tortilla con crema de cacahuete, jitomate, queso, frutas secas como ciruela pasa, manzana, chocolate, etc. Es importante variar el tipo de cebo.

Es importante evitar que las ratas aprendan a evitar las trampas, lo que puede lograrse haciendo que el disparador que activa la trampa sea eficaz, p Por ejemplo, asegurando que al quitar el cebo de la trampa, está efectivamente se cierre. Si la rata saca el cebo y la trampa se acciona en falso, se producirá un rechazo de la rata hacia la trampa y este posiblemente será transmitido a las crías y a otros individuos de la población. Si esto ocurriera conviene cubrir las trampas con hojas, ramas, tierra fina ó pastos.

Basura y restos de pescado

Cuando hay abundancia de alimento es más difícil atrapar a las ratas en trampas, por lo que antes de colocarlas hay que guardar bien, proteger y eliminar otras fuentes de alimentación.

Es recomendable que cada palapa tenga un bote de plástico con tapa del grosor de los bidones de agua, para que las ratas no lo roan y así evitar el acceso a la basura. El pan, el arroz, el frijol, las galletas, el huevo, el azúcar, las harinas, las frutas y verduras deben guardarse en hieleras ó en cajas con tapa que eviten que las ratas los coman.

Folleto de control de ratas en la Bahía de Pescadores

Con el objetivo de que todos los pescadores conozcan el método para intentar controlar las ratas en la Bahía, se diseñó junto con Alicia Ibarra y Jaime Zaldivar del Instituto de Ecología, una historieta que explica a los pescadores el método.

Otras medidas

- Mantener la Bahía libre de restos de pescado y desviscerar mar afuera.
- Instalar y utilizar letrinas.
- Eliminar a las ratas o crías que se encuentren.

AGRADECIMIENTOS

Como suele suceder la tesis es el resultado de un trabajo colectivo. Las siguientes personas ayudaron a realizar el programa de erradicación.

La idea original de erradicar a los gatos de la Isla Isabel surgió de Marcela Osorio y Roxana Torres a las cuales agradezco su generosidad de donarme la idea. La asesoría de Dick Veitch y Alan Saunders del Departement of Conservation Te Papa Atawhai fue esencial para realizar el programa de erradicación. Mark Rauzon y Bernie Tershy me proporcionaron un montón de literatura sobre fauna introducida en islas.

El programa se realizó con financiamiento de la Comisión Nacional para el Uso y la Conservación de la Biodiversidad (CONABIO) y del Instituto de Ecología UNAM. El apoyo logístico en Tepic lo otorgó el Subsecretario de Recursos Naturales de la SEMARNAP, coordinado por el Biol. Manuel Blanco. La Décima Zona Naval de la Armada de México dio el apoyo logístico

Quiero expresar mi admiración y respeto a Chero, Gonzalo, Armando, Martín, Joaquín, Margarito, Bernardo, Rocío, Erendira y Hugh. Todos ellos trabajaron en condiciones de mucho calor en medio de la selva y en los sitios más inaccesibles midiendo y marcando puntos cada 20 m. Cuando terminamos de cuadricular la isla todos respiramos aliviados. También me ayudaron a coordinar a pescadores de San Blas, estudiantes de la Facultad de Veterinaria, de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), académicos del Centro de Computo de la UAN y personal de la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP, delegación Tepic) en la distribución de cubos para ratas y cebos para gatos.

La persecución de gatos continuaría en estos momentos si Miguel Angel Hermosillo Bueno no se hubiera integrado a nuestro equipo como "el hunter".

Alicia Ibarra coordino a un regimiento de cerca de 15 estudiantes del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar (CET-mar) de San Blas, Nayarit en el programa de envenenamiento de ratas los últimos 18 días.

Emilio, Manuel, Pilar, Bill y Juan Carlos colaboraron en las fases de seguimiento de gatos; a ellos, muchas gracias por su trabajo tan generoso.

Agradezco a Mina, nuestra cocinera estrella. Lo más agradable al terminar una dura jornada de trabajo era saber que Mina nos esperaba en el campamento con agua fresca, comida caliente y unas deliciosas tortillas hechas a mano.

El método para censar pericotas se basó en lo realizado por Roxana Torres y Marcela Osorio en 1991. Los datos sobre censo de pericotas se obtuvieron desde 1992 a la fecha por estudiantes o servicio social del laboratorio de Conducta Animal.

El Dr. Drummond aceptó ingenuamente realizar junto conmigo este programa de erradicación, cuando ninguno de los dos sabíamos a ciencia cierta a que nos estábamos metiendo, pero cuando nos dimos cuenta el acepto valientemente continuar con el trabajo, autoasignándose las tareas más difíciles, revisando datos y conviviendo con pescadores. Después del trabajo de campo Hugh estuvo asesorando desde México, coordinando con Manuel Blanco y pescadores la participación de voluntarios en el programa. Seguido de interminables revisiones al manuscrito final. Dr. Drummond estoy segura que usted nunca ha trabajado tanto, para una tesis de un estudiante. Con respeto, admiración y cariño le doy mil gracias.

Al Dr. Gerardo Ceballos, Dr. Adolfo Navarro, M. en C. Enrique González, Dr. José Luis Osorno, Biol. Carlos Cordero y al Dr. Hector Arita por sus sugerencias y comentarios al manuscrito final.

A los pescadores de la isla que nos informaban cuando y donde habían visto algún gato. A todos aquellos que por falta de memoria no aparecieron en estos agradecimientos.