

Restauración Ecológica de la Isla Floreana: Análisis de Factibilidad de la Erradicación de Roedores y Gatos



Autor: Chad Hanson, Karl Campbell

Revisado por: Richard Griffiths, Erin Hagen, Víctor Carrión, Alex Wegmann



Historia de las versiones:

VERSIÓN	FECHA	AUTOR	RAZÓN PARA CAMBIOS
v1	7.16.2012	Hanson	Borrador inicial
v2	1.2.2013	Hanson	Incorporación de comentarios tras la revision de K. Campbell
v3	1.25.2013	Hanson	Incorporación de comentarios de R. Griffiths, V. Carrión, E. Hagen
v4	5.29.2013	Hanson	Incorporación de comentarios finales de K. Campbell
v5	7.23.2013	Hanson	Incorporación de comentarios de R. Griffiths y A. Wegmann
v6	10.19.2013	Hanson	Formateado para su traducción al español
v6.1	11.16.2013	Hanson	Final

Citación:

Este reporte debería ser citado como:

Island Conservation (2013) Restauración Ecológica de la Isla Floreana: Análisis de Factibilidad para la Erradicación de Roedores y Gatos versión 6.0. Island Conservation, Santa Cruz, California. 85 pp.

TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS	4
RESUMEN EJECUTIVO	7
PROYECTO Y CLIENTE	8
INTRODUCCIÓN	8
Erradicaciones Anteriores	9
META, OBJETIVOS Y RESULTADOS	10
Meta	10
Objetivos y Resultados	10
ANTECEDENTES.....	13
Valor de la Biodiversidad en Islas	13
Fauna y Flora de la Isla Floreana	16
LAS ESPECIES OBJETIVO, IMPACTOS Y BENEFICIOS DE LA ERRADICACIÓN	22
Especies Objetivo	22
Roedores.....	22
Roedores en la isla Floreana	24
Beneficios de la erradicación de roedores	25
Gatos Ferales	27
Gatos Ferales en la isla Floreana.....	27
Beneficios de la erradicación de gatos.....	29
Beneficios de la erradicación de roedores y gatos.....	30
FACTIBILIDAD TÉCNICA	30
Principios Técnicos de la Erradicación	30
Métodos Propuestos	30
TÉCNICAS RECOMENDADAS PARA LA ERRADICACIÓN DE ROEDORES	31
Resumen de Estrategias para Roedores	31
Antecedentes de la Metodología Recomendada	32
Rodenticidas y Productos de Cebo	32
Rodenticida preferido	33
Formulación del cebo	33
Diseminación del cebo.....	33
Aplicación del cebo en áreas comensales	34
Aplicación del cebo en la zona agrícola/ fincas	35
Detección temprana de sobrevivientes y respuesta	35
Investigación Sugerida para Informar sobre el Plan Operativo de Roedores	35
Monitoreo previo a la erradicación	35
Monitoreo para Confirmar la Erradicación de Roedores.....	36
TÉCNICAS RECOMENDADAS PARA LA ERRADICACIÓN DE GATOS.....	37
Resumen de Estrategias para Gatos	37
Reducción de la Población durante la Erradicación de Ratas	37
Diseminación del Cebo	38
Trampeo.....	39
Cacería con Perros.....	40
Fumigantes.....	41
Cacería Nocturna con Linterna	41
Técnicas y Herramientas de Monitoreo para Confirmar la Erradicación	41
TÉCNICAS COMBINADAS.....	42
PRINCIPIOS AMBIENTALES Y SOCIALES DE LA ERRADICACIÓN	42

IMPACTOS EN LOS RESIDENTES Y VISITANTES PERTINENTES A LOS ESFUERZOS DE ERRADICACIÓN ..	42
Presencia Humana.....	42
Ambientes Comensales	43
Mascotas y Ganado	44
ESTRATEGIA DEL PROYECTO EN CUANTO AL RIESGO	45
SOSTENIBILIDAD	45
Bioseguridad hacia y dentro de Galápagos	45
SOCIALMENTE ACEPTABLE.....	47
POLÍTICA- Y LEGALMENTE ACEPTABLE.....	49
AMBIENTALMENTE ACEPTABLE	50
CAPACIDAD	52
CONTINGENCIAS DEL PROYECTO	53
FINANCIAMIENTO	54
CONCLUSIÓN	56
Roedores	56
Gatos	56
REFERENCIAS	58
APÉNDICES.....	67
Apéndice A – Vertebrados de la Isla Floreana	67
Apéndice B – Reporte de la Disponibilidad del Cebo en Floreana y del Trampeo de Gatos	69
Reporte de Viaje: Isla Floreana 2012	69
Wesley Jolley.....	69
Introducción.....	69
Descripción de la Isla	70
Métodos	71
Disponibilidad del cebo	71
Primera aplicación.....	72
Segunda aplicación.....	72
Trampeo de roedores.....	72
Trampeo en transeptos	73
Cuadrículas de trampeo fuera de las áreas cebadas	74
Otros trampeos	74
Cámaras	74
Lapso de tiempo	74
Restos y acumulación del cebo	75
Degradación	75
Degradación del cebo	75
Degradación de los cuerpos muertos	75
No-objetivos y otras observaciones	75
Caracoles	76
Sondeos del pachay.....	76
Trampeo de gatos	77
Resultados y Discusión.....	77
Disponibilidad del cebo	77
Trampeo de roedores.....	78
Cámaras	80
Lapso de tiempo	80
Cuerpos muertos	80
Acumulación del cebo.....	80
Degradación	80

Degradación del cebo	80
Degradación de restos	81
No-objetivos y otras observaciones	83
Caracoles	84
Sondeos del pachay	84
Trampeo de gatos	85
Literatura Citada	86
Apéndice 1: Mapas de la Disponibilidad del Cebo	86
Apéndice 2: Escala de Puntuación Craddock para la Condición del Cebo	97

RESUMEN EJECUTIVO

La erradicación de vertebrados introducidos se ha convertido en una estrategia ampliamente aceptada para restaurar ecosistemas insulares. En base a un entendimiento de los métodos de erradicación y el sitio del proyecto Isla Floreana, en este documento se valora la factibilidad de remover a las ratas negras, a los ratones caseros y a los gatos ferales. La factibilidad está determinada por las técnicas actuales para remover de manera segura roedores y gatos ferales de islas, las cuales han sido usadas a nivel mundial, incluyendo recientes erradicaciones en el archipiélago Galápagos.

La meta de este proyecto es restaurar la funcionalidad del ecosistema así como también mejorar el bienestar de la comunidad de la isla Floreana, lo que se alcanzaría mediante la erradicación de las ratas negras, los ratones caseros y los gatos ferales, y la implementación de medidas efectivas de bioseguridad (ej.: prevenir la incursión de roedores y asegurar que los gatos domésticos presentes en la isla no actúen como una fuente de re-población).

La técnica más común utilizada globalmente para la remoción de roedores en islas es la aplicación de cebo que contenga algún rodenticida. A los gatos, en cambio, se los hace blanco de veneno, trampeo y cacería. Floreana es una isla grande (17.125 ha) comparada con los esfuerzos desplegados en otras partes. Si el proyecto fuere exitoso, sería la segunda isla más grande donde se hayan removido gatos y ratas, y la isla más grande donde se hayan removido ratones. Los métodos recomendados para esta erradicación de varias especies en la isla Floreana son: cebos tóxicos distribuidos por vía aérea y terrestre (lo que da como resultado la exposición primaria y secundaria de las poblaciones objetivo), trampeo, y cacería con y sin perros. Para complementar estas acciones, se deben esterilizar y registrar a los gatos domésticos, se les debe aplicar eutanasia o retirarlos de la isla. Se deben implementar regulaciones antes de la erradicación para asegurar que estas acciones puedan aplicarse a todos los gatos domésticos en la isla y que no se pueda importar más gatos. Se requerirán regulaciones para tener acceso a todas las construcciones y áreas de la isla, sin importar a quién pertenezcan. Se hacen recomendaciones adicionales en lo concerniente a opciones para la bioseguridad entre islas así como legislación para regular o prohibir las importaciones de ciertos animales.

Factores como una comunidad permanente en la isla, el turismo, y las fincas/agricultura complicarán las acciones para la erradicación de roedores y ratas. A pesar de ser este el caso, se pueden alcanzar todos los principios de erradicación si se toman las medidas adecuadas durante las fases de planificación, implementación y confirmación. La remoción técnica tanto de roedores como gatos se considera factible con los actuales métodos de erradicación. Se ha valorado la aceptación social, legal y ambiental, y se considera posible dentro de la región. La factibilidad debería re-evaluarse periódicamente ya que los resultados derivan de los procesos que comprometan a la comunidad. Se estima un costo total de \$10-12 millones de dólares para la planificación e implementación de las acciones recomendadas.

Este documento plantea una descripción detallada del sitio y las especies objetivo, el acercamiento recomendado para el proyecto, su ámbito y la intervención que se necesita de actores para llevar a cabo la campaña de erradicación para varias especies (ratón, rata, gato) en la isla Floreana.

PROYECTO Y CLIENTE

La Dirección del Parque Nacional Galápagos (MAE-PNG/DIR-2012-0820) y el Gobierno Parroquial Rural Isla Santa María (028-GPRISM-2012) le solicitaron a Island Conservation que analice la factibilidad de erradicar roedores y gatos invasores de la isla Floreana, Galápagos. Este trabajo se financió con el Leona M. & Harry B. Helmsley Charitable Trust y la Fundación David y Lucile Packard como parte de sus contribuciones para Island Conservation.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, casi el 80% de todas las extinciones recientes han sido especies insulares; más de la mitad de éstas han sido el resultado directo de especies invasoras como gatos ferales. Mas aún, los roedores introducidos han causado 40-60% de todas las extinciones históricas de aves y reptiles. Las ratas, en particular, son una de las especies invasoras más agresivas y destructivas, y se encuentran en más del 85% de islas oceánicas y archipiélagos, incluyendo las islas Galápagos. Manejadores terrestres a través del mundo están erradicando cada vez más roedores y gatos en islas para ayudar a la restauración de los ecosistemas insulares.

Tanto roedores como gatos existen comúnmente en la isla Floreana que tiene más de 18 especies endémicas al archipiélago, incluyendo una lagartija de lava, el pinzón de árbol de pico mediano y múltiples especies de caracoles terrestres que son endémicos a la isla. Seis especies de vertebrados presentes en Floreana se consideran globalmente amenazadas por la UICN (2 críticamente amenazadas, 2 amenazadas, 2 vulnerables). Como consecuencia, un equipo de expertos en erradicación, consultando con el manejador primario de la tierra, eligieron a la restauración de la isla Floreana como una prioridad dentro de la región (CDF/GNP 2007). Se determinó que la remoción de las especies de vertebrados invasores encontrados en Floreana era la acción más benéfica para facilitar la recuperación de la isla.

En 2009, miembros del Parque Nacional Galápagos (PNG), Island Conservation (IC), el Departamento Occidental de Australia para el Ambiente y la Conservación (WADEC) y otros expertos participaron en una visita al campo en Floreana para evaluar la factibilidad de remover gatos ferales. Además de los gatos ferales, se valoró en la isla la presencia de otras especies introducidas de vertebrados invasores. Se confirmó la existencia de gatos ferales (*Felis catus*), ratas (*Rattus rattus*) y ratones (*Mus musculus*). También se visitó Floreana en 2010, 2011 y 2012. Paso seguido a las visitas de campo, se determinó que una estrategia para la remoción simultánea de ratones, ratas y gatos sería la manera más efectiva y financieramente viable.

Los métodos para alcanzar esta meta y los factores involucrados, como la presencia humana en Floreana, se evalúan en este documento.

Erradicaciones Anteriores

Tabla 1. Las tres más grandes erradicaciones de *Felis catus*, *Rattus rattus* y *Mus musculus* (DIISE, 2012).

<i>Felis catus</i> / gato feral	<i>Rattus rattus</i> / rata negra	<i>Mus musculus</i> / ratón casero
29.300 ha / Isla Marion, Sudáfrica	12.900 ha / Isla Macquarie ¹ , Australia	12.900 ha / Isla Macquarie ¹ , Australia
12.900 ha / Isla Macquarie, Australia	3.800 ha / Rangitoto/Motutapu, Nueva Zelandia	3.800 ha / Rangitoto/Motutapu, Nueva Zelandia
11.400 ha / Tristan da Cunha, Territorio británico de ultramar de Santa Helena, Ascensión y Tristan da Cunha	2.100 ha / Capraia, Italia	1.250 ha / Isla Coal, Nueva Zelandia

¹ A la espera de información

A nivel mundial ha sido exitoso un total de 87 campañas para erradicar a gatos de islas (Campbell et al. 2011). La erradicación de gatos de Floreana ha sido precedida por tres islas en Galápagos: Baltra (2.771ha), Venecia (16ha), Las Bayas Grande (2.57ha) (DIISE 2013). Dentro de Ecuador, se dio una erradicación de gatos en Isla de la Plata (670ha). Las erradicaciones de gatos tanto en Baltra como en Isla de la Plata fueron implementadas por personal contratado por el Parque Nacional Galápagos y Island Conservation.

Los dos roedores introducidos presentes en Floreana (la rata negra o rata de barco - *R. rattus* y los ratones - *M. musculus*) han sido erradicados en islas en otras partes del mundo (Howald et al. 2007, Griffiths et al. 2012). *M. musculus* ha sido removido de 50 islas, mientras que *R. rattus* ha sido removido de 217 islas en todo el mundo (DIISE 2013). Hasta el presente, la erradicación de roedores más grande excede las 68.000 hectáreas en la isla South Georgia donde las ratas noruegas (*R. norvegicus*) y los ratones (*M. musculus*) constituyen el objetivo. La operación se conducirá en tres temporadas; las dos primeras ya han sido completadas. Este acercamiento multi-anual es solo posible dado que los glaciares prohíben el desplazamiento de los roedores y crean unidades distintas de erradicación en islas separadas. La temporada final está planificada para 2015 (<http://www.sght.org/Habitat-Restoration>).

Proyectos previos para la erradicación de la rata negra en el archipiélago Galápagos incluyen 21 islas, las más grande habiendo sido la isla Pinzón (1789ha) y la isla Bartolomé (124ha). Una erradicación de rata noruega (*R. norvegicus*) se dio en Rábida (499ha). Cada una de estas metodologías ha sido planificada con metodologías mesurables como un punto de partida para conducir una operación similar en islas más grandes, particularmente en Floreana (CDF/GNP 2007). Se conoce de cuatro operaciones fallidas con la rata negra ocurridas en la región (DIISE 2013).

En tres islas adicionales se han realizado intentos para la erradicación de ratones: isla Plaza Sur (14.8ha), isla Plaza Norte (12.4ha) y Venecia (16ha). Está a la espera la confirmación sobre Plaza Sur,

mientras que para Plaza Norte se ha confirmado que está libre de ratones. El intento fue fallido en Venecia, pero la isla se conecta durante la marea baja con Santa Cruz de manera que es probable que la erradicación haya sido exitosa pero que la isla fue re-invasida por ratones desde Santa Cruz.

META, OBJETIVOS Y RESULTADOS

Meta

La meta del proyecto propuesto es:

Contribuir a la restauración de la función del ecosistema natural, recuperación de las especies nativas y bienestar de la comunidad de la isla Floreana mediante la erradicación de gatos, ratas y ratones introducidos invasores.

Objetivos y Resultados

El objetivo que alcanzará este proyecto y los resultados que se verán una vez que se logren los objetivos son:

Objetivos	Resultados
1. Contribuir a la restauración ecológica de la isla Floreana mediante la erradicación de gatos, ratas, ratones y el control de gallinas ferales.	1.1 Se preparan documentos de planificación detallando la erradicación de roedores y gatos (plan de factibilidad, valoración de riesgos a especies no-objetivo, plan para el manejo del proyecto, plan operativo), y el control de gallinas ferales (plan operativo).
	1.2 Tres especies invasoras dañinas son removidas permanentemente de la isla Floreana.
	1.3 La población de gallinas ferales se reduce o remueve en su totalidad.
	1.4 Producción de planes de mitigación para especies nativas no-objetivo, animales domésticos y la comunidad, y los impactos negativos.
	1.5 La recuperación de especies nativas, incluyendo al pinzón de árbol de pico mediano, el petrel de Galápagos, la iguana marina, la lagartija de lava, la golondrina de Galápagos, caracoles endémicos y los cactus <i>Opuntia</i> .
	1.6 Las condiciones de la isla apoyan la re-introducción exitosa de especies extirpadas, incluyendo al cucuve de Floreana, la tortuga gigante de Floreana, el gavilán de Galápagos, la culebra de Galápagos y la gaviota de lava.

	<p>1.7 Las medidas de bioseguridad son funcionales y efectivas. Ningún ganado o mascota se introducen a la isla sin los permisos de la ABG y sin haber pasado por los procedimientos cuarentenarios, incluyendo revisiones de enfermedades para el ganado y la esterilización de mascotas.</p>
<p>2. Elaborar un proceso participativo para la toma de decisiones que es dirigido por un comité directivo que incluye a la Agencia de Bioseguridad para Galápagos (ABG), al Parque Nacional Galápagos, a la Junta Parroquial de la Isla Floreana (JPF), a miembros de la comunidad y representantes de Island Conservation.</p>	<p>1.8 Las medidas de detección continúan de manera perpetua y se ponen en práctica medidas de respuesta para tratar la confirmación de “incursiones de roedores” después de la erradicación.</p>
<p>3. Mejorar la calidad de vida en la isla Floreana.</p>	<p>2.1 Se esterilizan y registran todos los gatos domésticos en la isla Floreana. Se establecen y refuerzan regulaciones para dirigir el manejo de mascotas.</p>
	<p>2.2 Acta constitutiva del comité directivo aprobada por los miembros.</p>
	<p>2.3 Los socios tienen un foro regular en el cual comparten información (ej.: planes, información de censos, etc.), colaboran en la planificación y coordinan los futuros componentes del proyecto.</p>
	<p>2.4 Se desarrollan e implementan métodos de erradicación y otros componentes del proyecto con el conocimiento y el apoyo de la comunidad.</p>
	<p>2.5 La comunidad de Floreana apoya la bioseguridad.</p>
	<p>3.1 Se desarrollan capacidades adicionales dentro de Galápagos que se relacionen con la planificación e implementación de proyectos de conservación complejos y a gran escala.</p>
	<p>3.2 La comunidad de Floreana apoya al proyecto.</p>
	<p>3.3 Reducido riesgo de enfermedades: bacterias y parásitos de los que los gatos y los roedores son vectores, incluyendo toxoplasmosis, leptospirosis, enfermedad de rascada de gatos, larvas cutáneas migratorias, meningitis cloro-linfocítica, plaga, hantavirus y salmonelosis.</p>

	3.4 Calidad y cantidad mejoradas de producción de horticultura.
	3.5 Daño reducido a la infraestructura, materiales/suministros sin protección, y alimentos para la población y el ganado.
	3.6 Calidad y cantidad mejoradas de productos de ganadería. 3.6.1 Entran en efecto regulaciones para el manejo del ganado doméstico. 3.6.2 Antes de la erradicación se elimina al ganado de la isla. Se dan acciones para erradicar las enfermedades del ganado. Después de la erradicación se importa ganado de las mejores razas, libre de enfermedades. 3.6.3 El manejo del ganado evita conflictos finqueros-conservación.
	3.7 Se eliminan los costos asociados al control de roedores.
	3.8 Valores estéticos y experiencia del visitante mejorados. Aumentan los beneficios económicos basados en el turismo debido a la recuperación del ecosistema, presencia de especies endémicas y del tipo de visitante atraído a la isla.
4. Usar cada una de las capacidades existentes y construir nuevas que estén alineadas con las misiones.	4.1 Cada miembro del consorcio tiene un rol y contribuye a su medida a las metas mayores del proyecto, llevando al éxito a todo el proyecto en su conjunto.
	4.2 Cada socio desarrolla capacidades adicionales que faciliten la implementación de su misión en el futuro.
5. Preparar la reintroducción de especies amenazadas extirpadas.	5.1 Planes desarrollados para las reintroducciones de la tortuga gigante de Floreana, el cucuve de Floreana, el gavián de Galápagos, la culebra de Galápagos y la gaviota de lava.

	<p>5.2 Se llenan las brechas de conocimiento relacionadas con la conducción de las reintroducciones antes de completar las erradicaciones.</p> <p>Investigadores/practicantes de las reintroducciones consiguen financiamiento no disponible para las actividades de erradicación.</p>
	<p>5.3 Las reintroducciones de la tortuga gigante de Floreana, del cucuve de Floreana, del gavilán de Galápagos, de la culebra de Galápagos y de la gaviota de lava se realizan 3 años después de la erradicación.</p>

ANTECEDENTES

Valor de la Biodiversidad en Islas

Las islas son ricas en especies endémicas; solo constituyen el 3% de la superficie terrestre pero son el hogar de entre el 15% y 20% de todas las especies de plantas, reptiles y aves. Las islas han sido también desproporcionadamente impactadas por los humanos; se estima que el 70% de las extinciones recientes han ocurrido en islas y la mayoría de éstas, incluyendo más de la mitad de todas las extinciones de aves marinas, han sido ocasionadas por especies invasoras. Hoy en día, más de la mitad de las aves de la Lista Roja de la UICN están amenazadas por especies introducidas (**Figura 1**). Los gatos ferales y los roedores son las especies introducidas más devastadoras en ecosistemas insulares, donde frecuentemente impactan a las especies nativas mediante depredación directa, competencia o cambios en la cadena alimenticia. Los roedores se han introducido en más del 80% de las islas en el mundo entero, causando grandes perturbaciones al ecosistema, incluyendo efectos profundos en la distribución y abundancia de la flora y fauna nativas (ej.: Atkinson 1985, Jones et al. 2008, Kurle et al. 2008, Towns et al. 2009). Los ecosistemas insulares, como el de Floreana, son áreas claves para la conservación porque son hábitats críticos para aves marinas y reptiles que dependen de las islas para su reproducción.

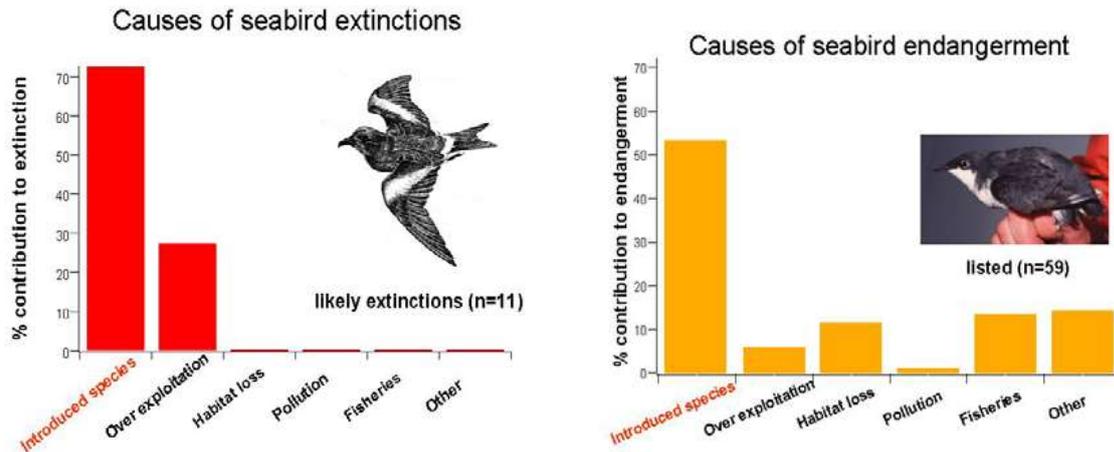


Figura 1. (Izquierda) Causas para la extinción de aves marinas y (derecha) grado de amenaza basado en los datos globales de la Lista Roja de UICN.

Cuadro izquierdo: Causas para las extinciones de aves marinas
% de contribuciones para la extinción
Extinciones probables (n=11)
Especies introducidas, sobre-explotación, pérdida de hábitat, contaminación, pesquerías, otros

Cuadro derecho: Causas para la amenaza de las aves marinas
% de contribuciones para la amenaza
Enlistadas (n=59)
Especies introducidas, sobre-explotación, pérdida de hábitat, contaminación, pesquerías, otros

Isla Floreana

La isla Floreana está ubicada en el archipiélago Galápagos a unos 1.000 km de la costa del Ecuador. Todas las 128 islas e islotes forman parte de la provincia ecuatoriana Galápagos. La isla Floreana es la cuarta más grande de las cinco islas habitadas y la sexta isla más grande del archipiélago. Su superficie es de 17.125 ha, con una elevación máxima de 640 m en el cerro Pajas. Como todas las islas de Galápagos, Floreana es de un origen volcánico reciente. Dos tipos generales de hábitat conforman la isla; una parte baja seca y árida (12.654 ha), y una exuberante parte alta (4.471 ha), (**Figura 2**). La isla tiene múltiples pozas y lagunas, dos fuentes de agua dulce que están en la parte alta y una variedad de tubos de lava subterráneos. Acantilados marinos de hasta 30 m están presentes en las costas sur y este.

A 1,2 grados al sur de la línea ecuatorial, la isla Floreana experimenta ligeras variaciones climáticas; una estación seca que va desde octubre hasta mediados de enero con cielos azules, y poco o nada de lluvia (y una población de roedores en descenso o colapsada); una estación húmeda (caliente) desde mediados de enero hasta junio con un clima casi tropical, precipitaciones diarias y una mayor cobertura de nubes; y la época de garúa, de julio a septiembre, con un denso aire marino, presencia rutinaria de neblina y precipitación en la forma de niebla (particularmente fuerte en la parte alta). La temperatura del aire varía entre 21° - 30° Celsius mientras que la temperatura del mar se mantiene

entre 21° – 25° Celsius. Las condiciones del mar son buenas para tráfico marino durante todo el año. Se puede esperar un cambio en el clima con lluvias pesadas y frecuentes durante los eventos El Niño, mientras que condiciones más áridas y secas prevalecen durante los eventos La Niña.

La isla Floreana fue anteriormente conocida por algunos otros nombres, los más comunes siendo Santa María y Charles (Woram 1989). El Parque Nacional Galápagos maneja casi el 98% de la isla, con una zona agrícola de 230 ha y el pueblo de Puerto Velasco Ibarra (42 ha), que completa el remanente 2%. La isla fue colonizada por primera vez en 1832 y tiene una historia bastante bien registrada.

El uso primario de la isla Floreana incluye agricultura, turismo y pesca. Se da algún tipo de extracción de recursos (madera), pero la cantidad y frecuencia de sus exportaciones está limitada por el alto costo del transporte de los bienes a las islas cercanas. Hoy en día, reside en la isla una comunidad de alrededor de 140 personas y el turismo, principalmente tours diarios, tiene como consecuencia un incremento dramático temporal en el número de personas en la isla. Existe infraestructura para acomodar a turistas mientras que un anclaje seguro para los barcos de crucero y actividades recreativas se encuentra en las aguas adyacentes a Floreana. Varias fincas conforman la zona agrícola en la parte alta.

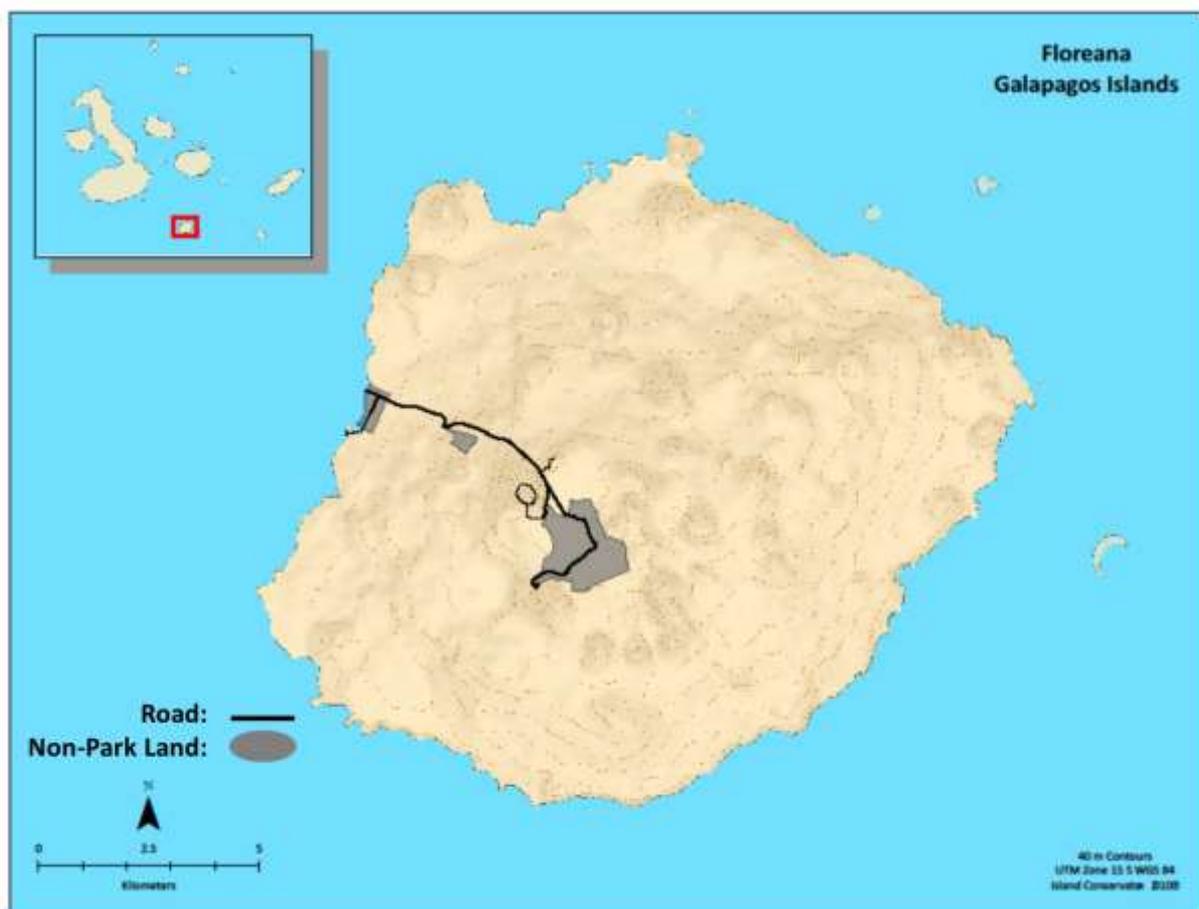


Figura 2. La isla Floreana es de forma redondeada y tiene un diámetro aproximado de 16 km. El pueblo Puerto Velasco Ibarra está localizado en el lado oeste de la isla y un camino principal conduce hacia la zona agrícola en la parte alta.

En el cuadro: Floreana, Islas Galápagos
Camino
Área que no pertenece al Parque

Generalmente se accede a la isla Floreana desde otros puertos del archipiélago por barco. Puerto Velasco Ibarra queda a 62km (34 millas náuticas) de Puerto Ayora en la isla Santa Cruz (~1,5 horas en barco). El puerto puede soportar embarcaciones pequeñas mientras que las aguas abiertas no tienen factores limitantes que pudieran restringir embarcaciones más grandes. El espacio aéreo sobre Floreana no está restringido y existen potenciales zonas para el aterrizaje de helicópteros. La isla Baltra tiene vuelos comerciales regulares y actúa como el centro primario para el archipiélago.

Fauna y Flora de la Isla Floreana

La isla Floreana es el hogar de 54 especies amenazadas según la UICN (IUCN 2013) (**Tablas 1, 2, & 3**). Ocho especies de vertebrados presentes en Floreana se consideran globalmente amenazadas por la UICN (2 críticamente amenazadas, 4 amenazadas, 2 vulnerables) mientras que cuatro especies se encuentran actualmente extinguidas en Floreana (1 críticamente amenazada, 3 vulnerables) (**Tabla 2**). Once especies de aves marinas anidan en la isla, incluyendo cuatro especies endémicas al archipiélago, de las cuales dos están en riesgo de extinción (**Apéndice A**): los petreles de Galápagos (críticamente amenazados) y los pingüinos de Galápagos (amenazados) (IUCN 2012). Floreana tiene la colonia de anidación más grande del mundo de los petreles de Galápagos, con 63% de la población. Esta carismática ave marina anida en solo cuatro otras islas. Las gaviotas de lava (vulnerables) se consideran recientemente extirpadas de Floreana luego de que búsquedas durante los últimos años no encontraron ninguna (Oficina Técnica del PNG en Floreana y Claudio Cruz. com. 2012). Cinco aves costeras residentes también anidan en la isla, incluyendo al flamenco mayor (*Phoenicopus ruber*), mientras que tortugas negras (*Chelonia mydas*) anidan en las playas de la isla. Varias extirpaciones y extinciones de especies han ocurrido en Floreana (**Apéndice A**). La reintroducción del críticamente amenazado cucuve de Floreana, de las tortugas gigantes de Floreana, y dos o tres especies amenazadas globalmente está pendiente de la erradicación de roedores y gatos (**Apéndice A**).

Floreana alberga a 94 especies de plantas que son endémicas a Galápagos de las cuales seis son endémicas a la isla: *Linum cratericola*, *Scalesia villosa*, *Lippia salicifolia*, *Alternanthera nesiotis*, *Psychotria angustata*, *Lecocarpus pinnatifidus*. Treinta y dos especies de plantas en la isla fueron consideradas globalmente amenazadas por la UICN en 2006 (5 críticamente amenazadas, 8 amenazadas, 19 vulnerables), mientras que dos plantas endémicas a Floreana, *Sicyos villosa* y *Dellila inelegans* se consideran extintas (Tye 2007) (**Tabla 3**).

Más de 1500 invertebrados son endémicos al archipiélago Galápagos. En 2006, una evaluación de 103 especies de invertebrados siguiendo los criterios de la UICN resultó en la clasificación de 2 especies como extintas y 61 especies como globalmente amenazadas. De aquellas, Floreana tiene al menos 15 especies de invertebrados terrestres amenazados (Roque-Albelo 2007; C. Parent pers. com., 2013) (**Tabla 4**). En vista de que Floreana es una de las islas más antiguas del archipiélago, tiene una tasa más alta de endemismo que las islas más jóvenes al oeste. Se sabe que Floreana posee al menos 125



especies de invertebrados endémicos al archipiélago, pero se desconoce cuántos de estos son endémicos a Floreana (base de datos de la FCD 2009).



Tabla 2. Vertebrados amenazados encontrados en la isla Floreana de acuerdo a la UICN.

VERTEBRADOS			
Nombre común	Especie	Estado reproductivo	Estado según la UICN
Petrel de Galápagos	<i>Pterodroma phaeopygia</i>	Presente	Críticamente amenazado
Pinzón de árbol de pico mediano	<i>Camarhynchus pauper</i>	Presente	Críticamente amenazado
Cucuve de Floreana	<i>Mimus trifasciatus</i>	Extirpado	Críticamente amenazado
Tortuga negra	<i>Chelonia mydas</i>	Presente	Amenazado
Lobo marino de Galápagos	<i>Zalophus wollebaeki</i>	Presente	Amenazado
Pingüino de Galápagos	<i>Spheniscus mendiculus</i>	Presente	Amenazado
Golondrina de Galápagos	<i>Progne modesta</i>	Presente	Amenazado
Pachay de Galápagos	<i>Laterallus spilonotus</i>	Presente	Vulnerable
Iguana marina	<i>Amblyrhynchus cristatus</i>	Presente	Vulnerable
Gaviota de lava	<i>Larus fuliginosus</i>	Extirpado	Vulnerable
Gavilán de Galápagos	<i>Buteo galapagoensis</i>	Extirpado	Vulnerable
Tortuga gigante de Floreana	<i>Chelonoidis elephantopus</i>	Extirpado	Vulnerable

Tabla 3. Plantas amenazadas encontradas en la isla Floreana de acuerdo a la UICN.

PLANTAS			
Familia	Especie	Subespecie	Estado de acuerdo a la UICN
Asteraceae	<i>Lecocarpus pinnatifidus</i>		Críticamente amenazada
Linaceae	<i>Linum cratericola</i>		Críticamente amenazada

Verbenaceae	<i>Lippia salicifolia</i>		Críticamente amenazada
Amaranthaceae	<i>Lithophila subscaposa</i>		Críticamente amenazada
Rubiaceae	<i>Psychotria angustata</i>		Críticamente amenazada
Amaranthaceae	<i>Alternanthera nesiotés</i>		Amenazada
Asteraceae	<i>Baccharis steetzii</i>		Amenazada
Rubiaceae	<i>Galium galapagoense</i>		Amenazada
Amaranthaceae	<i>Lithophila radicata</i>		Amenazada
Cactaceae	<i>Opuntia megasperma</i>	var. megasperma	Amenazada
Lamiaceae	<i>Salvia prostrate</i>		Amenazada
Lamiaceae	<i>Salvia pseudoserotina</i>		Amenazada
Asteraceae	<i>Scalesia pedunculata</i>		Amenazada
Asteraceae	<i>Acmella darwinii</i>		Vulnerable
Amaranthaceae	<i>Alternanthera galapagensis</i>		Vulnerable
Rubiaceae	<i>Borreria dispersa</i>		Vulnerable
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce nummularia</i>	var. glabra	Vulnerable
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce nummularia</i>	var. nummularia	Vulnerable
Solanaceae	<i>Lochroma ellipticum</i>		Vulnerable
Cactaceae	<i>Jasminocereus thouarsii</i>	var. thouarsii	Vulnerable
Molluginaceae	<i>Mollugo flavescens</i>	ssp. insularis	Vulnerable
Molluginaceae	<i>Mollugo floriana</i>	ssp. floriana	Vulnerable
Nolanaceae	<i>Nolana galapagensis</i>		Vulnerable

Poaceae	<i>Paspalum redundans</i>		Vulnerable
Plantaginaceae	<i>Plantago galapagensis</i>		Vulnerable
Polygalaceae	<i>Polygala galapageia</i>	var. insularis	Vulnerable
Polygalaceae	<i>Polygala sancti-georgii</i>	var. sancti-georgii	Vulnerable
Myrtaceae	<i>Psidium galapageium</i>		Vulnerable
Rubiaceae	<i>Psychotria rufipes</i>		Vulnerable
Asteraceae	<i>Scalesia affinis</i>		Vulnerable
Asteraceae	<i>Scalesia villosa</i>		Vulnerable
Boraginaceae	<i>Tournefortia rufo-sericea</i>		Vulnerable

Tabla 4. Invertebrados amenazados encontrados en la isla Floreana de acuerdo a la UICN.

INVERTEBRADOS			
Descripción común	Especie	Clase: Orden	Estado de acuerdo a la UICN
Polilla nocturna	<i>Eupithecia perryvriesi</i>	Insecta: Lepidoptera	Vulnerable
Polilla nocturna	<i>Tyrintheina umbrosa</i>	Insecta: Lepidoptera	Vulnerable
Caracol terrestre	<i>Naesiotus galapaganus</i>	Gastropoda: Stylommatophora	Críticamente amenazado
Caracol terrestre	<i>Naesiotus eschariferus</i>	Gastropoda: Stylommatophora	Críticamente amenazado
Caracol terrestre	<i>Naesiotus Jacobi</i>	Gastropoda: Stylommatophora	Críticamente amenazado
Caracol terrestre	<i>Naesiotus cinerarius</i>	Gastropoda: Stylommatophora	Amenazado
Caracol terrestre	<i>Naesiotus cucullinus</i>	Gastropoda: Stylommatophora	Amenazado
Caracol terrestre	<i>Naesiotus nux</i>	Gastropoda: Stylommatophora	Amenazado

Caracol terrestre	<i>Naesiotus perspectivus</i>	Gastropoda: Stylommatophora	Amenazado
Caracol terrestre	<i>Naesiotus planospira</i>	Gastropoda: Stylommatophora	Amenazado
Caracol terrestre	<i>Naesiotus rugulosus</i>	Gastropoda: Stylommatophora	Amenazado
Caracol terrestre	<i>Naesiotus calvus</i>	Gastropoda: Stylommatophora	Vulnerable
Caracol terrestre	<i>Naesiotus unifasciatus</i>	Gastropoda: Stylommatophora	Vulnerable
Caracol terrestre	<i>Naesiotus ustulatus</i>	Gastropoda: Stylommatophora	Vulnerable

La mayoría de las especies de grandes mamíferos invasores ya han sido removidas de la isla Floreana. Los cerdos ferales se erradicaron en la década de 1980, mientras que el ganado feral se erradicó en 2007. Se trabajó con cabras y asnos ferales en 2010 y su erradicación se confirmó en 2011. Están presentes gatos, ratas, ratones y garrapateros (*Crotophaga ani*) invasores, así como una salamandera introducida. En las fincas hay poblaciones de caballos, ganado, cerdos y un pequeño número de asnos y mulas. Recientemente se ha reportado ganado y asnos pastando en áreas del Parque pero se piensa que son domésticos. Hay perros y gallinas en las fincas y en el pueblo. De acuerdo al censo de 2009, solo 4 familias tienen gatos en el pueblo.

LAS ESPECIES OBJETIVO, IMPACTOS Y BENEFICIOS DE LA ERRADICACIÓN

Especies Objetivo

Las especies objetivo para la erradicación multi-específica en Floreana incluyen a las ratas negras (*Rattus rattus*), a los ratones caseros (*Mus musculus*) y a los gatos domésticos (*Felis catus*).

Roedores

Los impactos de mamíferos invasores depredadores son una de las causas principales para la extinción de especies en islas (Blackburn *et al.* 2004; Duncan y Blackburn 2007). Los roedores que viven en cercana asociación o de manera comensal con humanos (rata noruega, *Rattus norvegicus*; rata negra, *R. rattus*; y rata polinesia, *R. exulans*) han sido introducidos a más del 80% de las islas del mundo y tienen un efecto pronunciado en los ecosistemas insulares (Townsend *et al.* 2006). Aún más, la extinción de muchas especies insulares de mamíferos, aves, reptiles e invertebrados ha sido atribuida a los

impactos de ratas invasoras (Andrews 1909; Atkinson 1985; Daniel y Williams 1984; Hutton *et al.* 2007; Meads *et al.* 1984; Tomich 1986), con un estimado entre 40 – 60 por ciento de todas las extinciones registradas a nivel global de aves y reptiles siendo directamente atribuidas a roedores invasores (Atkinson 1985, Análisis de Island Conservation del Centro Mundial de Datos para el Monitoreo de la Conservación).

Los roedores también pueden tener impactos negativos directos e indirectos sobre las especies nativas y las funciones del ecosistema. Por ejemplo, una comparación de islas infestadas con ratas e islas libres de ratas, y experimentos anteriores y posteriores a la erradicación de ratas muestran que las ratas debilitan el tamaño poblacional y el reclutamiento de aves (Campbell 1991; Jouventin *et al.* 2003; Thibault 1995), reptiles (Bullock 1986; Cree *et al.* 1995; Towns 1991; Whitaker 1973), plantas (Pye *et al.* 1999) e invertebrados terrestres (Bremner *et al.* 1984; Campbell *et al.* 1984) en islas invadidas. En particular, los roedores ejercen impactos significativos en aves marinas, depredando sus huevos, pichones y adultos, y causando descensos poblacionales, golpeando de modo más severo a aves marinas que anidan en agujeros (Atkinson 1985; Jones *et al.* 2008; Towns *et al.* 2006). La introducción de ratas en el atolón Midway durante 1943 hizo declinar a las poblaciones de aves marinas allí y causó la extinción del pachay de Laysan y del pinzón de Laysan (Fisher y Baldwin 1946).

Además de depredar aves marinas, los roedores introducidos se alimentan de manera oportunista de plantas y alteran a las comunidades florísticas de ecosistemas insulares (Campbell y Atkinson 2002); en algunos casos degradando la calidad del hábitat de anidación para aves que dependen de la vegetación (Wegmann 2009, Young *et al.* 2010). En la isla Tiritiri Matangi, Nueva Zelanda, frutos maduros, semillas y la vegetación de cobertura baja tuvieron un incremento significativo después de que los roedores fueron erradicados de la isla, revelando los impactos previos de las ratas sobre la vegetación (Graham y Veitch 2002).

Se ha documentado que los roedores afectan directamente la abundancia y la estructura por edad de invertebrados intermareales (Navarrete y Castilla 1993), indirectamente afectan la riqueza de especies y la abundancia de un rango de invertebrados (Towns *et al.* 2009), y contribuyen a la declinación de los endémicos caracoles terrestres de Hawai (Hadfield *et al.* 1993), Japón (Chiba 2010) y Samoa Americana (Cowie 2001).

Existe también evidencia en aumento de que las ratas y los ratones alteran procesos claves de los ecosistemas. Por ejemplo, el carbón total del suelo, nitrógeno, fósforo, nitrógeno mineral, nitrógeno derivado del mar y el pH son más bajos en islas invadidas por ratas comparados con islas libres de ratas (Fukami *et al.* 2006). En hábitats rocosos intermareales, los roedores invasores afectan la abundancia de invertebrados y algas marinas, cambiando la estructura de la comunidad intermareal de un sistema dominado por algas a un sistema dominado por invertebrados (Kurle *et al.* 2008).

Cuando los roedores coexisten con otros depredadores (como gatos o aves depredadoras) el efecto directo colectivo de depredadores introducidos sobre aves marinas es mayor que la suma de impactos individuales porque las ratas también funcionan como una fuente de alimento para depredadores de más alto nivel cuando las aves marinas están ausentes de islas (Atkinson 1985; Moors y Atkinson 1984).

Dada la amplia colonización exitosa de ratas en islas y su efecto sobre especies nativas, las ratas han sido identificadas como especies claves para la erradicación (Howald et al. 2007) por muchos manejadores de vida silvestre insular.

Roedores en la isla Floreana

A pesar de que los impactos de roedores introducidos en Galápagos, y específicamente en Floreana, no han sido identificados por completo, se sabe que las ratas negras han influido en el reclutamiento de tortugas en la isla Pinzón por lo menos por un siglo. En el presente, la tortuga gigante de Floreana está extinta en estado silvestre y la presencia de roedores amenaza cualquier éxito futuro de intentos de repatriación.

Los roedores introducidos han conseguido colonizar casi la mitad de las islas Galápagos más grandes que 1000 ha (presentes en 7 de 13) y 38% de las islas e islotes satélites a 2 km de las islas infestadas. Programas para el control de roedores en las últimas décadas han ayudado a mitigar pero no a eliminar los efectos de los roedores en Floreana. La única solución a largo plazo para el problema de roedores introducidos es su erradicación total apoyada por un programa de bioseguridad para prevenir reinvasiones.

Los roedores, específicamente las ratas negras, fueron introducidos a las islas Galápagos antes de la visita de Charles Darwin en 1835 (Patton et al., 1975). En Floreana, las ratas y los ratones están establecidos por toda la isla y han ocasionado impactos a las poblaciones del petrel de Galápagos así como a otras aves que anidan en el suelo, y posiblemente a varias especies de reptiles también. Muchas plantas con semillas grandes se ven afectadas por los roedores introducidos, incluyendo al cactus *Opuntia*, una especie clave en muchos de los áridos ecosistemas de Galápagos. Se ha registrado en Floreana la depredación de roedores a *Opuntia* adultos (**Imagen 1**). El consumo continuo de las hojas, ramas y tronco del cactus debilita a las plantas adultas causando que se caigan (Island Conservation, datos sin publicar). Cinco otras especies de plantas vasculares endémicas extantes y 20 caracoles terrestres están presentes en Floreana; ninguno de ellos evolucionó con roedores endémicos (Steadman 1986).



Imagen 1. Depredación por ratas y excrementos encontrados cerca del punto más alto de un cactus *Opuntia* adulto (encima/abajo) y efectos de depredación prolongada que da como resultado el derrumbamiento (derecha).

Más asuntos son aparentes alrededor de las introducciones de roedores en colonias de anidación de aves marinas. La depredación de huevos así como de pichones ha sido testificada de primera mano por personal de Island Conservation y depredaciones similares se han notado a nivel mundial (Kepler, 1967).

Se presume que los roedores ejercen un impacto sobre las aves marinas locales, incluyendo los pufinos de Galápagos, petreles, piqueros de patas azules, gaviotines cabeza blanca y el pelícano café (Jones et al. 2008). Numerosas especies de aves y reptiles terrestres probablemente también sean afectadas por los roedores. Esto se respalda con evidencia de sub-fósiles que indica que varias extirpaciones ocurrieron después de la introducción de roedores invasores y otras especies (Steadman 1986).

Beneficios de la erradicación de roedores

Los beneficios para la conservación de las erradicaciones de roedores incluyen un incremento en la abundancia y el éxito reproductivo de una variedad de taxones, como aves marinas, aves terrestres, reptiles, mamíferos, caracoles terrestres y plantas. Debido al bien documentado impacto de roedores sobre aves marinas (Jones et al. 2008), se predicen beneficios significativos para las colonias existentes

de aves marinas que pueden promover la recolonización por parte de especies extirpadas como las gaviotas de lava. En el oeste de México, la erradicación de ratas negras en 5 islas dio como resultado la protección de 46 poblaciones de aves marinas (Aguirre-Muñoz et al. 2008). Los beneficios directos para las aves marinas reproductivas también han sido reportados, incluyendo un incremento en la ocupación de sitios de anidación, intentos de anidación, éxito de eclosión y reducida depredación en nidos (Amaral *et al.* 2010; Jouventin *et al.* 2003; Smith *et al.* 2006; Whitworth *et al.* 2005). En el Refugio Nacional de Vida Silvestre del Atolón de Midway, las poblaciones del petrel de Bonin (*Pterodroma hypoleuca*) aumentaron de menos de 5.000 parejas anidantes en la década de 1980 a más de 135.000 parejas en 2008 después de la erradicación de ratas en 1997 (FWS 2010; Pyle y Pyle 2009).

El cambio en la productividad fue la respuesta demográfica más comúnmente reportada en las poblaciones de aves después de la erradicación de roedores en la revisión hecha por Lavers et al. (2010). Ellos encontraron que la productividad aumentó en 25,3 por ciento en 112 estudios de 87 especies. También ha sido reportado un incremento en la abundancia de aves terrestres nativas después de la erradicación de ratas. La abundancia de 4 especies de aves terrestres nativas se incrementó entre 10 y 178 por ciento durante los tres años posteriores a la erradicación de ratas en Nueva Zelandia (Graham y Veitch 2002), e inclusive especies endémicas han recolonizado las islas después de la extirpación local de ratas (Barker *et al.* 2005; Ortiz-Catedral *et al.* 2009); un resultado potencial para los actualmente extirpados cucuve de Floreana, gaviota de lava, gavilán de Galápagos y varias especies de aves terrestres pequeñas que alguna vez estuvieron presentes en Floreana. Adicional a las oportunidades de reintroducción, especies extantes en peligro incluyen al petrel de Galápagos, al pinzón de árbol de pico mediano, a la golondrina de Galápagos y al pingüino de Galápagos, y puede esperarse que se beneficien cuando los roedores no nativos ya no estén presentes.

También puede esperarse la restauración de poblaciones endémicas y nativas de reptiles. Este resultado ha estado en la mira y ha sido alcanzado mediante la erradicación de roedores. Para 1998, se han removido los roedores en 25 islas en Nueva Zelandia brindando beneficios medibles o potenciales para el tuatara (*Sphenodon* sp.), 8 especies de salamanguetas y 12 especies de lagartijas (familia Scincidae) (Cree *et al.* 1995; Towns 1994; Towns *et al.* 2007). A nivel de ecosistemas, se ha documentado la restauración de bosques indígenas como un resultado del incremento substancial en el número de arbustos y semillas de árboles después de la erradicación de la rata noruega (Allen et al. 1994). Más aún, la remoción de roedores ha sido llevada a cabo para crear refugios libres de roedores para flora y fauna nativa y endémica que están en riesgo por los impactos de ratas y ratones. En 2003, se han erradicado los roedores en más de 90 islas en Nueva Zelandia, permitiendo la translocación de aves, reptiles, anfibios e invertebrados nativos a estos refugios libres de depredadores (Towns y Broome 2003). Una vez que el hábitat de Floreana esté libre de roedores, la reintroducción de especies extirpadas incluyendo al cucuve de Floreana, la tortuga gigante de Floreana, la culebra de Galápagos y otras especies, se proyecta que pueda ocurrir exitosamente.

Se deberían esperar efectos en el bienestar de la comunidad de Floreana. La producción agrícola probablemente aumenta una vez que las ratas y ratones, cada una especie omnívora, sean eliminados y la presión de forrajeo de los roedores no esté presente más en los cultivos y jardines. Donde existe infraestructura, los roedores se alimentan, mordisquean agujeros, orinan, defecan y anidan en áreas que les pueden proporcionar refugio; a menudo en las viviendas habitadas por los humanos. La presencia de roedores en áreas comensales puede llevar a incrementar el riesgo de enfermedades

como: toxoplasmosis, meningitis cloro-linfocítica, plaga, leptospirosis, hantavirus y salmonelosis. Una vez que se remuevan a los roedores de las áreas comensales, la higiene de un edificio y sus contenidos puede ser mejor manejada. Ultimadamente, la remoción de ratas y ratones elimina un vector primario de tales enfermedades y reduce el riesgo que puede persistir en la salud humana en Floreana.

Gatos Ferales

Desde la domesticación del gato silvestre africano (*Felis silvestris libyca*), los gatos han viajado ampliamente como comensales humanos, a menudo estableciendo poblaciones ferales. Son bien conocidos los efectos de la depredación a especies nativas por poblaciones de gatos ferales, particularmente en islas (Whittaker 1998). Los gatos depredan un amplio rango de especies, incluyendo mamíferos, aves, reptiles, anfibios e insectos (Nogales *et al.* 2004). Impactan a los ecosistemas causando extinciones y extirpaciones, o reduciendo a las especies a niveles poblacionales en los que no pueden desempeñar roles funcionales en los ecosistemas (Nogales *et al.* 2004). Por estos impactos, los gatos se consideran entre los más dañinos mamíferos introducidos y están incluidos entre los diez primeros de las 100 peores especies invasoras en el mundo (Lowe *et al.* 2000).

Los gatos ferales en islas son responsables de por lo menos el 14% de las extinciones globales de aves, mamíferos y reptiles, y son la principal amenaza a casi el 8% de las aves, mamíferos y reptiles críticamente amenazados (Medina *et al.* 2011). Inclusive números pequeños de gatos pueden ocasionar impactos dramáticos como fue demostrado por el caso del canario de la isla Steven (*Traversii lyalli*; Nueva Zelandia) que fue llevado a la extinción por un solo gato en 1894 (Fuller 2000). En las islas alrededor de la península mexicana de Baja California, los gatos han sido responsables en parte o completamente de la extinción de 11 especies de mamíferos y 10 de aves, y de la extirpación de 22 poblaciones de aves (Keitt *et al.* 2005; Wolf 2002). Está documentado que los gatos ferales dejan secuelas enormes en las colonias insulares de aves marinas, donde, con abundante alimento, pueden llegar a adquirir grandes poblaciones con altas densidades de animales. Los investigadores han estimado la mortalidad anual de aves marinas inducida por gatos en la isla Marion en 450.000 aves (Van Aarde 1980), en la isla Macquarie en 47.000 priones antárticos, *Pachyptila vittata*, y 110.000 petreles cabeza blanca, *Pterodroma lessonii* (Jones 1977), y en la isla Kerguelen en 1,2 millones de aves marinas (Pascal 1980).

Gatos Ferales en la isla Floreana

Las poblaciones de aves marinas en Floreana han sido severamente impactadas por los gatos. En 1985, los gatos depredaron casi el 50% de todos los nidos de la colonia de petrel de Galápagos en Cerro Pajas, inclusive ante la presencia de medidas para controlarlos (Cruz y Cruz 1987). En el sur de Isabela, las colonias de pingüinos de Galápagos han sido diezgadas por gatos individuales que han matado a pingüinos adultos (Steinfurth y Merlen 2005). Los pichones de gaviota de lava no pueden volar durante las primeras semanas después de eclosionar y probablemente los gatos los cazan en las playas donde anidan; los gatos pueden estar presentes en altas densidades (Snow y Snow 1969). En el presente, las gaviotas de lava no residen o se reproducen en Floreana (Oficina Técnica de la DPNG en Floreana y Claudio Cruz pers. com. 2012), una consecuencia potencial de la presencia de gatos y/o roedores introducidos. Adicionalmente, cuando se realizó la valoración de los impactos de los gatos en Floreana, restos de pájaros tropicales consumidos por gatos fueron encontrados por los acantilados del sur.

Las iguanas marinas son muy impactadas por los gatos ferales que cazan a los sub-adultos y juveniles (Barnett 1986). Se inspeccionaron áreas de playa en Floreana en búsqueda de iguanas juveniles y se obtuvo limitada a ninguna evidencia que estaban reclutándose; un signo estereotipo de la depredación por gatos (Campbell pers. com. 2012). Las tortugas gigantes de Galápagos, a pesar de que la especie original de Floreana no está presente en la isla, son consumidas por los gatos ferales desde cuando recién eclosionan hasta los dos años de edad, haciéndolas vulnerables a los gatos (MacFarland *et al.* 1974). En la actualidad, el PNG plantea la reintroducción de tortugas a Floreana; la remoción de gatos beneficiará el objetivo de establecer una población auto-sostenible. Un investigador observó gatos cazando los siguientes animales, o encontró evidencia de ellos en las heces de los gatos en Santa Cruz e Isabela: lagartijas de lava, fragatas, pelícanos, piqueros, pinzones, cucuves, invertebrados y ratas no nativas (Konecny 1987a). La lagartija de lava de Floreana y el pinzón de árbol de pico mediano son endémicos a la isla, mientras que el cucuve de Floreana ha sido extirpado y se considera como una de las aves más raras del mundo. El PNG también plantea reintroducir cucuves de Floreana a la isla. Esta reintroducción necesita ser precedida por la erradicación de los gatos ferales y de los roedores introducidos de la isla.

Los gatos actúan como reservorios y anfitriones críticos de parásitos y enfermedades. Los gatos son portadores de varias enfermedades en Galápagos, las que pueden infectar tanto a los humanos como a la vida silvestre (Levy *et al.* 2008), particularmente toxoplasmosis. Los gatos son hospederos críticos de *Toxoplasma gondii*, que causa la enfermedad toxoplasmosis. La mayoría de los animales de sangre caliente son susceptibles a la infección por toxoplasmosis, entre cuyos síntomas en la fauna nativa se puede mencionar: pobre coordinación, ceguera, letargia, molestias respiratorias y entéricas, y a menudo, la muerte súbita (Dickman 1996; Dreesen 1990; Dubey 2002). Las investigaciones han demostrado una prevalencia alta de exposición a *T. gondii* en los pingüinos de Galápagos y los cormoranes no voladores (*Phalacrocorax harrisi*, Deem *et al.* 2010). A pesar de que las enfermedades de los gatos pueden estar presentes en la vida silvestre nativa, es difícil discernir la secuela que pueda tener a nivel de población. Para algunas especies como los pingüinos con poblaciones pequeñas y restringidas, amenazas individuales pueden impactar severamente a sus poblaciones, y amenazas múltiples, cuando convergen en el tiempo, pudieran ser catastróficas. Por ejemplo, se pueden advertir descensos del 65-77% en la población del pingüino de Galápagos durante fuertes eventos El Niño (Vargas *et al.* 2006). Los individuos que sobreviven a menudo quedan en condición pobre y en ese estado están más susceptibles a enfermedades.

Impactos indirectos adicionales pueden ser experimentados por las comunidades de plantas por medio de la extinción o cercana extinción de vertebrados endémicos que juegan roles importantes en la polinización, sobrevivencia y dispersión de semillas (como herbívoros), disturbios del suelo y distribución de nutrientes (Cushman 1995). Por ejemplo, varias especies de pinzones de Galápagos y el cucuve de Floreana son responsables de la dispersión de semillas en Floreana: la depredación por gatos puede alterar esta ruta natural de dispersión. Aún más, muchas islas, incluida Floreana, reciben significativos subsidios de nutrientes marinos por parte de aves marinas que forrajean por miles de kilómetros de océano y luego retornan a sus colonias de anidación (Keitt *et al.* 2005; Polis y Hurd 1995, Young *et al.* 2010). La eliminación de aves marinas por los mamíferos introducidos depredadores ha, en otras partes del mundo, alterado significativamente a las comunidades de plantas y por ende, ha

alterado a ecosistemas insulares enteros por la disminución en la disponibilidad de nutrientes (Croll *et al.* 2005; Furness 1991; Maron *et al.* 2006).

Beneficios de la erradicación de gatos

Se predice que la campaña para remover a los gatos ferales de la isla Floreana tendrá impactos tanto de corto como de largo plazo. El efecto general anticipado es un beneficio neto para el ecosistema de la isla. Este pronóstico se basa en casos documentados de daño mayor, incluyendo numerosas extinciones causadas por gatos ferales en islas (Aquirre *et al.* 2008; Dowding y Murphy 2001; Iverson 1978; Jehl y Parks 1983; Keitt *et al.* 2005; Lever 1994; Mellink 1992, Mitchell *et al.* 2002; Nogales *et al.*, 2004; Tershy *et al.*, 2002; Veitch 2001) y estudios de seguimiento que documentan la recuperación de especies después que los gatos han sido removidos (Keitt *et al.* 2002; Keitt y Tershy 2003; Nogales *et al.*, 2004; Ratcliffe *et al.* 2010). Los impactos positivos esperados en Floreana serán primariamente la reducción en la mortalidad de especies isleñas nativas y endémicas incluyendo, pero no limitado a, el petrel de Galápagos, el pinzón de árbol de pico mediano y la golondrina de Galápagos, enlistados por la UICN.

Quienes han contribuido a este reporte creen que hemos considerado las respuestas del ecosistema que pueden ser anticipadas con nuestro conocimiento actual del ecosistema, el cual está típicamente limitado a respuestas bio-tróficas (ej.: los gatos se comen a las aves, al remover a los gatos se alcanzará un incremento en los números de las aves) y algunas respuestas tri-tróficas. Habrán algunas respuestas inesperadas que al momento no somos capaces de predecir (Zavaleta *et al.* 2001), las cuales seguramente son respuestas tróficas de tercero, cuarto y >4to niveles.

Un ejemplo teórico simplificado de una respuesta trófica de cuarto nivel sería que al remover a los gatos se incrementan los números de aves – números incrementados de aves ejercen una mayor presión de depredación sobre los insectos – una disminución en la abundancia de insectos Y causa que las plantas X incrementen su distribución y abundancia.

La habilidad para predecir respuestas con seguridad se complica por factores como:

- Otras acciones de manejo (reintroducciones, erradicaciones, actividades de control)
- Especies adicionales pueden ser introducidas o colonizar la isla
- La vegetación de Floreana está al momento respondiendo a la remoción de herbívoros introducidos
- Eventos ENSO a menudo tienen efectos con secuelas en los componentes del ecosistema.

Se espera que el impacto bruto al ecosistema como consecuencia de la erradicación de gatos sea positivo. Una vez que los gatos ferales hayan sido removidos, el interés para reintroducir especies previamente extirpadas como el cucuve de Floreana y la gaviota de lava pueden realizarse sin la amenaza de depredación por gatos ferales; sin lugar a dudas la erradicación de los gatos incrementará la probabilidad del éxito de las reintroducciones. Adicionalmente, la remoción de los gatos ferales puede beneficiar al bienestar de los residentes de la isla al retirar a un vector crítico de toxoplasmosis, la enfermedad de los gatos al rascarse, larvas cutáneas y otras enfermedades zoonóticas. La remoción del vector para tales enfermedades (gatos) resultará en una reducción de la amenaza para la salud tanto para humanos como para las susceptibles especies silvestres de Floreana.

Beneficios de la erradicación de roedores y gatos

Además de aves marinas, la dieta de los gatos ferales comprende principalmente a pequeños mamíferos y reptiles (Biro *et al.* 2005; Harper 2005; Konecny 1987a). Sin embargo, su dieta puede cambiar con la disponibilidad del alimento y se sabe que los gatos prefieren la más abundante y disponible fuente de alimentos (Van Aarde 1980; Veitch 1985). En islas con aves marinas, los gatos pueden consumirlas cuando las aves están estacionalmente presentes y pueden tomar diferentes presas en otras épocas del año. La adaptabilidad de su dieta aumenta el impacto en ecosistemas insulares al permitirles mantener poblaciones relativamente densas a lo largo del año inclusive si una gran fuente de alimento, como las aves marinas, está presente solo una parte del año (Courchamp *et al.* 1999, 2000). Al remover tanto a los gatos como a los roedores, se puede aliviar una elevada presión de depredación. La remoción simultánea de gatos y roedores reducirá la probabilidad de cambio de presa o la liberación de un meso-depredador, lo que pondría más presión sobre las poblaciones de especies amenazadas (Griffiths 2011).

A pesar de que los ratones a menudo son considerados como plagas menores en relación con las ratas, ambos tienen similar potencial destructivo. Se sabe que los ratones pueden causar mortalidad en aves marinas 50 veces más grandes que su propio tamaño (Cuthbert y Hilton 2004; Wanless *et al.* 2007; Woodward 1972). Como se presenció en la isla Gough, los ratones ocasionaron severos impactos ya que depredaban aves marinas tan grandes como los polluelos de albatros (Cuthbert y Hilton, 2004); un animal más grande que cualquier ave de Floreana. La remoción simultánea tanto de gatos como de roedores aliviará cualquier resultado perverso potencial que pudiera ocurrir.

FACTIBILIDAD TÉCNICA

Principios Técnicos de la Erradicación

Los principios técnicos básicos para lograr una erradicación exitosa de mamíferos invasores son:

- Todos los individuos de la especie objetivo deben ser puestos en riesgo por los métodos usados.
- Todas las especies objetivo deben ser removidas a una tasa más rápida que con la que puedan reproducirse.
- El riesgo de reinvasión debe ser cero o capaz de ser manejado efectivamente.

Los métodos deben seguir las regulaciones locales relevantes o las regulaciones deben cambiar para permitir su aplicación. A menudo se necesitan técnicas múltiples y muy pocas veces puede una técnica sola (a excepción de algunas erradicaciones de roedores) lograr la erradicación. Por lo general, técnicas adicionales o modificadas son necesarias para remover los últimos pocos animales y confirmar que la erradicación ha sido completada.

Métodos Propuestos

Existen múltiples alternativas en lo concerniente al manejo de roedores y gatos introducidos en la isla Floreana. Las acciones incluyen:

- Erradicar roedores y gatos
- Erradicar gatos y no roedores
- Erradicar roedores y no gatos
- Continuar como estamos sin ninguna otra acción aparte del trabajo de control de gatos y roedores

Si menos de las tres especies son erradicadas, el resultado de dejar gatos, ratas y/o ratones es desconocido (Parkes, 2009). La relación entre los gatos, los roedores y el ambiente de Floreana se considera ascendente, lo que significa que las poblaciones de roedores se regulan por la cantidad de alimento que está disponible en lugar de la presión depredadora por gatos u otros depredadores. Como consecuencia, la remoción solo de los roedores podría resultar en un efecto neto positivo en el ecosistema. A pesar de ser este el caso, la población remanente de gatos podría sustituir sus presas ya que tendrían que sobrevivir en la ausencia de los roedores. Se ha demostrado que para aves marinas los beneficios de remover tanto los gatos como los roedores son mayores que la suma de los beneficios de la remoción individual de cada especie (Moors y Atkinson 1984, Atkinson 1985). Para maximizar el valor de la conservación sería óptimo remover tanto a los gatos como a los roedores simultáneamente durante la misma campaña.

Se han utilizado múltiples métodos en erradicaciones previas de gatos y roedores para alcanzar resultados exitosos; algunos métodos permiten poner en la mira a los gatos y roedores simultáneamente. Tales métodos son considerados en este documento y se hacen recomendaciones sobre la factibilidad de erradicar gatos y roedores en Floreana.

TÉCNICAS RECOMENDADAS PARA LA ERRADICACIÓN DE ROEDORES

Resumen de Estrategias para Roedores

1. Conducir pruebas de aplicación del cebo para informarse sobre la estrategia del cebado
2. Instituir un programa de concientización sobre el proyecto de erradicación y la participación de la comunidad
3. Conducir una detallada valoración de riesgos para no-objetivos
4. Desarrollar planes de mitigación para las especies que enfrentan riesgos no aceptables
5. Iniciar lineamientos de áreas de comensales para asegurar que no haya disponibilidad de alimento para los roedores
6. Recoger datos de línea de base con herramientas/métodos de detección
7. Conducir auditorías para evaluar la adherencia de la comunidad a los lineamientos
8. Remover el ganado de Floreana y enfocarse en los cultivos problemáticos
9. Llevar temporalmente a cautiverio cualquier especie identificada con necesidades de acción de mitigación en los planes de valoración de riesgos para no-objetivos y planes de mitigación
10. Implementar el cebado aéreo con cebo de cereal / utilizar estaciones de cebo, trampas y tabloncillos con goma de ser necesario
11. Valorar la disponibilidad del cebo y su persistencia
12. Reinstaurar las herramientas de detección para propósitos de monitoreo
13. Confirmar los resultados de la erradicación después que hayan pasado por lo menos dos ciclos reproductivos

Antecedentes de la Metodología Recomendada

Hasta la fecha, se han logrado erradicaciones exitosas de roedores en por lo menos 450 islas en más de 40 países/territorios (DIISE 2013). La metodología fundamental que casi la totalidad de estas erradicaciones utilizó fue la distribución de cebo con tóxico para roedores. El cebo se distribuyó consistentemente por toda la isla y durante una época del año cuando los roedores están relativamente privados de alimento. En ambientes tropicales este período está cercanamente alineado con una característica estación seca. Dependiendo de la topografía de la isla y su tamaño, clima, composiciones de especies nativas, logísticas operativas y otros factores, las operaciones exitosas de erradicación han aplicado el cebo utilizando ya sea estaciones de cebo o el método de amplia dispersión, o ambos.

Todas las erradicaciones de roedores con la excepción de dos (≤ 14 ha en tamaño) han usado rodenticida en un cebo a base de cereal. Se prefieren los rodenticidas que presentan una probabilidad baja de desconfianza para la carnada y donde las especies objetivo tiene una alta susceptibilidad (menor dosis letal) al tóxico. Los tóxicos más ampliamente utilizados que alcanzan estos resultados son los anti-coagulantes de primera y segunda generación (Howald, 2007). El tóxico más comúnmente utilizado es brodifaco; todas las erradicaciones a gran escala, tanto las planificadas como las que aguardan por confirmación, dependen de la aplicación aérea del brodifaco en el cebo a base de cereal (Howald, 2007; DIISE 2013).

Basados en tasas de éxito, la erradicación de ratones representa mayor desafío que la erradicación de ratas. A pesar de que múltiples variables son responsables para este resultado, calibrar la cantidad adecuada de cebo para cada ratón en el rango de territorio de las ratas, es el objetivo más crítico que debe alcanzarse.

Rodenticidas y Productos de Cebo

El uso de un cebo que contenga un rodenticida es la única técnica conocida capaz de alcanzar la erradicación exitosa en una isla del tamaño de Floreana. La elección del tóxico es importante para alcanzar el éxito de la erradicación, pero su uso debe ser también evaluado en contra de potenciales consecuencias negativas, tales como el envenenamiento de especies no-objetivo.

Desde una perspectiva de erradicación, el rodenticida debe:

- contener un ingrediente activo que se sepa sea altamente letal para roedores,
- ser agradable y demostrar una baja o no existente desconfianza por los roedores,
- ser distribuido en el territorio de cada roedor en la isla,
- ser consumido en suficientes cantidades por cada roedor para que reciban una dosis letal.

Desde un punto de vista de eficacia, el rodenticida debe contener un tóxico que tenga la habilidad de matar a los roedores y prevenir el rechazo al cebo antes de que todos los individuos consuman una dosis letal. Más aún, el producto del cebo debe estar legalmente disponible en Ecuador. Existen tres clases de rodenticidas típicamente utilizados para erradicaciones de roedores en islas; rodenticidas agudos, rodenticidas sub-agudos y anti-coagulantes. Cerca del 58% de las erradicaciones exitosas de roedores en islas han usado un anti-coagulante de segunda generación (ej.: brodifaco, bromadiolón) (Howald et al. 2007, DIISE). Otros rodenticidas utilizados han incluido a tóxicos agudos (ej.: estricnina)

y anti-coagulantes de primera generación (ej.: difacinón, pindón), estos últimos quedándose menos tiempo en el ambiente lo que los hace una elección preferida para operaciones donde la meta es el *control* y no la *erradicación* (Eason y Ogilvie 2009). No se recomiendan los tóxicos agudos para operativos de erradicación debido a su mucho más alto riesgo de fracaso (Parkes *et al.* 2011).

Rodenticida preferido

Para una erradicación exitosa de roedores en Floreana, se recomienda brodifaco como el tóxico preferido aplicándose con una técnica de dispersión aérea amplia. Brodifaco es un anti-coagulante de segunda generación basado en cumarín. Es un tóxico para vertebrados que actúa al interferir en la habilidad de la sangre de coagularse, causando que sitios con inclusive pequeños daños al tejido sangren copiosamente. Antes de que el tóxico pueda tener algún efecto fisiológico medible, los niveles de brodifaco en el hígado deben llegar al umbral tóxico (que puede variar ampliamente entre especies). El nivel relativo del umbral para que las ratas y ratones experimenten efectos negativos por exposición al brodifaco es muy bajo, pero puede ser más alto en otras especies de vertebrados. El brodifaco es el rodenticida principal utilizado en erradicaciones de roedores en islas (Howald *et al.* 2007). Se pueden encontrar descripciones detalladas de brodifaco y sus efectos en otras especies nativas o “no-objetivo” en: Kaukeinen 1993; Eason y Spurr 1995; Eason *et al.* 2002; Erickson y Urban 2004; y Hoare y Hare 2006.

Formulación del cebo

Los productos disponibles de cebo que contienen brodifaco típicamente están formulados como bloques o bolitas de cebo que lleva al rodenticida encerrado en una matriz a base de granos; la matriz de granos es típicamente muy apetecida por los roedores. Cuando viene en forma de bolitas, el cebo puede distribuirse con un balde dispersor mecánico que puede calibrarse para tasas específicas de aplicación. La formulación de la bolita de cebo está diseñada para perdurar en el suelo el tiempo suficiente para que todos los roedores queden expuestos, sin embargo se degrada lo suficientemente rápido como para minimizar el riesgo de exposición a especies no-objetivo. Para reducir el impacto del brodifaco en especies no-objetivo, se puede formular el producto del cebo para que luzca menos atractivo; típicamente los bloques o las bolitas de cebo se tiñen de verde o azul – colores que las aves y los reptiles tienden a evitar (Tershy *et al.* 1992; Buckle 1994, H. Gellermen, datos no publicados). Las bolas de cebo de cereal son la fórmula recomendada para el cebo. También se recomienda utilizar una formulación cuyo desempeño haya sido demostrado efectivo como una herramienta de erradicación en condiciones similares a aquellas encontradas en Floreana.

Diseminación del cebo

Debido al tamaño de Floreana, su terreno irregular y áreas inaccesibles, la estrategia recomendada para la erradicación de roedores es la de aplicar el cebo de manera aérea usando un balde dispersor suspendido de un helicóptero. Para alcanzar el éxito, debe colocarse la cantidad adecuada de cebo en cada territorio de ratas y ratones en la isla. Áreas con una topografía inclinada, sustrato suelto, cuevas, vegetación densa y/o caras de acantilados son difíciles de acceder, pueden representar un serio riesgo para la seguridad del personal y excluirían a que el personal llegue a cada territorio de roedor en la isla. A pesar de que las campañas con estaciones de cebo han sido exitosas tanto para ratas como para ratones, los proyectos más grandes de estaciones de cebo hasta la fecha han sido

3.100 ha para ratas y 253 ha para ratones. El uso solo de estaciones de cebo y/o distribución del cebo a mano en una isla tan grande como Floreana tendría una probabilidad de muy baja a cero de éxito y estos métodos deberían reservarse para áreas específicas de tratamiento.

Las estaciones de cebo usadas dentro de cada territorio individual de roedor serían valiosas al tratar áreas consideradas no apropiadas o factibles (ej.: dentro de una estructura) con la dispersión aérea. Debido a que el espacio entre las estaciones de cebo no debería ser mayor que 20m x 20m, para incluir un territorio típico de un ratón, deberían considerarse los impactos logísticos y financieros de utilizar las estaciones de cebo durante el proceso de planificación.

Así como las estaciones de cebo, la distribución a mano por toda la isla, o inclusive en áreas grandes, arriesgaría el éxito del proyecto. Como las estaciones de cebo, la distribución a mano será útil en situaciones específicas, tales como zonas alrededor de pozas de agua dulce, donde una colocación precisa del cebo es crítica. Todas las otras áreas (aparte de los interiores de estructuras y cuevas) pueden ser tratadas con una diseminación aérea.

Serán requeridas más valoraciones y consultas por parte de todos los socios para la continuación del desarrollo de esta estrategia. Asuntos que deben ser considerados incluyen:

- Maximizar la probabilidad de erradicar exitosamente a los roedores de la isla.
- Minimizar la complejidad de la implementación de la erradicación.
- Impactos potenciales a vertebrados no-objetivo como ganado, reptiles y aves, y particularmente a especies endémicas y amenazadas.
- Riesgos reales y percibidos para la comunidad.
- Complejidades de involucrar a un ambiente comensal.
- Acceso a todas las áreas de la isla.

Aplicación del cebo en áreas comensales

Un método combinado utilizando dispersión aérea, distribución a mano y estaciones de cebo se recomienda para llegar a todos los territorios de roedores, incluyendo aquellos dentro del pueblo y en la zona agrícola donde existen estructuras cubiertas. Se debe dar atención extra a las áreas donde existen fuentes de alimento alternativas.

Si no se retiran de la isla, las mascotas deberían permanecer puertas adentro y ser monitoreadas al ser alimentadas para asegurarse que los roedores no están utilizando la comida o las heces de las mascotas como una fuente alternativa de alimento (Griffiths et al., 2012).

La competencia inter-específica es un riesgo notable para atacar a ambas especies de roedores en Floreana. Un estudio preliminar (**Apéndice B**) sugiere que las ratas y los ratones no segregan el hábitat abierto en Floreana. A pesar de ser este caso, el uso de métodos múltiples que incluyan trampas y tabloncillos con goma, además de las estaciones de cebo, se recomienda para hacerle frente a ambas especies de roedores en los lugares en los que el cebo no pueda ser abiertamente distribuido. Más experimentos necesitarán confirmar si las trampas, los tabloncillos con goma y las estaciones de cebo que se piensan usar, no excluyen a alguna de las especies de roedores, y permanezcan efectivas cuando sean usadas en Floreana.

Aplicación del cebo en la zona agrícola/ fincas

Se propone, y lo recomendamos, que se remueva todo el ganado de la isla durante la implementación.

Los cultivos proveerán a las ratas y ratones de una fuente natural de alimento durante la operación. Como consecuencia, se recomienda que se utilice una tasa incrementada de aplicación del cebo en áreas de cultivos para hacerlo más atractivo (menos costoso) para los roedores reduciendo el tiempo que emplearían en su búsqueda. Mantener los cultivos en la isla es un riesgo notable y se necesitará recolectar información adicional antes de determinar cómo impactará en los cultivos de temporada la preferencia del cebo.

Detección temprana de sobrevivientes y respuesta

Tradicionalmente las campañas de erradicación de roedores esperan hasta que pasen dos temporadas reproductivas para desplegar esfuerzos para detectar una población remanente de roedores. Entonces en ese momento se declara al proyecto con o sin éxito basado en la ausencia o presencia de roedores. Las campañas de erradicación de roedores contemplan una, dos o tres aplicaciones de cebo por toda la isla, típicamente sin ningún trabajo de seguimiento para recoger a los roedores sobrevivientes. Basados en la significativa inversión que se necesitará para erradicar a los roedores de Floreana, se recomienda que se usen de manera sistemática perros entrenados para la detección de roedores y otro recurso de detección para proveer una localización temprana de roedores y que se contemplen planes de respuesta dentro del plan operativo para brindar un tratamiento suplementario a las infestaciones. La isla debe ser recorrida metódicamente dando prioridad a las áreas percibidas como de alto riesgo para la persistencia de sobrevivientes (ej.: restaurantes, edificios habitados, zona agrícola). Debería reconocerse que este método no ha sido probado. Sin embargo, quienes han contribuido a este reporte sienten que el costo adicional para emplear esta estrategia pesa mucho más que los costos que estarían asociados con una insatisfactoria erradicación de roedores en Floreana.

Investigación Sugerida para Informar sobre el Plan Operativo de Roedores

Monitoreo previo a la erradicación

Se recomienda que se completen estudios antes de la erradicación para informar sobre el plan operativo para la erradicación de roedores. Además, se recomienda la siguiente colección de datos y pruebas:

- Eficacia de la línea base de los métodos empleados para detectar roedores – Un indicador de la eficacia de cada método empleado para detectar roedores cuando están presentes. Esto permite elegir los métodos más eficientes y efectivos para el monitoreo posterior a la erradicación y provee una línea base métrica para la detección con la cual pueda compararse los resultados del monitoreo posterior a la erradicación. Los esfuerzos para la detección de roedores deberían utilizar tantos métodos de detección como sean prácticos. Métodos típicos para la detección de roedores incluyen: cámaras en el camino, palos/bloques masticables, trampeo, búsqueda de huellas y tabloncillos de búsqueda. Si no se detectan roedores después de la erradicación utilizando las técnicas que fueron más exitosas en el monitoreo anterior a la erradicación, existe una alta probabilidad que no queden roedores en la isla.

- Pruebas para la disponibilidad del cebo – Para una efectiva erradicación de roedores, el cebo debe estar disponible por lo menos 3 noches y posiblemente más tiempo. Se requiere una tasa apropiada de aplicación del cebo (kg/ha) para asegurar que suficiente cebo está disponible para los roedores por lo menos por este período, pero también para garantizar que no quede un remanente del cebo en el suelo más allá del tiempo deseado de exposición; esto incrementaría el riesgo de exposición o expondría al rodenticida a especies no-objetivo. Para calcular la duración de disponibilidad del cebo, se necesita una tasa de consumo máxima y media (referida como “tasa de consumo del cebo”) en el tiempo. El consumo del cebo puede ser medido con pruebas en el campo (**Apéndice B**) usando placebos (no tóxicos) o cebo tóxico, e idealmente debería medirse en el mismo tiempo del año y bajo las mismas condiciones climáticas de la erradicación propuesta.
- Exposición del cebo en roedores y no-objetivos – Durante las pruebas para determinar la tasa de aplicación del cebo, el cebo utilizado puede ser impregnado en el momento de su fabricación con un biomarcador que sea fluorescente bajo luz ultravioleta o sea fácilmente visible a simple vista. Se capturarían a los roedores durante las pruebas y se revisarían los biomarcadores para monitorear el consumo del cebo. Además, especies nativas y endémicas, tales como reptiles, aves e invertebrados, se podrían capturar para revisar el biomarcador y así determinar el consumo del cebo y el potencial impacto no-objetivo en estas especies.
- Colección del ADN de los roedores – Se deberían recolectar muestras de tejidos de los roedores y archivarlos, de acuerdo a los protocolos estándares. Si se detectan roedores después de la erradicación, se pueden tomar más muestras y se puede comparar el ADN antes y después de la erradicación para determinar si la presencia de los roedores es el resultado de una fallida erradicación (señales de ADN que se parezcan) o si hubo una reintroducción (diferentes señales de ADN). Se recolectó ADN de ratas y ratones en 2012.
- Competencia inter-específica – Debería probarse la efectividad de la verificación de las estaciones del cebo, las trampas y los tablonos con goma en los roedores comensales de Floreana.

Monitoreo para Confirmar la Erradicación de Roedores

Deberían realizarse investigaciones de campo para detectar la presencia de roedores después que hayan pasado dos temporadas reproductivas desde la aplicación del cebo. Si no se detectan ratas, se puede declarar la confirmación de una exitosa erradicación. Debería darse atención específica a los métodos utilizados para el monitoreo de línea base. Las trampas pueden incluir trampas vivas o trampas de chasquido para matar roedores; sin embargo, las trampas para matar roedores solo se recomiendan si éstas pueden ser modificadas para excluir a reptiles y aves nativos y endémicos. Adicionalmente, huellas de roedores (depósitos fecales, nidos activos, estaciones con cascara y huellas) deberían ser buscadas.

TÉCNICAS RECOMENDADAS PARA LA ERRADICACIÓN DE GATOS

Resumen de Estrategias para Gatos

- Colocación en los senderos de cámaras con sensor IR de movimiento que provean una línea base sobre la abundancia y actividad de los gatos (colocar sitios inactivos con trampas para su uso posterior si fuera necesario)
- Buscar en la isla, seleccionar sitios para trampas, documentar lugares para letrinas
- Capturar y poner collares con GPS a los gatos para establecer su territorio y utilizarlo como una herramienta para el monitoreo de la eficacia. Mantener algunos gatos en cautiverio.
- Vincular los datos con el Análisis de la Probabilidad de Detección
- Implementar aplicaciones aéreas de cebo para la erradicación de roedores
- Buscar en la isla y evaluar la reducción debida a las aplicaciones del cebo para roedores
- Liberar un segundo grupo de gatos mantenidos en cautiverio con collares con GPS
- Implementar el cebado aéreo con cebos con salchichas para la erradicación de gatos
- Buscar en la isla y evaluar la reducción debida a la aplicación del cebo para gatos
- Activar la red de trampas
- Monitorear las trampas y la actividad de la cámara, colocar cebos con salchichas y cazar con perros para remover a los animales remanentes
- Monitoreo intensivo (búsqueda de huellas, cámaras, perros)
- Confirmar la erradicación basada en el Análisis de la Probabilidad de Detección

Reducción de la Población durante la Erradicación de Ratas

Durante la erradicación de roedores usando brodifaco, los gatos han sido eliminados o sus números se han reducido en por lo menos siete proyectos (**Tabla 5**). La meta de estos proyectos era erradicar tanto a roedores como a gatos y envenenamiento secundario de los gatos con brodifaco (al comerse roedores envenenados), que fue específicamente usado como técnica de erradicación. En la isla Tuhua, Nueva Zelandia, los gatos fueron exitosamente removidos únicamente con este método (Towns y Broome 2003). En otros seis proyectos, se requirió del trampeo y la cacería subsecuentes para remover exitosamente a todos los gatos.

Mientras que los gatos tienen una tolerancia relativamente alta al brodifaco (LD50 25 mg/kg) en comparación con las ratas negras (LD50 0.46 mg/kg), ellos pueden ser envenenados mediante el consumo de roedores que han comido rodenticida. Los gatos cazarán o hurgarán roedores durante y después del período de disponibilidad de cebo asociado con la fase del proyecto de la erradicación de roedores; como tal, el envenenamiento secundario es una herramienta efectiva para la erradicación de gatos ferales en presencia de roedores. Más aún, la erradicación de roedores, una presa típica para gatos, podría hacer que los gatos que sobrevivan acepten el cebo de salchicha que es para ellos. La predicción de la efectividad del envenenamiento secundario en Floreana es difícil, pero se han observado reducciones del 80% y más en las poblaciones de gatos cuando las ratas han sido tratadas simultáneamente (Campbell et al. 2011). La efectividad del envenenamiento secundario como una herramienta para erradicar gatos se incrementa cuando se trata a la población de roedores con un anti-coagulante de segunda generación ya que los gatos tienen una tolerancia más alta a los anti-coagulantes de primera generación. Se recomienda que se empleen métodos directos para remover

gatos solo después de que el cebado aéreo para roedores haya sido completado y la ventana para envenenamiento secundario haya pasado.

Tabla 5. Dispersión del cebo con brodifaco para erradicaciones simultáneas de roedores, logrando una reducción o remoción completa de la población de gatos ferales.

Nombre de la isla	País	Área (ha)	Año	Método de cebo para roedores	Referencia
Rangitoto / Motutapu	Nueva Zelandia	3.854	2009	Aéreo	{Griffiths, 2011 #6529}
Raoul	Nueva Zelandia	2.943	2005	Aéreo	Broome, 2009
Tuhua	Nueva Zelandia	1.277	2000	Aéreo	Towns y Broome, 2003
Pitcairn	Territorio de ultramar del Reino Unido	500	1997	Terrestre	Nogales et al., 2004
Curieuse	Seychelles	286	2001	Aéreo	Merton et al., 2002
Flat	Mauricio	253	1998	Terrestre	Bell, 2002
Isabela	México	194	1996	Aéreo	Rodriguez et al., 2006
Viwa	Fiji	60	2006	Terrestre	Campbell et al., 2011

Diseminación del Cebo

Una vez que pase la ventana para la mortalidad de roedores y el envenenamiento secundario de los gatos hubiera hecho efecto (~7-25 days) (Griffiths 2011; Weldon et al. 2011; R. Griffiths pers. com. 2013), se debería realizar una aplicación de seguimiento con cebos con salchichas que contengan un tóxico específico para gatos en determinados puntos así como sobre terrenos característicos frecuentados por gatos.

El método de distribución del cebo recomendado para Floreana consiste en utilizar un helicóptero para la dispersión aérea del cebo, y tiene la ventaja que puede usarse para transportar personal, equipos y provisiones por la isla (Wilcockson 2009). Para darle cobertura a la isla, puede sobrevolarse en líneas paralelas de cebado aéreo. Es necesario sobreponer espacios para proveer cobertura a cualquier territorio potencial de gatos, que debería basarse en un conocido mínimo de 21 ha de territorio para una gata adulta hembra en Galápagos (Konecny 1987b). Un territorio circular de 21 ha tendría un diámetro de 364 m. Sugerimos que se hagan líneas paralelas de cebado no más allá de 180 m, aplicando el cebo a intervalos de <180. Un cebado aéreo adicional de la costa y de las zonas

frecuentadas por los gatos (ej.: bordes de acantilados, senderos, flujos de agua secos) debería ocurrir para complementar las líneas paralelas de cebado. Si persisten las condiciones secas, podría darse un cebado adicional para maximizar la probabilidad de exponer a todos los gatos al cebo con salchicha.

El Departamento Occidental Australiano de Ambiente y Conservación (WA DEC, por sus siglas en inglés) sugiere el uso del cebo con salchichas a pesar de que pueden utilizarse otros medios de cebado si circunstancias especiales ameritan un cambio. Si se importaran de Australia, todas las salchichas que se necesitaren para la operación tendrían que ser enviadas a Floreana en un contenedor de productos congelados y mantenido en el lugar hasta que se usen. Opciones de tóxicos, incluyendo PAPP (para-aminopropiofenol) y 1080 (fluoroacetato de sodio) serán analizadas y el tóxico más apropiado será recomendado (referirse a la valoración de riesgos para no-objetivos y reporte de eficacia a ser preparados por Penny Fisher). Podría valorarse la eficacia de tóxicos alternativos y usarlos en caso de ser necesarios.

Trampeo

El trampeo es el método más frecuentemente usado para la remoción de gatos ferales y serviría como una importante herramienta de remoción después de que ocurra el cebado. Típicamente, el trampeo se ejecutaría durante varios meses. Trampas efectivas para gatos ferales pueden incluir el uso de trampas vivas para agarrar de las patas (ej.: Bridger #2 con cuatro resortes), cajas para la captura viva o trampas de jaula (ej.: Tomahawk), trampas letales (ej.: Conibear) y cepos. Las trampas para agarrar de las patas han consistentemente demostrado un alto nivel de eficacia y son el tipo de trampa recomendado para Floreana (**Imagen 2**). Se debería involucrar a cazadores experimentados para prevenir que los animales huyan ante la trampa y para asegurar que las trampas funcionen eficientemente y efectivamente. Operadores de trampas sin experiencia deberían ser entrenados fuera del lugar, tal vez en la isla Santa Cruz, hasta que demuestren sus habilidades con las trampas. El trampeo de gatos ferales seguiría códigos estándares de práctica y lineamientos (Sharp y Saunders 2005a y 2005b, IAFWA 2006).



Imagen 2. Trampa viva para agarrar por las patas puesta para gatos ferales. En la foto aparece un sendero.

Un sistema de monitoreo de trampas basado en el sistema diseñado para la erradicación de gatos ferales de la isla San Nicolás (California) podría ser utilizado para incrementar la eficiencia en chequeo de las trampas (Will et al. 2010, Hanson et al. 2010). El sistema está basado en unidades transmisoras de radio telemetría conectadas a las trampas. Los transmisores emiten una señal única de radio; cuando la trampa es abierta, la señal incrementa sus pulsaciones. Los receptores pueden ser chequeados manualmente o programados para auto-escanear todas las frecuencias de las trampas para monitorear continuamente su estado por toda la isla. El sistema de monitoreo de trampas permite una respuesta rápida a trampas abiertas, reduciendo el tiempo en que los animales se quedan en las trampas y reduciendo el riesgo para especies no-objetivo. El sistema de monitoreo de trampas también reduce la frecuencia con que las trampas son revisadas a pie, lo cual atenúa el daño a la vegetación y disturbios a la vida silvestre causados por un continuo caminar por la isla. Los monitores de trampas también pueden utilizarse en áreas donde se requiera una respuesta rápida, como áreas donde se espera que la actividad de especies no-objetivo sea alta.

Cacería con Perros

Los perros son ampliamente utilizados en programas de conservación y pueden ser entrenados para ejecutar tareas específicas. Debido a su bien desarrollado sentido del olfato y habilidad para recorrer grandes superficies sobre terreno difícil, los perros pueden incrementar grandemente la habilidad para detectar y localizar a los gatos ferales. Los perros cazadores pueden entrenarse para enfocarse exclusivamente en los gatos ferales y descartar por completo a otras especies incluyendo ave, mamíferos marinos, roedores y reptiles. En vista de que el substrato de Floreana aminora la habilidad de observar señales como huellas, se requerirán otros métodos para localizar a los gatos. Se recomienda el uso de perros en Floreana como una herramienta de remoción y detección.

Fumigantes

Los fumigantes, principalmente el fosfito de aluminio, se usan para gatos que buscan refugio dentro de agujeros y madrigueras donde un cazador no puede poner un arma con confianza. Los gatos son extremadamente susceptibles al gas de fosfina que se produce al mezclarse las tabletas de fosfito de aluminio con agua (Campbell et al. 2011). En Floreana deberían marcarse los agujeros y madrigueras que muestran señales de actividad de gatos salvajes (heces, huellas, detección por perros), que no contienen vertebrados no-objetivo, y fumigarse.

Cacería Nocturna con Linterna

La cacería nocturna con linterna puede ser muy efectiva en la remoción de gatos debido al distintivo y brillante resplandor que está presente en los ojos del felino. La cacería nocturna con linterna se maneja de forma rutinaria en proyectos de erradicación y control de gatos, y ha sido utilizada para retirar los gatos restantes cuando los otros métodos ya no fueron efectivos (Hanson, 2011). A pesar de que este método puede ser muy seguro, implica una labor intensiva y deben existir circunstancias específicas (ej.: terreno claro y accesible) antes de alcanzar el éxito. En Floreana, la cacería nocturna con linterna puede convertirse en una técnica importante en circunstancias especiales pero a menudo se combinaría con el uso de perros.

Técnicas y Herramientas de Monitoreo para Confirmar la Erradicación

Los métodos de detección para gatos ferales típicamente abarcan: cámaras en los senderos (incluyendo el uso de un señuelo olfatorio o de audio para atraer a los gatos); búsquedas de huellas de gatos (ej.: heces, huellas de patas); trampas; y perros de detección. Una vez que no se detectaren animales en la isla, la operación pasaría a la fase de monitoreo para la confirmación.

Todas las actividades durante la operación de erradicación deberían ser registradas, incluyendo los datos de localización del GPS para la ubicación de las trampas, datos de la captura de gatos, edad y sexo del animal, detalles de huellas de gatos (ej.: tipo y antigüedad de la huella, hora del día), ubicación con el GPS y fotografía de la huella del gato, mortalidad involuntaria en trampas y escapes involuntarios. Se pueden usar computadoras de campo pequeñas con capacidades de GPS (ej.: Archer PDA Juniper Systems, Logan, UT) para registrar todos los datos relevantes mediante menús desplegables (Fig. 11). Este sistema permite la estandarización de la recolección de datos y cuando se utiliza con el SIG, permite el análisis de datos en tiempo real (Hanson et al. 2010). Los datos recolectados de esta manera proveen a los manejadores con información en tiempo real sobre el progreso de la operación de erradicación y asisten en la toma de decisiones críticas (Lavoie et al. 2007). Un modelo de detección de probabilidades usando datos recolectados durante la operación de erradicación puede estimar el número de animales que puedan persistir, así como la cantidad de vigilancia continua que se requiere para declarar a la erradicación completa (Ramsey et al. 2011). Para el modelo de detección de probabilidades, los manejadores tendrían que decidir sobre el nivel de certeza (ej.: 99%) que de existir un gato, tendría que ser encontrado. Sugerimos por lo menos 99%. Se recomiendan dos sondeos anuales para el monitoreo posterior a la erradicación. Los sondeos brindarían una confianza incrementada en la erradicación e idealmente detectarían cualquier gato que fuera maliciosamente liberado. Los sondeos utilizarían los métodos de detección descritos arriba,

con la excepción de los perros si ya hubieran dejado Galápagos, y pudieran coincidir con visitas de campo para confirmar la erradicación de roedores.

TÉCNICAS COMBINADAS

Creemos que la combinación de los métodos de remoción presentados aquí abordan los cuatro principios básicos de erradicación discutidos anteriormente. Esta conclusión se basa en una revisión de métodos y logísticas análogos implementados exitosamente en programas de erradicación en otras islas; particularmente islas dentro del archipiélago Galápagos o islas que tienen características similares a las de Floreana. Floreana tiene un clima que promueve la continua reproducción de roedores (Clark 1980, Jolley 2013-**Apéndice B**), un paisaje estratificado, un clima con dos estaciones (una estación húmeda y otra seca por año), está habitada, existe agricultura y ganadería, y es considerada remota en términos de logística. Islas referenciadas con erradicación de roedores incluyen, pero no se limitan a, el atolón Palmira, las islas Rangitotu y Motutapu, islas Pinzón y Rábida, isla Plaza Sur; además tenemos lecciones aprendidas en la isla Henderson, isla Desecheo y el atolón Wake. Erradicaciones referenciadas de gatos abarcan campañas exitosas en las islas Rangitotu, Motutapu, San Nicolás, Faure, Ascensión y Baltra.

PRINCIPIOS AMBIENTALES Y SOCIALES DE LA ERRADICACIÓN

Principios ambientales y sociales que son relevantes para la aceptabilidad del proyecto:

- Los beneficios ambientales del proyecto sobrepasan los costos impuestos por las acciones y resultados del proyecto.
- El proyecto es socialmente aceptable por los usuarios y la comunidad entera apoya al proyecto.

IMPACTOS EN LOS RESIDENTES Y VISITANTES PERTINENTES A LOS ESFUERZOS DE ERRADICACIÓN

Los habitantes humanos son una variable que no siempre está presente durante proyectos de erradicación de especies invasoras. Como consecuencia, no existe una larga historia de experiencias a dónde referirse y debe dársele una consideración especial para mitigar la presencia humana establecida.

Presencia Humana

Debido a que Floreana cuenta con residentes permanentes y frecuentes turistas que visitan la isla, debe ponerse en marcha un dedicado proceso para educar e informar a la comunidad local, residentes de otras islas y particularmente a aquellos quienes realizan operaciones turísticas en la isla. La información necesitará abordar riesgos reales y percibidos que están asociados con el hecho de que se está llevando a efecto una erradicación dentro de una comunidad, además de información general especificando las acciones que se efectuarán durante el curso de la erradicación. Los riesgos en discusión deberían abarcar tanto asuntos de interés con respecto a la salud pública como aquellos que podrían poner en peligro el éxito del proyecto. Será importante brindar consideración especial a niños y personas con necesidades especiales quienes talvez no entiendan por completo las implicaciones de los métodos de erradicación propuestos (ej.: la dispersión por toda la isla de rodenticida). Mientras

que el potencial para impactos negativos comprende serios daños o muerte, estos riesgos pueden ser grandemente minimizados o eliminados con una planificación y un manejo apropiados (ej.: familias tomándose unas cortas vacaciones de la isla), y asegurando que todas las acciones sean revisadas mediante una valoración de riesgo en la que la seguridad pública sea la primera prioridad.

Ya que en Floreana el agua dulce se deriva de manantiales locales y se da agricultura todo el año, debería esperarse que la calidad del agua y los riesgos para la salud por el consumo de productos se conviertan en alarma pública que debe ser atendida sin considerar que el potencial de contaminación por brodifaco del agua de superficie o del suelo sea bajo o no existente debido a la falta de solubilidad del químico en el agua y a la movilidad dentro de la columna de tierra (US EPA 1998, DoC 2007, Fisher et al. 2011). En vista de que el cebo se desintegra, el químico brodifaco permanece en y es absorbido por compuestos orgánicos del suelo (Organización Mundial para la Salud 1995) donde es degradado por micro-organismos como bacterias (DoC 2007). La baja solubilidad del brodifaco en el agua significa que las plantas no absorben el químico por osmosis (DoC 2007). Inclusive en casos extremos, después de que aproximadamente 18 toneladas de cebo conteniendo 360 g de brodifaco fueran descuidadamente descargadas en el ambiente, se ha mostrado que la solubilidad en el agua es baja y las concentraciones estuvieron por debajo del nivel mínimo de detección (<0.020 ppb) entre 36 horas y 9 días (Primus et al. 2005). Más aún, en lo que parece ser el reporte más comprensivo hasta la fecha, 217 muestras de agua de pequeños torrentes abiertos fueron tomadas después de que se distribuyó aéreamente el brodifaco en Maungatautari, Nueva Zelandia, sin ningún residuo detectable. Estos resultados son consistentes con los de otras tres islas donde se dio un muestreo específico para brodifaco y se determinó que la vinculación del brodifaco con partículas orgánicas (sedimento) resultaría no detectable en agua que pudiera ser utilizada para beber (Fisher et al. 2011).

En un esfuerzo para reducir más los riesgos reales o percibidos, ambas fuentes de agua en la isla, Las Palmas y Asilo de la Paz, deberían ser cubiertas durante la aplicación del cebo además de inspeccionar cada sitio en búsqueda de bolitas perdidas bajo la cubierta después de cada aplicación de cebo. Se recomienda restringir la pesca cerca de la costa mientras que el consumo de ganado presente durante la implementación (incluyendo a las gallinas ferales) no debería ocurrir durante o después de la ejecución de la operación hasta que las muestras tomadas demuestren que los residuos en la carne y órganos estén por debajo del nivel mínimo de detección.

En el caso de que el rodenticida sea consumido por descuido o aparezcan síntomas similares a la ingestión de anti-coagulante, la vitamina K1 es reconocida como un tratamiento efectivo (DoD 2007).

Ambientes Comensales

Un sólido programa para el manejo de desechos sólidos está en marcha en Floreana. El objetivo principal de este esfuerzo es mejorar la calidad de vida de los habitantes locales. Se ha edificado una infraestructura que provee recipientes de almacenamiento y la recolección para la basura estándar, reciclaje, ítems perecibles, así como restos de jardinería y de madera. Una persona está contratada a tiempo completo para asistir en la recolección, clasificación y manejo de los desechos una vez que éstos sean colocados en los recipientes fuera de las casas o negocios. La recolección se hace con un camión grande y todo el material acopiado se deposita en el camino en las afueras del pueblo en un centro de reciclaje al aire libre o en una trinchera donde se quema (dependiendo del material). Se

separan los restos de comida, luego son recogidos y llevados a las fincas donde se usan como suplemento de la dieta de los cerdos domésticos y aves de corral. La recolección del material de desperdicio ocurre varias veces a la semana y está sujeto a cambios dependiendo de la disponibilidad del personal, o si las fechas interfieren con algún feriado local o celebración en la isla.

Una vez que la erradicación se confirme como un éxito, el programa de manejo de desechos sólidos podrá continuar de acuerdo a su agenda y a las políticas que estaban en vigencia antes del inicio del proyecto de erradicación. En los meses conducentes a, durante y poco después del proyecto de erradicación, varios componentes del sistema de manejo de desechos necesitarán ser alterados para prevenir que los roedores accedan a fuentes de alimento relacionadas con los humanos o comensales. Áreas particulares de alto riesgo incluyen a numerosas residencias en Floreana que funcionan como restaurantes o lugares de almacenamiento para consumibles, cocinas privadas y comedores, y un botadero al aire libre; todas estas áreas regularmente contienen comida y/o restos de comida. Sitios adicionales tales como granjas de cerdos, áreas para el almacenamiento de granos y recipientes de compostaje también deben ser considerados como una fuente de productos comensales. Estas áreas representan un riesgo para el éxito de la erradicación de roedores si no se manejan debidamente. De las lecciones aprendidas de anteriores campañas de erradicación de roedores en áreas comensales se deberían desarrollar medidas relativamente simples para prevenir que los roedores accedan a fuentes comensales de alimento y se debería consultar con la comunidad local para asegurar el apoyo a largo plazo para cambios en el manejo de desechos.

Debería destacarse que este reporte tan solo pudo dirigirse a los aspectos generales del ambiente comensal en Floreana. Como consecuencia, se recomienda que durante la fase de planificación para una erradicación de roedores, se termine una valoración más profunda en lo concerniente a los roedores comensales que más adelante reconozca y detalle estos riesgos, y brinde medidas para su mitigación.

Mascotas y Ganado

Los residentes de Floreana tienen una variedad de mascotas y ganado incluyendo gatos y perros domésticos, cerdos y vacas, así como gallinas. La presencia de estos animales complicará la erradicación de gatos y roedores en Floreana. El alimento que se da para suplementar la dieta de los animales domésticos y las heces animales son una fuente alternativa de alimento para los roedores. Adicionalmente, el ganado estará en riesgo de exposición al rodenticida y pudiera interferir con el cebado y el trapeo dirigido a los roedores y gatos.

Actualmente se considera factible que todo el ganado sea extraído o removido de la isla antes de la implementación del proyecto. Las logísticas y el apoyo de la comunidad al programa de “remoción y reemplazo” necesitarán ser evaluados a profundidad y revisados regularmente para garantizar que existe apoyo total en la isla. Se deberían desarrollar soluciones en las que todos salgan favorecidos en conjunto con los ganaderos y deberían darse negociaciones individuales para poder personalizar las soluciones para cada propietario. Los manejadores deberían relacionarse con los miembros de la comunidad temprano para asegurar que ellos están conscientes de las metas del proyecto así como disponer de materiales de comunicación relacionados al proyecto que deberían estar disponibles para toda la comunidad. Deberían estar listos acuerdos legales vinculantes para garantizar que los

propietarios de ganado y sus responsabilidades ante la autoridad sobre el ganado sean claras y transparentes. Se deberían elaborar otras legislaciones y acuerdos a nivel ministerial para asegurar que aquellos con autoridad puedan actuar apropiadamente en caso de que no se respetaren las regulaciones establecidas.

ESTRATEGIA DEL PROYECTO EN CUANTO AL RIESGO

Se recomienda que el programa de erradicación adopte un enfoque de secuencia crítica mediante el cual se identifiquen puntos específicos de colapso o hitos (ej.: área de alto riesgo para el éxito del proyecto). Si no se establecen estos hitos, entonces, al ocurrir un “colapso”, el proyecto es temporal- o permanentemente postergado dependiendo en la severidad del “colapso”. Los manejadores deberían entender que el proceso de toma de decisiones debería ser registrado al detalle y que a cada riesgo debería dársele una minuciosa evaluación. Basada en esta evaluación, la progresión del proyecto debería continuar solo hasta que un riesgo haya sido apropiadamente mitigado.

Si el proyecto inicia con un enfoque de secuencia crítica, el diseño de la planificación e implementación debería permitir que el proyecto se “contenga” en varios estados predeterminados si se identificara un “colapso”.

SOSTENIBILIDAD

Bioseguridad hacia y dentro de Galápagos

La Agencia de Bioseguridad para Galápagos cuenta con protocolos de bioseguridad para personas y materiales que se transportan entre el continente y los principales puertos de Galápagos, y entre las islas del archipiélago. En vista de que a Floreana solo se llega por barco, el camino de la introducción se simplifica dando como resultado una estrategia menos compleja para hacer cumplir la bioseguridad. El personal de la Agencia de Bioseguridad para Galápagos actualmente hace acatar los lineamientos de bioseguridad, realiza inspecciones y provee interpretación cuando se necesita para garantizar que no se lleven roedores, gatos y otras especies introducidas agresivas a Floreana.

Para proteger la inversión de la erradicación de ratas y ratones en Floreana, se sugiere que la habilidad para detectar roedores en los cargueros se incrementare dramáticamente al incorporar perros de detección especialmente entrenados para que trabajen con los inspectores mientras se chequean las embarcaciones en Puerto Ayora (punto de partida para Floreana) y en el punto de inspección en el muelle de Floreana. Los perros también pueden ser usados para detectar y examinar el grado de infestación y como parte de la respuesta a incursiones si la barrera inicial de bioseguridad se rompiera. La inclusión de perros para asistir con la bioseguridad está siendo actualmente contemplada por el proyecto inversionista de la Agencia de Bioseguridad para Galápagos.

Antes de la implementación de una erradicación de roedores, debería valorarse la solidez de los protocolos de bioseguridad. Adicionalmente, se recomienda que se elaboren paquetes para la incursión de respuestas de manera que estén a mano y en el sitio donde el personal de la ABG está siendo entrenado en su uso. Esto ayudará a proteger la inversión de la erradicación.

Tabla 6. Senderos invasores

Especies	Fuente de introducción	Sendero de introducción	Riesgo (alto/bajo)	Estrategia de prevención
Rata noruega, rata negra y ratón casero	Dentro de las islas Galápagos, desde el Ecuador continental, yates internacionales privados	Introducción accidental con barcos de pasajeros / barcos de crucero / cargueros dado la proximidad del sitio de fondeo. En materiales de construcción, en productos alimenticios o alimentos de animales.	MEDIO – a pesar de que la bioseguridad está en ejecución, los esfuerzos no son suficientes y puede ocurrir una introducción accidental	Inspecciones rutinarias a cada embarcación y su equipo a bordo. Proveer herramientas como estaciones de cebo que puedan permanecer a bordo de cada embarcación. Bioseguridad necesita ser mejorada para reducir los riesgos – ver la sección que se refiere a utilizar perros.
Gatos y Perros Domésticos	Islas Galápagos, Ecuador continental, yates internacionales privados	Accidentalmente a bordo de cualquier barco que se acerque o que fondee en Floreana. Su liberación también puede ser intencional. Traído a la isla como mascota.	BAJO – Muy difícil que no se note a un gato o que éste decida abandonar el barco y nadar hacia la costa. Toda mascota que se traiga a la isla tendrá que ser esterilizada o castrada.	Inspecciones rutinarias a cada embarcación y su equipo a bordo. Toda mascota que se traiga a Floreana requerirá la autorización de la Agencia de Bioseguridad para Galápagos. Toda importación autorizada será solo de mascotas esterilizadas.

SOCIALMENTE ACEPTABLE

Los proyectos de erradicación de especies invasoras son percibidos por las comunidades de diferentes maneras dependiendo de la relevancia del proyecto para sus propios intereses y bienestar. La comunidad en Floreana ha sido directa- e indirectamente impactada por la presencia de roedores y gatos ferales. Muchos residentes de Floreana dependen de una vida de subsistencia así como de los ingresos generados por el turismo. El turismo en Galápagos depende del ambiente natural, particularmente de números y variaciones de fauna y flora que son endémicos al archipiélago. A pesar de que no ha sido valorado, otros grupos dentro de Galápagos e internacionalmente pueden estar preocupados por la protección de la vida silvestre, el mantenimiento de la integridad biológica del Parque Nacional, la investigación académica o el bienestar de los animales. El uso de cuestionarios brindaría una mejor percepción acerca de la opinión local sobre los programas de conservación propuestos (Odgen y Gilbert, 2011). Para asegurar que este proyecto sea socialmente aceptado tiene que enfocarse, o por lo menos estar consciente de, las preocupaciones de los diversos actores (Varnham et al., 2011; Odgen y Gilbert, 2011; Griffiths et al. 2012).

La sostenibilidad a largo plazo del proyecto, ej., garantizar que Floreana permanezca libre de mamíferos invasores, depende primariamente de las acciones de la comunidad de Floreana; su apoyo es crítico para el éxito del proyecto (Griffiths et al., 2012). Se anticipa que la comunidad local no expresará una preocupación significativa ante la remoción de roedores y gatos ferales; los roedores generalmente son considerados plagas y los gatos ferales no proveen un beneficio intrínseco (estética- o ecológicamente) (Ruiz et al., 2010). En una reunión comunitaria en mayo de 2012, la comunidad promovió la idea de erradicar roedores y gatos como solución para mayores asuntos referentes a especies invasoras que los afecta. Sin embargo, la reacción a acciones específicas tales como la necesidad de ajustar comportamientos diarios específicos permanece grandemente desconocida. El consultar con la comunidad, hacer que el público esté consciente de las metas generales del proyecto y de las preocupaciones específicas ya ha ocurrido. La interrupción al estilo de vida actual que se dará durante el proyecto de erradicación puede crear resistencia en los miembros de la comunidad; la participación adicional de la comunidad y la transformación de conflictos relacionados con este proyecto deberían ser prioritarias.

El compromiso con la comunidad, incluyendo entrenamiento, clases, materiales informativos y/o seminarios, probablemente serán requeridos para el personal del Parque Nacional Galápagos (principalmente aquellos que no están involucrados en actividades de erradicación), quienes tienen a su cargo la protección y el manejo de Floreana y de otras islas. El compromiso también será importante ante una más amplia audiencia en Galápagos y Ecuador, para mejorar la conciencia de la importancia de la biodiversidad de cada isla y el problema de las especies invasoras en el archipiélago. Esto se podría lograr mediante boletines de prensa al público general (ej.: artículos en periódicos y revistas, radio, TV, señalizaciones) (Odgen y Gilbert, 2011; Griffiths et al., 2012).

El proyecto provee el potencial para que los miembros de la comunidad local sean reclutados para la operación, brindando valiosas oportunidades de empleo. Cargadores de cebo, abridores de caminos, técnicos para la mitigación de no-objetivos, trabajadores de campo, cazadores y especialistas en trampas pueden ser seleccionados, entrenados y reclutados para asistir en los esfuerzos para remover a los roedores y gatos ferales mientras que estarían trabajando junto a expertos en erradicación. En

la actualidad, los miembros de la comunidad de Floreana y otros residentes de Galápagos han estado participando en proyectos precedentes de erradicación en el archipiélago; este personal y su experiencia serán una valiosa ventaja en la campaña de Floreana que es de mayor envergadura. Otra oportunidad para involucrar a la comunidad puede relacionarse con el apoyo al personal de campo en la provisión de alojamiento y comidas.

Dentro de la población local podría encontrarse apoyo logístico, como embarcaciones, capitanes de embarcaciones y tripulación, operadores de vehículos, cocineros, y personal de apoyo y adquisiciones. El proyecto de erradicación requerirá una base logística en Floreana, desde donde se manejará la operación; una casa en el pueblo u otra facilidad en la parte alta podrían ser utilizadas. También se anticipa que el compromiso y la consulta con la comunidad serán conducidos por miembros locales de la comunidad quienes ya trabajan en el área y están familiarizados con los miembros de la comunidad y sus costumbres.

Tabla 7. Actores clave identificados/sugeridos

Actor	Representante	Potencial participación
Servicio Parque Nacional Galápagos	Christian Sevilla	Co-dueño del proyecto, manejo e implementación del proyecto. Subsiguiente reintroducción de especies extirpadas.
Agencia de Bioseguridad para Galápagos	Marilyn Cruz, directora	Co-dueña del proyecto, bioseguridad entre el continente y las islas, y entre las islas. Puesta en práctica de regulaciones para el ganado/mascotas. Control de animales introducidos en áreas que no son del Parque. Regula la importación de pesticidas a Galápagos.
Ministerio Ecuatoriano del Ambiente	Walter Bustos	Co-dueño del proyecto, supervisa al SPNG y a la Agencia de Bioseguridad para Galápagos. Reporta y asegura asignaciones anuales de fondos dentro del Proyecto de Inversiones para Especies Invasoras y los planes anuales del SPNG y la ABG.
Junta Parroquial Isla Santa María	Max Freire, presidente	Co-dueña del proyecto, manejo del área habitada, manejo de regulaciones locales, representante de la comunidad
Gobierno Municipal de San Cristóbal	María Elena Flores (Unidad de Gestión Ambiental del Municipio)	Co-dueño potencial del proyecto, manejo de áreas habitadas, rechaza el manejo, maneja regulaciones locales para mascotas
Island Conservation	Victor Carrión	Co-dueña del proyecto. Asistencia técnica en erradicaciones de mamíferos invasores. Prevención de extinciones.

ONGs de conservación en Galápagos, ej.: Conservación y Desarrollo, Fundación Charles Darwin, WWF, WildAid		Asistencia técnica con componentes del fondo de inversión para especies invasoras del SPNG (ej.: biocontrol), desarrollo de aspectos mayores relacionados con el proyecto como turismo comunitario sostenible y ambientalmente responsable
Comunidad local	Max Freire, elegido como representante	Beneficiarios finales del proyecto. Oportunidades de empleo tanto directas como indirectas. Calidad de vida mejorada.
Sector turístico	Claudio Cruz	Frecuente movimiento de pasajeros y carga entre islas. Principal beneficiario del proyecto.
Dirección de Salud	Dr. Carlos Franco	Regula el uso de pesticidas en y cerca de las viviendas. Aspectos de la salud de la comunidad.
Asociación de Agricultores de Floreana	Max Freire, presidente	Asociación que representa a los finqueros de Floreana. Afiliación voluntaria.
Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas	Capitanía de Puerto Velasco Ibarra	Permisos para armas de fuego
Agrocalidad (nacional)	Ing. Rommel Betancourt (Director de Inocuidad Alimentaria)	Regula la importación de pesticidas al Ecuador

POLÍTICA- Y LEGALMENTE ACEPTABLE

La remoción de especies invasoras en las islas Galápagos ha sido utilizada con frecuencia para restaurar ecosistemas y muchos proyectos han servido para proveer conocimientos nuevos e innovadores para los esfuerzos de conservación en el mundo entero. En general, la posición legal del PNG y sus socios permite que se utilicen métodos eficientes y nuevas técnicas. Con este entendimiento, el proyecto debe acatar regulaciones gubernamentales y asegurar el cumplimiento de un sinnúmero de leyes que se relacionan con el uso de armas de fuego y tóxicos (al trabajar dentro de un sistema de áreas protegidas), el uso de helicópteros y embarcaciones, y cómo se tratan a los animales domésticos. En el presente, políticas legislativas y gubernamentales están siendo desarrolladas para apoyar y obligar acciones de conservación en Galápagos, y particularmente en Floreana.

A pesar de que proyectos previos de erradicación emprendidos precisaron de formalidades similares, habrá una necesidad de consulta con departamentos gubernamentales para comprender todos los requerimientos y procesos para el acatamiento de leyes, y se necesitará una lista detallada de todos los permisos y otras autorizaciones junto con una descripción de la aplicación de dichos permisos y de

las oficinas que los extienden. De modo típico, esto incluiría, pero no estaría limitado a, permisos para el uso de armas de fuego y su utilización dentro del sistema de áreas protegidas, rodenticidas, aplicación, permisos de importación, una valoración del impacto potencial a Floreana como resultado del proyecto, la protección de especies amenazadas y nativas, protección de los recursos naturales como la calidad del aire y del agua, y la protección de cualquier recurso histórico o cultural en la isla.

AMBIENTALMENTE ACEPTABLE

Se requerirá una valoración de riesgos a no-objetivos para evaluar el daño potencial a especies nativas y endémicas en Floreana por la exposición al cebo para roedores y gatos. La valoración debería ser compilada en 2013 detallando el impacto esperado que los tóxicos propuestos pudieran tener sobre especies no-objetivo. Basadas en los resultados de esta valoración, se incorporarán medidas para reducir o mitigar los impactos potenciales a no-objetivos cuando fuere apropiado. Los disturbios físicos y el trampeo también deberían ser evaluados a pesar de que esfuerzos previos dentro de Galápagos han demostrado beneficios netos positivos sin impactos negativos en el largo plazo de acciones similares de erradicación.

A pesar de que ha ocurrido mortalidad incidental de animales individuales durante operaciones de erradicación de especies invasoras en Galápagos, las poblaciones de vida silvestre nativa y endémica no han sido críticamente impactadas (PNG, datos sin publicar). Las especies han mostrado un rápido crecimiento poblacional o un incremento en su éxito reproductivo después de que las especies invasoras han sido removidas, por ejemplo en aves marinas (ej.: Howald et al. 2005, Whitworth et al. 2005, Smith et al. 2006, Regehr et al. 2007, Amarel et al. 2010), reptiles (ej.: Newman 1994, Daltry 2006, Towns et al. 2001, 2007), invertebrados (ej.: Sinclair et al. 2001, Towns et al. 2009, St Clair et al. 2010) y plantas (ej.: Allen et al. 1994). En una valoración de riesgo a no-objetivos, los beneficios de la recuperación y protección de especies a largo plazo deberían ser considerados junto con cualquier potencial impacto a corto plazo por la mortalidad de individuos como consecuencia de operaciones de erradicación.

Hemos identificado varias especies a las que se les debería dar atención especial en la valoración de riesgos a no-objetivos (**Tabla 8**). Las acciones de mitigación pueden involucrar varios métodos o combinaciones de métodos diseñados para reducir el riesgo a individuos tales como la tenencia en cautiverio, sacarlos del área, reducir la posibilidad de exposición a los tóxicos mediante otros medios como aversión al entrenamiento o antídotos. Las acciones de mitigación a menudo son costosas e incrementan la complejidad de un proyecto pero pueden requerirse por razones biológicas, socio-políticas o culturales.

Tabla 8. Lista tentativa de especies que puedan requerir acciones de mitigación para evitar riesgos indebidos.

Especies	Razón
Pinzón de árbol de pico mediano (<i>Camarhynchus pauper</i>)	Endémico a la isla con el 100% de su población en Floreana. Considerado críticamente amenazado por la UICN. Potencial riesgo de envenenamiento primario o talvez secundario vía invertebrados. Puede ser difícil mantenerlo en cautiverio. Recomendamos que se conduzcan pruebas de tenencia en cautiverio <i>in situ</i> antes de la implementación del proyecto.
Pachay de Galápagos (<i>Laterallus spilonotus</i>)	Endémico a Galápagos. Potencial riesgo de envenenamiento primario o secundario vía invertebrados. La población de Floreana ha sufrido eventos de efecto cuello de botella en el pasado reciente y debido a sus reducidas habilidades de dispersión, la población de Floreana puede ser genéticamente única. Talvez relativamente fácil de mantenerlo en cautiverio basado en la experiencia con rascones similares en otras partes.
Lechuza de campanario (<i>Asio flammeus galapagoensis</i>)	Subespecie endémica a Galápagos, común por el archipiélago. Con riesgo de envenenamiento secundario. Difícil de aclimatarse y mantener vivo en cautiverio. Recomendamos un estudio genético para determinar la naturaleza genética única de su población y el flujo de genes de islas cercanas. Los resultados de este estudio deberían guiar si deben llevarse a efecto acciones de mitigación.
Gallinula común (<i>Gallinula chloropus</i>) Rascón de pico pintado (<i>Neocrex erythrops</i>)	Nativos a Galápagos. Residentes de lagunas de agua dulce. Potencial riesgo de envenenamiento primario o secundario vía invertebrados. La recolonización de la isla puede tomarles un tiempo considerable. Los finqueros disfrutaban viendo estas aves en sus lagunas. Tratar de sacarlos probablemente ocasione un comportamiento huidizo en vez de su dispersión por la isla. Considerar la tenencia en cautiverio de un grupo de individuos en la isla para repoblar Floreana.
Patillo maría (Galápagos) (<i>Anas bahamensis galapagensis</i>) Flamenco americano (<i>Phoenicopterus ruber</i>)	El patillo es una subespecie endémica a Galápagos. El flamenco americano es nativo a Galápagos con una población residente. Riesgo de envenenamiento primario por los cebos en el agua y para los patillos, posiblemente en tierra. Tratar de sacarlos puede dispersar los grupos por la isla. Para evitar que el cebo entre en las lagunas, cubiertas plásticas flotantes podrían ser usadas para tapar las lagunas pequeñas mientras que las lagunas grandes requerirían zonas de exclusión para el cebado aéreo con cebado a mano alrededor de sus bordes.

CAPACIDAD

El proyecto requerirá personal sumamente hábil y con experiencia en roles clave junto con asistentes que puedan ser entrenados en las destrezas necesitadas. La **Tabla 9** indica las principales habilidades en el personal clave, pero no es una lista completa del personal requerido. Island Conservation (IC) puede proveer al personal con muchas de las destrezas requeridas. Asistentes y técnicos también se necesitarán para los sondeos de campo, apoyo logístico, tripulaciones de embarcaciones, primeros auxilios y seguridad, tripulación de apoyo para el helicóptero, equipo para el cebado para roedores y gatos, trampeo, cacería, y apoyo del SIG, entre otros. El personal en roles de liderazgo requerirá experiencia previa y el personal con las habilidades deseadas probablemente será buscado internacionalmente o existirán ya en Galápagos, mientras que muchos técnicos y asistentes pueden ser reclutados en la comunidad local y recibirán el entrenamiento apropiado. Una lista completa del personal, sus roles y habilidades necesarias debería ser provista en el Plan Operativo.

Tabla 9. Habilidades clave necesarias para completar el proyecto.

ROL / POSICIÓN	PROPÓSITO	FUENTE PARA OBTENER LAS HABILIDADES
Director del proyecto	Iniciar/manejar los procesos del proyecto	PNG
Gerente regional	Vínculo con la región	IC
Gerente de Manejo del Proyecto – Facilitador de Condiciones	Asegurar las condiciones existentes para facilitar el componente técnico del proyecto	IC y/o contrato
Gerente Técnico para el Manejo del Proyecto	Planificar e implementar la erradicación multi-especies	IC
Gerente de Comunicación	Desarrollar y ejecutar las necesidades de comunicación a medida que surjan	PNG e IC
Especialistas en erradicación (mult.)	Equipo de campo – Implementar las acciones de cebado, trampeo, cacería, etc.	PNG, IC o contrato
Coordinador de logística	Atiende las necesidades logísticas en la isla y en la región	PNG o contrato

CONTINGENCIAS DEL PROYECTO

Después de valorar la factibilidad de la remoción de roedores y gatos de Floreana, se determinó que las siguientes contingencias deberían atenderse antes de iniciar una campaña de erradicación:

- Legislación que apoye las acciones propuestas para erradicar roedores y gatos
- Ganado removido de la isla antes de, y que permanezca fuera de la isla, durante la campaña de erradicación
- Las mascotas que tengan el potencial de convertirse en invasores se esterilizan o remueven de la isla
- Todos los requerimientos comensales tanto para la erradicación de roedores como de gatos se atenderán y darán seguimiento antes de, y durante la campaña de erradicación
- Medidas de bioseguridad están en ejecución antes de la implementación y se mantendrán indefinidamente
- La comunidad local apoya todas las facetas de la campaña de erradicación
- La valoración de riesgo de especies no-objetivo sugiere que los beneficios del proyecto sobrepasarán los costos
- La estructura de gobernanza puesta en práctica para el proyecto es funcional
- Se aseguran fondos suficientes antes de la implementación para completar la erradicación de roedores y gatos

FINANCIAMIENTO

Project	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5	Phase 6	Phase 7	Phase 8	Phase 9	Phase 10	TOTAL
EXPENSES	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
Project Services	5,625	66,570	150	64,750	110,340	16,835	40,370	150	31,180	14,105	350,075
Field Work		209,173	13,540	111,252	508,093	35,700	46,450	7,540	22,350	300	954,398
Grants to Others											
Travel	2,304	55,798	13,255	46,574	50,678	99,312	136,946	19,255	27,474	11,664	463,260
General Management											
Personnel Costs	177,183	598,275	54,785	964,659	1,192,950	754,184	1,326,433	66,485	456,765	31,328	5,623,048
Professional Services	3,450	153,810	59,200	284,130	188,210	7,700	141,565	66,700	76,080	9,840	990,685
Occupancy Expense	13,859	34,229	1,035	64,856	69,346	41,601	81,925	1,435	46,122	3,030	357,436
SUBTOTAL PROGRAM EXPENSE	202,421	1,117,855	141,966	1,536,220	2,119,617	955,332	1,773,690	161,565	659,970	70,266	8,738,901
ALLOCATED G & A	31,142	171,978	21,841	236,342	326,095	146,974	272,875	24,856	101,534	10,810	1,344,446
TOTAL IC EXPENSES	233,562	1,289,833	163,806	1,772,562	2,445,712	1,102,306	2,046,565	186,421	761,504	81,076	10,083,348
PARTNER CONTRIBUTIONS											4,194,990
TOTAL PROJECT EXPENSES	233,562	1,289,833	163,806	1,772,562	6,202,801	1,474,656	2,112,115	186,421	761,504	81,076	14,278,337

I don't have access to changes in the table, so the first line should read:

Proyecto – Fase 1 - Fase 2 - Fase 3 - Fase 4 - Fase 5 - Fase 6 - Fase 7 - Fase 8 - Fase 9 - Fase 10

The first column should read:

GASTOS

Servicios del proyecto

Trabajo de campo

Contribuciones a otros

Viajes

Manejo general



Costos personales

Costos profesionales

Gastos de ocupación

SUBTOTAL DE GASTOS DEL PROGRAMA

G&A ASIGNADO

GASTOS TOTALES IC

CONTRIBUCIONES DE SOCIOS

GASTOS TOTALES DEL PROYECTO

CONCLUSIÓN

Roedores

La factibilidad de la erradicación de roedores en Floreana con una estrategia de dispersión aérea se considera moderada. Se pueden alcanzar todos los requerimientos para erradicar exitosamente a las ratas con técnicas existentes a pesar de que Floreana exhibe similitudes con erradicaciones de roedores menos complicadas que no han sido exitosas (ej.: isla Henderson, atolón Wake, isla Desecheo). Las razones que llevaron a la imposibilidad de remover a todos los roedores no se comprenden completamente y puede deberse a cualquier combinación de factores incluyendo, pero no limitándose a, reproducción atemporal (Henderson, Wake, Desecheo), tamaño de la isla (Henderson), presencia humana (atolón Wake), patrones climáticos (Henderson, Desecheo), tasas de aplicación (Henderson, atolón Wake, Desecheo), consumo del cebo por no-objetivos (Henderson, atolón Wake, Desecheo), etc. Más aún, los ratones representarán un mayor desafío debido a sus pequeños territorios, más alta tolerancia a tóxicos anti-coagulantes (en relación con las ratas) y variación potencial del comportamiento en la presencia de ratas. Se necesitará poner atención especial para asegurar que se planifiquen y apliquen cantidades suficientes de cebo, y que la calibración de la distribución del cebo sea apropiada para poner a cada roedor de Floreana en riesgo (particularmente a los ratones). Se pueden presentar desafíos (que no se consideran insuperables) en áreas con consumidores no-objetivos del cebo, en acantilados, en cuevas, en islotes, en depósitos de rocas así como en todas las áreas dentro del ambiente comensal. Existe un riesgo de que los lineamientos comensales y las medidas de bioseguridad para roedores no sean efectivos o aplicables, y que los roedores puedan sobrevivir al intento de erradicación o sean reintroducidos a Floreana; será importante elaborar un plan práctico y realístico de comensalismo y bioseguridad para roedores.

Gatos

La factibilidad de erradicar a los gatos ferales de Floreana es alta. Debido al tamaño de Floreana y a que existe una comunidad permanente, se necesitará desarrollar una campaña planificada a profundidad que enfoque los esfuerzos mantenidos de la erradicación y la participación de la comunidad. Existen precedentes de erradicación exitosa de gatos, incluyendo comunidades con mascotas, utilizando el juego de técnicas presentado en este documento. La combinación de operaciones de erradicación para gatos y roedores incrementará la eficiencia y probabilidad de éxito de la erradicación de gatos.

Tabla 10. Asuntos claves reiterados

Asunto	Recomendación
Significativamente más grande que la más grande erradicación de ratones hasta la fecha.	Conducir pruebas de pre-erradicación a profundidad para incrementar la confianza que todos los territorios de ratones sean puestos en la mira con certeza por un espacio de tiempo efectivo. Hay que hacer la re-ingeniería de la aplicación del cebo para reducir el riesgo del fracaso, incluyendo utilizar bolitas de cebo más pequeñas en aplicaciones de cebo secundarias o terciarias.
El sitio del proyecto mantiene una población humana permanente.	El ambiente comensal contribuirá grandemente a la complejidad de la erradicación. Cada compromiso con las condiciones óptimas será asociado con un riesgo para el éxito del proyecto para ratas, ratones y gatos.
El ganado y las mascotas están en riesgo de envenenamiento por brodifaco por ingestión del cebo.	Retirar o remover a todo el ganado de la isla antes de la implementación.
El éxito del proyecto dentro de una pequeña ventana biológica requerirá componentes clave para que se ejecute a tiempo (ej.: arribo de la carnada y del helicóptero).	Asegurar que los fondos completos, permisos y todas las autorizaciones están listos antes de implementar acciones sensibles al tiempo.
Contrataciones.	Asegurar que existan reiteraciones para garantizar que los componentes críticos del proyecto no estén en riesgo.

REFERENCIAS

Aguirre-Muñoz, A., Croll, D.A., Donlan, C.J., Henry, W., Hermosillo, M.A., Howald, G., Keitt, B., Luna Mendoza, L., Rodríguez-Malagón, M., Salas-Flores, L.M., Samaniego-Herrera, A., Sanchez-Pacheco, J.A., Sheppard, J., Tershy, B., Toro-Benito, J., Wolf, S., Wood, B., 2008. High-impact conservation: invasive mammal eradication from the Islands of Western Mexico. *Ambio* 37, 101-107.

Allen, R.B., Lee, W.G., Rance, B.D., 1994. Regeneration in indigenous forest after eradication of Norway rats, Breaksea Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 32, 429-439.

Amaral, J., Almeida, S., Sequeira, M., Neves, V., 2010. Black rat *Rattus rattus* eradication by trapping allows recovery of breeding roseate tern *Sterna dougallii* and common tern *S. hirundo* populations on Feno Islet, the Azores, Portugal. *Conservation Evidence* 7, 16-20.

Andrews, C., 1909. On the fauna of Christmas Island. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 101-103.

Atkinson, I., 1985. The spread of commensal species of *Rattus* to oceanic islands and their effects on island avifaunas, *En Conservation of Island Birds*. ed. P.J. Moors, pp. 35-81. International Council for Bird Preservation, Cambridge, UK.

Barker, D., Carroll, J.W.A., Edmonds, H.K., Fraser, J.R., Miskelly, C.M., 2005. Discovery of a previously unknown *Coenocorypha* snipe in the Campbell Island group, New Zealand, subantarctic. *Notornis* 52, 143-149.

Barnett, B.D., 1986. Eradication and control of feral and free-ranging dogs in the Galápagos Islands, *En Proceedings of the Twelfth Vertebrate Pest Conference*. pp. 359-368.

Biro, Z., Lanszki, J., Szemethy, L., Heltai, M., Randi, E., 2005. Feeding habits of feral domestic cats (*Felis catus*), wild cats (*Felis silvestris*) and their hybrids: trophic niche overlap among cat groups in Hungary. *Journal of Zoology* 266, 187-196.

Blackburn, T.M., Cassey, P., Duncan, R.P., Evans, K.L., Gaston, K.J., 2004. Avian extinction and mammalian introductions on oceanic islands. *Science* 305, 1955-1958.

Bremner, A., Butcher, C., Patterson, G., 1984. The density of indigenous invertebrates on three islands in Breaksea Sound, Fiordland, in relation to the distribution of introduced mammals. *Journal of the Royal Society of New Zealand* 14, 379-386.

Bullock, D., 1986. The ecology and conservation of reptiles on Round Island and Gunner's Quoin, Mauritius. *Biological Conservation* 37, 135-156.

Campbell, D., Atkinson, I., 2002. Depression of tree recruitment by the Pacific rat (*Rattus exulans* Peale) on New Zealand's northern offshore islands. *Biological Conservation* 107, 19-35.

Campbell, D., Moller, H., Ramsay, G.W., Watt, J., 1984. Observations on food of kiore (*Rattus exulans*) found in husking stations on northern offshore islands of New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* 7, 131-138.

- Campbell, E., 1991. The effects of introduced roof rats on bird diversity of Antillean Cays. *Journal of Field Ornithology* 62, 343-348.
- Chiba, S., 2010. Invasive rats alter assemblage characteristics of land snails in the Ogasawara Islands. *Biological Conservation* 143, 1558-1563.
- Clark, David B., 1980. Population ecology of *Rattus rattus* across a desert-montane forest gradient in the Galapagos Island. *Ecology* 61, 6, 1422-1433.
- Courchamp, F., Langlais, M., Sugihara, G., 1999. Control of rabbits to protect island birds from cat predation. *Biological Conservation* 89, 219-225.
- Courchamp, F., Langlais, M., Sugihara, G., 2000. Rabbits killing birds: Modelling the hyperpredation process. *Journal of Animal Ecology* 69, 154-164.
- Cowie, R.H., 2001. Decline and homogenization of Pacific faunas: The land snails of American Samoa. *Biological Conservation* 99, 207-222.
- Cree, A., Daugherty, C., Hay, J.M., 1995. Reproduction of a rare New Zealand reptile, the tuatara *Sphenodon punctatus* on rat-free and rat-inhabited islands. *Conservation Biology* 9, 373-383.
- Croll, D., Maron, J.L., Estes, J.A., Danner, E.M., Byrd, G.V., 2005. Introduced predators transform subarctic islands from grassland to tundra. *Science* 307, 1959-1961.
- Cruz, J.B., Cruz, F., 1987. Conservation of the dark-rumped petrel *Pterodroma phaeopygia* in the Galápagos Islands, Ecuador. *Biological Conservation* 42, 303-311.
- Cushman, J.H., 1995. Ecosystem-level consequences of species additions and deletions on islands, *En Islands: biological diversity and ecosystem function*. eds P.M. Vitousek, L.L. Loope, H. Anderson, pp. 135-147. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Daniel, M., Williams, G., 1984. A survey of the distribution, seasonal activity and roost sites of New Zealand bats. *New Zealand Journal of Ecology* 7, 9-25.
- Deem, S., Merkel, J., Ballweber, L., Vargas, F., Cruz, M., Parker, P., 2010. Exposure to *Toxoplasma gondii* in Galápagos Penguins (*Spheniscus mendiculus*) and Flightless Cormorants (*Phalacrocorax harrisi*) in the Galápagos Islands, Ecuador. *Journal of Wildlife Diseases* 46, 1005-1011.
- Dickman, C.H., 1996. Overview of the impacts of feral cats on Australian native fauna. Australian Nature Conservation Agency.
- Department of Conservation (DoC), 2007. Key facts about brodifacoum. <<http://www.doc.govt.nz/Documents/conservation/threats-and-impacts/animal-pests/northland/brodifacoum-factsheet.pdf>>
- Dowding, J. E., and E. C. Murphy. 2001. The impact of predation by introduced mammals on endemic shorebirds in New Zealand: a conservation perspective. *Biological Conservation* 99:47-64

- Dreesen, D.W., 1990. *Toxoplasma gondii* infections in wildlife. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 196, 274-276.
- Dubey, J.P., 2002. A review of toxoplasmosis in wild birds. *Veterinary parasitology* 106, 121-153.
- Duncan, R., Blackburn, T., 2007. Causes of extinction in island birds. *Animal Conservation* 10, 149-150.
- Fisher, H.I., Baldwin, P.H., 1946. War and the birds of Midway Atoll. *The Condor* 48, 3-15.
- Fisher, P., Griffiths, R., Speedy, C., Broome, K., 2011. Environmental monitoring for brodifacoum residues after aerial application of baits for rodent eradication. *En* Veitch, C. R.; Clout, M.N. and Towns, D. R. (eds). *Island invasives: eradication and management*. IUCN Gland, Switzerland.
- Fukami, T., Wardle, D., Bellingham, P., Mulder, C., Towns, D., Yeates, G., Bonner, K., Durrett, M., Grant-Hoffman, M., Williamson, W., 2006. Above- and below-ground impacts of introduced predators in seabird-dominated island ecosystems. *Ecology Letters* 9, 1299-1307.
- Fuller, E., 2000. *Extinct Birds*, 2nd edition Oxford University Press, Oxford.
- Furness, R.W., 1991. The occurrence of burrow nesting among birds and its effect on soil fertility and stability, *En* *Proceedings of a Symposium held at the Zoological Society of London (No.63)*. eds P.S. Meadows, A. Meadows. Oxford University Press, London.
- FWS, 2010. John Klavitter, Deputy Project Leader. Pers.comm. on Bonin Petrel nesting density at Sand Island, Midway Atoll NWR, Papahānaumokuākea Marine National Monument.
- Graham, M., Veitch, C., 2002. Changes in bird numbers on Tiritiri Matangi Island, New Zealand, over the period of rat eradication, *En* *Turning the tide: the eradication of invasive species*. eds C. Veitch, M. Clout, pp. 120-123. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, Gland, Switzerland, and Cambridge, UK.
- Grant, P.R., Grant, B.R., Petren, K., Keller, L.F., 2005. Extinction behind our backs: the possible fate of one of the Darwin's finch species on Isla Floreana, Galápagos. *Biological Conservation* 122, 499-503.
- Griffiths, R. 2011. Targeting multiple species - a more efficient approach to pest eradication. *En* Veitch, C. R.; Clout, M.N. and Towns, D.R. (eds). *Island invasives: eradication and management*. IUCN Gland, Switzerland.
- Griffiths, R., Buchanan, F., Broome, K., and B. Butland. 2012. Rangitoto and Motutapu - A starting point for future vertebrate pest eradications on inhabited islands. 25th Vertebrate Pest Conference. University of California, Davis. Pp. 22-27.
- Hadfield, M., Miller, S., Carwile, A., 1993. The decimation of endemic Hawai'ian tree snails by alien predators. *American Zoologist* 33, 610-622.
- Harper, G.A., 2005. Numerical and functional response of feral cats (*Felis catus*) to variations in abundance of primary prey on Stewart Island (Rakiura), New Zealand. *Wildlife Research* 32, 597-604.

Howald, G., Donlan, C.J., Galván, J.P., Russell, J., Parkes, J., Samaniego, A., Wang, Y., Veitch, D., Genovesi, P., Pascal, M., Saunders, A., Tershy, B., 2007. Invasive rodent eradication on islands. *Conservation Biology* 21, 1258-1268.

Hutton, I., Parkes, J., Sinclair, A., 2007. Reassembling island ecosystems: the case of Lord Howe Island. *Animal Conservation* 10, 22-29.

IUCN, 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. IUCN.

Iverson, J. B. 1978. The impact of feral cats and dogs on populations of the West Indian rock iguana, *Cyclura carinata*. *Biological Conservation* 14:63-73

Jehl, J. R., and K. C. Parks. 1983. 'Replacements' of landbird species on Socorro Island, Mexico. *Auk* 100:551-559.

Jiménez-Uzcátegui, G., Milstead, B., Márquez, C., Zabala, J., Buitrón, P., Llerena, A., Salazar, S., Fessl, B., 2007. Vertebrados de Galápagos: estado de amenaza y acciones de conservación, *En Informe Galápagos 2006-2007*. pp. 108-114. Parque Nacional Galápagos, Fundación Charles Darwin, Instituto Nacional Galápagos, Puerto Ayora, Galápagos.

Jones, H.P., Tershy, B.R., Zavaleta, E.S., Croll, D.A., Keitt, B.S., Finklestein, M.E., Howald, G.R., 2008. Severity of the effects of invasive rats on seabirds: A global review. *Conservation Biology* 22, 16-26.

Jones, E., 1977. Ecology of the feral cat, *Felis catus* (L.) (Carnivora: Felidae) on Macquarie Island. *Australian Wildlife Research* 4, 249-262.

Jones, H., Tershy, B., Zavaleta, E., Croll, D., Keitt, B., Finkelstein, M., Howald, G., 2008. Severity of the effects of invasive rats on seabirds: a global review. *Conservation Biology* 22, 16-26.

Jouventin, P., Bried, J., Micol, T., 2003. Insular bird populations can be saved from rats: a long-term experimental study of white-chinned petrels *Procellaria aequinoctialis* on Ile de la Possession (Crozet archipelago). *Polar Biology* 26, 371-378.

Keitt, B. and B. R. Tershy (2003). "Cat eradication significantly decreases shearwater mortality." *Animal Conservation* 6: 307-308.

Keitt, B. S., C. Wilcox, et al. (2002). "The effect of feral cats on the population viability of Black-vented Shearwaters (*Puffinus opisthomelas*) on Natividad Island, Mexico." *Animal Conservation* 5: 217–223.

Keitt, B., Henry, R.W., Munoz, A.A., Garcia, C., Mendoza, L.L., Hermosillo, M.A., B.Tershy, D.Croll, 2005. El Impacto de los gatos introducidos (*Felis catus*) en el ecosistema de Isla Guadalupe, *En Isla Guadalupe Restauración y Conservación*. eds K.S.d. Prado, E. Peters, pp. 219-230. Instituto Nacional de Ecología, Ciudad de México.

Konecny, M.J., 1987a. Food habits and energetics of feral house cats in the Galápagos Islands Ecuador. *Oikos* 50, 24-32.

Konecny, M.J., 1987b. Home range and activity patterns of feral house cats in the Galápagos Islands, Ecuador. *Oikos* 50, 17-23.

Kurle, C.M., Croll, D.A., Tershy, B.R., 2008. Introduced rats indirectly change marine rocky intertidal communities from algae- to invertebrate-dominated. *PNAS* 105, 3800-3804.

Lavers, J., Wilcox, C., Donlan, C., 2010. Bird demographic responses to predator removal programs. *Biological Invasions* 12, 3839-3859.

Lever, C. 1994. *Naturalized Animals*. T & A.D. Poyser Natural History, London.

Lever, C., 1985. *Naturalized mammals of the world*. Longman, London; New York.

Levy, J.K., Crawford, P.C., Lappin, M.R., Dubovi, E.J., Levy, M.G., Alleman, R., Tucker, S.J., Clifford, E.L., 2008. Infectious diseases of dogs and cats on Isabela Island, Galápagos. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 22, 60-65.

Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., M., D.P., 2000. 100 of the world's worst invasive alien species. A selection from the global invasive species database. The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), Auckland.

MacFarland, C.G., Villa, J., Toro, B., 1974. The Galápagos giant tortoises (*Geochelone elephantopus*) Part I: Status of the surviving populations. *Biological Conservation* 6, 118-133.

Maron, J.L., Estes, J.A., Croll, D.A., Banner, E.M., Elmendorf, S.C., Buckelew, S.L., 2006. An introduced predator alters Aleutian island plant communities by thwarting nutrient subsidies. *Ecological Monographs* 76, 3-24.

McChesney, G., Tershy, B., 1998. History and status of introduced mammals and impacts to breeding seabirds on the California Channel and northwestern Baja California Islands. *Colonial Waterbirds* 21, 335-347.

Meads, M.J., Walker, K.J., Elliot, G.P., 1984. Status, conservation, and management of the land snails of the genus *Powelliphanta* (Mollusca: Pulmonata). *New Zealand Journal of Zoology* 11, 277-306.

Medina, F.M., Bonnaud, E., Vidal, E., Tershy, B.R., Zavaleta, E.S., Josh Donlan, C., Keitt, B.S., Corre, M., Horwath, S.V., Nogales, M., 2011. A global review of the impacts of invasive cats on island endangered vertebrates. *Global Change Biology* 17, 3503-3510 + supplemental material.

Melink, E. 1992. The status of *Neotoma anthonyi* (Rodentia, Muridae, Cricetinae) of Todos Santos Islands, Baja California, Mexico. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences* 91:137-140.

Mitchell, N., R. Haeffner, V. Veer, M. Fulford-Gardner, W. Clerveaux, C. R. Veitch, and G. Mitchell. 2002. Cat eradication and the restoration of endangered inguanas (*Cyclura carinata*) on Long Cay, Caicos Bank, Turks and Caicos Islands, British West Indies. Páginas 206-212 *en* C. R. Veitch and M. N. Clout editors. *Turning the tide: the eradication of invasive species*. World Conservation Union, Gland, Switzerland.

Moller, A.P., 1983. Damage by rats *Rattus norvegicus* to breeding birds on Danish islands. *Biological Conservation* 25, 5-18.

Moors, P., Atkinson, I., 1984. Predation on seabirds by introduced animals, and factors affecting its severity, In Conservation of Island Birds. ed. P.J. Moors, pp. 667-690.

Navarrete, S., Castilla, J., 1993. Predation by Norway rats in the intertidal zone of central Chile. Marine Ecology Progress Series 92, 187-199.

Nogales, M., Martin, A., Tershy, B.R., Donlan, C.J., Veitch, D., Puerta, N., Wood, B., Alonso, J., 2004. A review of feral cat eradication on islands. Conservation Biology 18, 310-319.

Ortiz-Catedral, L., Ismar, S.M.H., Baird, K., Brunton, D.H., Hauber, M.E., 2009. Recolonization of Raoul Island by Kermadec Red-crowned Parakeets *Cyanoramphus novaezelandiae cyanurus* after eradication of invasive predators, Kermadec Islands archipelago, New Zealand. Conservation Evidence 6, 26-30.

Parham, J.F., 2008. Rediscovery of an "extinct" Galápagos tortoise. Proceedings of the National Academy of Sciences 105, 15227-15228.

Parkes, J., Fisher, P., Forrester, G., 2011. Diagnosing the cause of failure to eradicate introduced rodents on islands: brodifacoum versus diphacinone and method of bait delivery. Conservation Evidence 8, 100-106.

Pascal, M., 1980. Structure et dynamique de la population de chats harets de l'archipel des Kerguelen. Mammalia 44, 161-182.

Patton, J. L., S. Y. Yang, P. Myers. 1975. Genetic and morphologic divergence among introduced rat populations (*Rattus rattus*) of the Galápagos Archipelago, Ecuador. Syst. Zool. 24:296-310.

Polis, G.A., Hurd, S.D., 1995. Extraordinarily high spider densities on islands: Flow of energy from the marine to terrestrial food webs and the absence of predation. Proceedings of the National Academy of Science 92, 4382-4386.

Primus, T., Wright, G., Fisher, P., 2005. Accidental discharge of brodifacoum baits in a tidal marine environment: A case study. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 74:913-919

Pye, T., Swain, R., Seppelt, R., 1999. Distribution and habitat use of the feral black rat (*Rattus rattus*) on subantarctic Macquarie Island. Journal of Zoology 247, 429-438.

Pyle, R.L., Pyle, P., 2009. The Birds of the Hawaiian Islands: Occurrence, History, Distribution, and Status. B.P. Bishop Museum, Honolulu, HI, U.S.A.

Ratcliffe, N., Bell, M., Pelembe, T., Boyle, D., Benjamin, R., White, R., Goodley, B., Stevenson, J., and S. Sanders. 2010. The eradication of feral cats from Ascension Island and its subsequent recolonization by seabirds. Oryx, 44, pp 20-29.

Smith, J.E., Shaw, M., R, A., Edwards, Obura, D., Pantos, O., Sala, E., Sandin, S.A., Smirga, S., Hatay, M., Rohwer, F.L., 2006. Indirect effects of algae on coral: algae-mediated, microbe-induced coral mortality. Ecology Letters 9, 835-845.

Snow, B.K., Snow, D.W., 1969. Observations on the Lava Gull *Larus fuliginosus*. Ibis 111, 30-35.

- Steadman, D.W., 1986. Holocene vertebrate fossils from Isla Floreana, Galápagos, Ecuador. *Smithsonian Contributions to Zoology* 413, 1-104. I-IV.
- Steinfurth, A., and G. Merlen. 2005. Predación de gatos salvajes (*Felis catus*) sobre el pingüino de Galápagos (*Spheniscus mendiculus*) en Caleta Iguana, Isla Isabela. Reporte a la Estación Científica Charles Darwin y al Servicio Parque Nacional Galápagos. Estación Científica Charles Darwin, Puerto Ayora, Isla Santa Cruz, Galápagos, pp. 1–8.
- Tershy, B. R., C. J. Donlan, B. S. Keitt, D. A. Croll, J. A. Sanchez, B. Wood, M. A. Hermsillo, G. R. Howald, and N. Biavaschi. 2002. Island conservation in north-west Mexico: a conservation model integrating research, education and exotic mammal eradication. Páginas 293-300 *en* C. R. Veitch and M. N. Clout, editors, *Turning the Tide: the eradication of invasive species*. World Conservation Union, Gland, Switzerland.
- Thibault, J.-C., 1995. Effect of predation by the black rat *Rattus rattus* on the breeding success of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* in Corsica. *Marine Ornithology* 23, 1-10.
- Tomich, P., 1986. *Mammals in Hawai'i*, 2nd edn. Bishop Museum Press, Honolulu, HI.
- Towns, D., 1991. Response of lizard assemblages in the Mercury Islands, New Zealand, to removal of an introduced rodent, the kiore (*Rattus exulans*). *Journal of the Royal Society of New Zealand* 21, 119-136.
- Towns, D., 1994. The role of ecological restoration in the conservation of Whitaker's skink (*Cyclodina whitakeri*), a rare New Zealand lizard (Lacertillia: Scincidae). *New Zealand Journal of Zoology* 21, 457-471.
- Towns, D., Atkinson, I., Daugherty, C., 2006. Have the harmful effects of introduced rats on islands been exaggerated? *Biological Invasions* 8, 863-891.
- Towns, D., Broome, K., 2003. From small Maria to massive Campbell: forty years of rat eradications from New Zealand islands. *New Zealand Journal of Zoology* 30, 377-398.
- Towns, D., Parrish, G., Tyrell, C., Ussher, G., Cree, A., Newman, D., Whitaker, A., Westbrooke, I., 2007. Responses of Tuatara (*Sphenodon punctatus*) to removal of introduced Pacific rats from islands. *Conservation Biology* 21, 1021-1031.
- Towns, D., Wardle, D., Mulder, C., Yeates, G., Fitzgerald, B., Parish, G., Bellingham, P., Bonner, K., 2009. Predation of seabirds by invasive rats: multiple indirect consequences for invertebrate communities. *Oikos* 118, 420-430.
- Tye, A., 2007. La flora endémica de Galápagos: aumentan las especies amenazadas, *En Informe Galápagos 2006-2007*. pp. 101-107. Parque Nacional Galápagos, Fundación Charles Darwin, Instituto Nacional Galápagos, Puerto Ayora, Galápagos.
- United States Environmental Protection Agency, 1998. Reregistration Eligibility Decision (RED) Rodenticide Cluster. Prevention, Pesticides and Toxic Substances (7508W). EPA 738-R-98-007

- Van Aarde, R.J., 1980. The diet and feeding behaviour of feral cats, *Felis catus* at Marion Island. S. Afr. Tydskr. Natuurnav. 10, 123-127.
- Vargas, F.H., Harrison, S., Rea, S., Macdonald, D.W., 2006. Biological effects of El Niño on the Galápagos penguin. Biological Conservation 127, 107-114.
- Veitch, C. R. 2001. The eradication of feral cats (*Felis catus*) from Little Barrier Island, New Zealand. New Zealand Journal of Zoology 28:1-12
- Veitch, C.R., 1985. Methods of eradicating feral cats from the offshore islands in New Zealand, *En Conservation of island birds: case studies for the management of threatened island birds.* ed. P.J. Moors, pp. 125-142. International Council for Bird Preservation, Cambridge.
- Wegmann, A. S. 2009. Limitations to tree seedling recruitment at Palmyra Atoll. University of Hawaii, Honolulu.
- Weldon, G., Fairweather, A., and P. Fisher. 2011. Brodifacoum pesticide information review. Department of Conservation, New Zealand DOCIM-25436
- Whitaker, A.H., 1973. Lizard populations on islands with and without Polynesian rats *Rattus exulans* (Peale). Proceedings of the New Zealand Ecological Society 20, 121-130.
- Whittaker, R.J., 1998. Island biogeography: ecology, evolution, and conservation. Oxford University Press, Oxford; New York.
- Whitworth, D.L., Carter, H.R., Young, R.J., Koepke, J.S., Gress, F., Fangman, S., 2005. Initial recovery of Xantus's murrelets following rat eradication on Anacapa Island, California. Marine Ornithology 33, 131-137.
- Wilcockson, R., 2009. Floreana Island feral cat eradication program; aerial baiting, technical report, p. 13. The Aeroplane Company, Western Australia, Perth.
- World Health Organization, 1995. Anticoagulant rodenticides. Environmental Health Criteria 175, p.121. Geneva, Switzerland.
- Wolf, S., 2002. The relative status and conservation of island breeding seabirds in California and Northwest Mexico, *En Marine Sciences.* p. 79. UCSC, Santa Cruz.
- Woram, J.M., 1989. Galápagos island names. Noticias de Galápagos 48, 22-32.
- Young, H., D. McCauley, R. Dunbar, and R. Dirzo. 2010. Plants cause ecosystem nutrient depletion via the interruption of bird derived spatial subsidies. Proceedings of the National Academy of Science **107**:2072-2077.
- Zavaleta, E.S., Hobbs, R.J., Mooney, H.A., 2001. Viewing invasive species removal in a whole-ecosystem context. Trends in Ecology & Evolution 16, 454-459.

APÉNDICES

Apéndice A – Vertebrados de la Isla Floreana

Tabla A. Aves marinas que anidan en Floreana. † indica si es endémico al archipiélago.

Nombre	Nombre
Petrel de Galápagos, <i>Pterodroma phaeopygia</i> †	Piquero de patas azules, <i>Sula nebouxii</i>
Pingüino de Galápagos, <i>Spheniscus mendiculus</i> †	Piquero de Nazca, <i>Sula granti</i>
Golondrina de tormenta de Madeira, <i>Oceanodroma castro</i>	Pájaro tropical, <i>Phaethon aethereus</i>
Pufino de Galápagos, <i>Puffinus subalaris</i> †	Gaviota de cola bifurcada, <i>Creagrus furcatus</i> †
Pelícano café, <i>Pelicanus occidentalis</i>	Gaviotín cabeza blanca, <i>Anous stolidus</i>
Fragata real, <i>Fregata magnificens</i>	

Tabla B. Extinciones y extirpaciones de la isla Floreana. Una vez que los agentes de extinción, como gatos y roedores sean removidos, pudieran darse las reintroducciones de ocho o nueve especies extirpadas, cuatro o cinco de las cuales se consideran amenazadas globalmente.

Nombre	Estado
Pinzón de tierra de pico grande, <i>Geospiza magnirostris</i>	Extirpado, endémico al archipiélago.
Pinzón de árbol de pico grande, <i>Camarhynchus psittacula</i>	Extirpado, endémico al archipiélago (S. Kleindorfer pers. com., 2013).
Pinzón canario, <i>Certhidea olivacea</i>	Extirpado, endémico al archipiélago.
Gaviota de lava, <i>Larus fuliginosus</i>	Extirpado, endémico al archipiélago.
Pinzón de tierra de pico agudo, <i>Geospiza difficilis (nebulosa)</i>	Extirpado, endémico al archipiélago.
Cucuve de Floreana, <i>Mimus trifasciatus</i>	Extirpado, endémico a Floreana y a sus islas satélites, sobrevive en pequeñas islas satélites en números bajos.
Pájaro brujo, <i>Pyrocephalus rubinus</i>	Extirpado.
Lechuza blanca, <i>Tyto alba punctatissima</i>	Extirpado, subespecie endémica al archipiélago.

Gavilán de Galápagos, <i>Buteo galapagoensis</i>	Extirpado, endémico al archipiélago.
Culebra de Galápagos, <i>Alsophis biserialis</i>	Extirpado, endémico al archipiélago.
Tortuga gigante de Floreana, <i>Chelonoidis elephantopus</i>	Considerada extinta hasta recientemente, endémica a la isla. La genética de las tortugas de Floreana ha sido encontrada hace poco dentro de la población de tortugas del volcán Wolf (Parham 2008) y en cautiverio en la isla Santa Cruz (Wacho Tapia pers. com.). Ahora se están reproduciendo individuos en el centro de crianza de la isla Santa Cruz y las tortuguitas están dando sus primeros pasos allí.
<i>Sicyos villosa</i>	Extinta, planta endémica a la isla.
<i>Dellila inelegans</i>	Extinta, planta endémica a la isla.

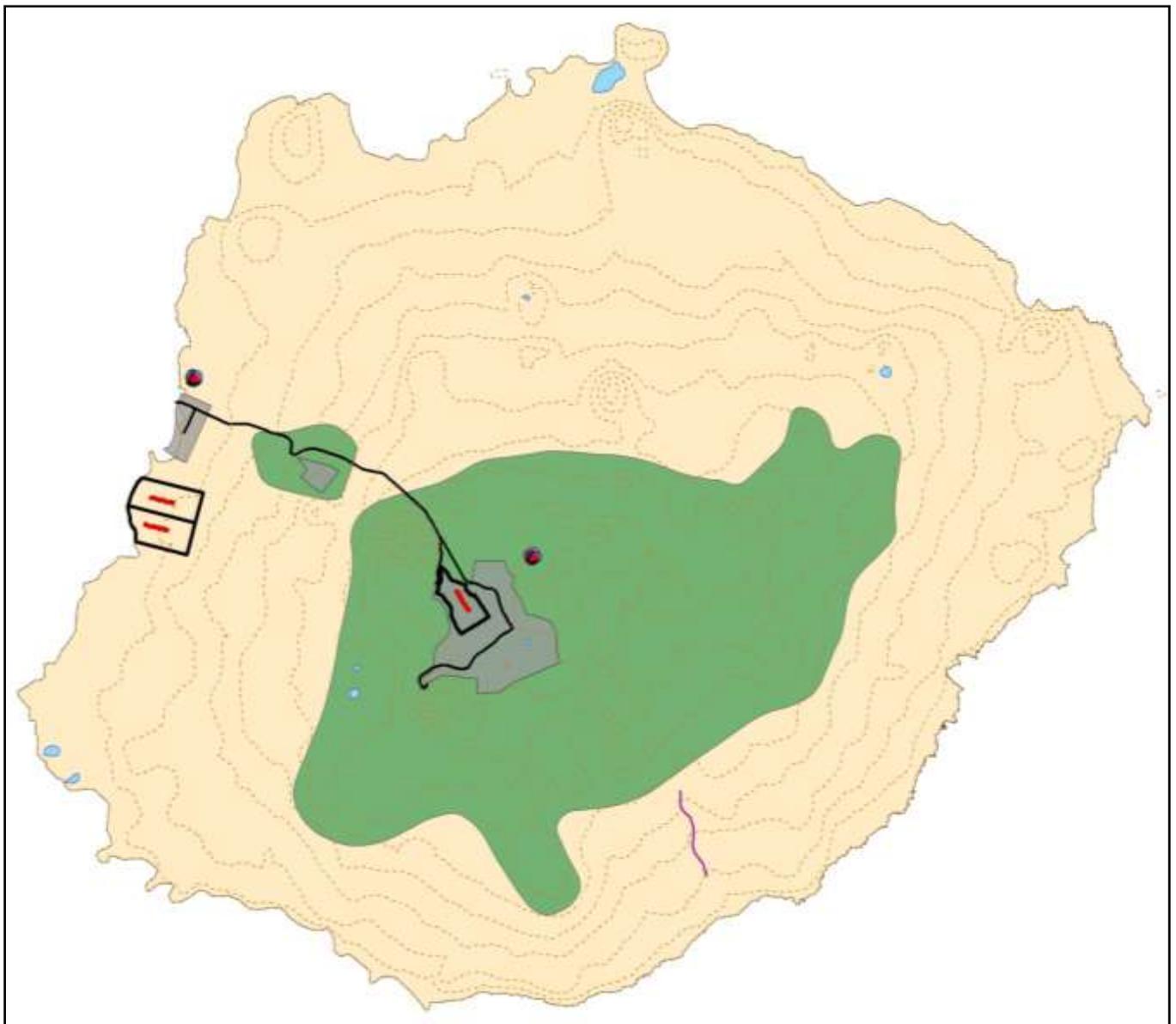
Fuente: (Grant *et al.* 2005; Steadman 1986; Tye 2007)

Apéndice B – Reporte de la Disponibilidad del Cebo en Floreana y del Trampeo de Gatos

Reporte de Viaje: Isla Floreana 2012

Wesley Jolley

Introducción



El personal de Island Conservation estuvo en la isla Floreana, Galápagos, Ecuador, desde el 06 de noviembre hasta el 19 de diciembre, 2012. El objetivo primario durante este tiempo fue evaluar las tasas de disponibilidad del cebo a través del tiempo después de una dispersión aérea de bolitas de

cebo con cereal. Este trabajo es preliminar a la erradicación de ratas, ratones y gatos ferales de la isla. Los objetivos secundarios incluyeron atrapar a ratas y ratones dentro y fuera de las áreas cebadas, trabajar junto y entrenar a contratados locales, explorar la isla y hacer mapas de caminos con miras hacia un trabajo futuro, marcar puntos de calibración para crear mapas precisos, buscar al pachay de Galápagos y determinar los métodos para el trampeo de gatos.

Para especies de roedores por lo general se utilizan dos aplicaciones de cebo con helicóptero, entre 7-14 días aparte. La tasa del cebado está diseñada para tener cebo disponible por lo menos por cuatro noches después de la primera aplicación. En erradicaciones dirigidas a ratas y ratones a menudo se usa una tercera aplicación. La prueba en Floreana estuvo diseñada para probar una estrategia de erradicación de ratas y ratones usando dos aplicaciones de cebo. Dado el gran tamaño de la isla, la potencial exclusión de una tercera dispersión aérea para evitar la siembra de cebo a una tasa innecesariamente alta, significaría un gran ahorro para el presupuesto del proyecto.

Inicialmente esperábamos que no se pudiera descubrir ratones en la presencia de ratas y que evidenciaríamos un incremento en su detección y consumo de cebo después del golpe inicial a la población de ratas. El nivel de impacto inter-específico y respuesta (si la hubiera) de la aplicación inicial del cebado eran desconocidos, pero los datos recogidos durante esta prueba nos permitirán tomar decisiones estratégicas para la erradicación.

La prueba en la isla Floreana fue diseñada para que ocurra al mismo tiempo que la operación en Pinzón para permitirnos compartir los recursos. La prueba de Floreana dependía del uso de un helicóptero para dispersar aéreamente el cebo tóxico sobre un área lo bastante grande para asegurarnos la inmigración dentro de la zona cebada. Se diseñaron dos estrategias alternativas para la segunda aplicación; una, usando el helicóptero y otra, dispersando a mano. Por último se utilizó el helicóptero para la segunda aplicación lo que redujo la complejidad para el equipo de campo de Floreana y contribuyó a mantener la consistencia para la recolección de datos durante las dos aplicaciones.

La meta de este documento es proveer un registro resumido de lo que se hizo y de lo que ocurrió. Los conjuntos de datos y otros registros relevantes se guardarán en el servidor de IC y estarán disponibles para futuros análisis o para ayudar a otros proyectos.

Descripción de la Isla

La isla Floreana es una isla volcánica de 17.200 hectáreas, localizada en las islas Galápagos. La isla tiene dos zonas distintas, la parte baja seca y la parte alta húmeda. La parte baja está ampliamente cubierta por gruesos arbustos que se ven cruzados en algunos lugares por campos abiertos de lava. La parte alta cuenta con mucha vegetación y es verde todo el año, recibiendo humedad diariamente. Una gran porción del área de la parte alta se usa para agricultura, tanto para labores agrícolas como para pastizales para vacas y cerdos.

Un solo camino corre desde el pueblo en el borde oeste de la isla hacia la parte alta. Un sendero "oficial" abierto va desde la parte alta hasta el norte de Bahía del Correo. Una tubería de agua corre desde cerca de los corrales de tortugas pasando por los tanques de agua y de regreso al pueblo, el área aledaña a la tubería está desbrozada y es fácil de caminar, pero no es útil para bicicletas o

vehículos. Una serie de senderos de ganado permite el acceso a algunas otras partes adicionales de la parte alta. En general, la vasta mayoría de la isla no es accesible.

Métodos

Disponibilidad del cebo

Elegimos las ubicaciones de nuestras 100 ha de áreas cebadas antes de arribar a la isla Floreana. Se designaron cuatro áreas posibles de trabajo y nuestro primer objetivo fue elegir la mejor localidad en la parte baja y la mejor en la parte alta. El lugar preferido en la parte baja mostró ser satisfactorio para nuestro trabajo, pero pronto nos dimos cuenta que ganado particular y “feral” estaba utilizando ambos lotes designados en la parte alta y la mayoría de la superficie de la parte alta que pertenece al Parque Nacional. Investigamos la construcción de una cerca alrededor de nuestro lote preferido y remover al ganado, pero logísticamente fue imposible. Ultimadamente movimos nuestra localidad de la parte alta a un pastizal/área agrícola de 50 ha que tenía una cerca.

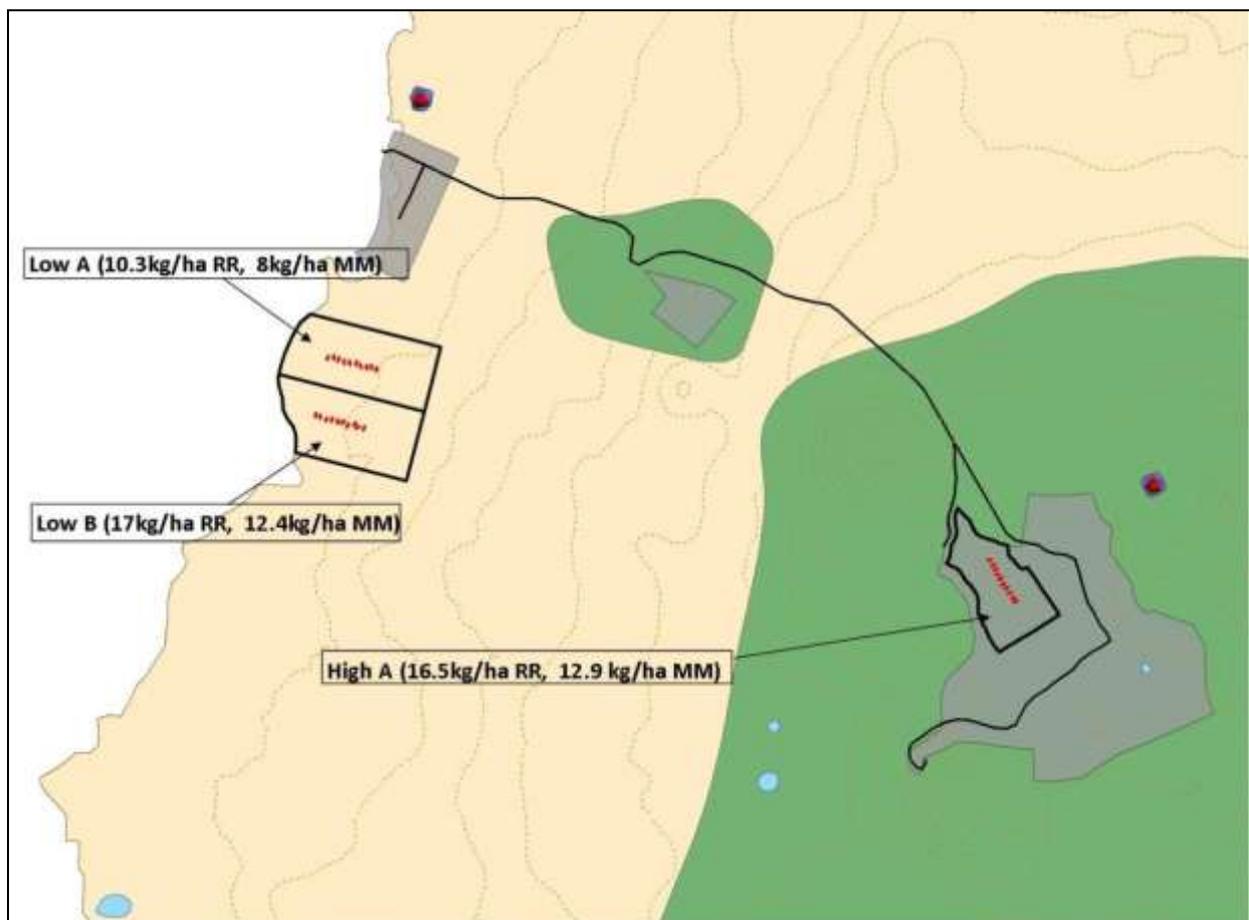


Figura 1. Áreas donde se aplicó el cebo

En la figura: Baja
 Baja
 Alta

Cada uno de los lotes originales de 100 ha iba a ser dividido en la mitad para permitirnos probar dos estimaciones en cada lote. Decidimos continuar adelante probando dos tasas en la parte baja, pero solo una tasa en la parte alta. Instalamos un total de 30 cebos disponibles monitoreando los transeptos, 10 en cada mitad de la parte baja y 10 en el lote de la parte alta. Los transeptos de 25mx1m transcurrían casi paralelos uno al otro y estaban espaciados a 40 m. La línea de los transeptos corría por la mitad de cada uno, brindando un amortiguamiento de casi 200 metros o más entre cada transepto y el borde del área cebada. Los transeptos fueron medidos y marcados con cintas ondulantes. Banderas con alfiler para marcar el cebo, una trampa para ratones y una trampa para ratas fueron colocadas en cada transepto.

Primera aplicación

La primera aplicación ocurrió el 18 de noviembre. Todas las áreas fueron cebadas con 2,3 gramos de bolitas de Conservation 25 D, teñidas de azul. Una mitad del lote de la parte baja (Baja A) fue cebada a 10,3kg/ha y la otra mitad (Baja B) a 17 kg/ha; el lote de la parte alta (Alta A) fue cebado a 16,5 kg/ha. Después de recibir una tasa de cebado exacta del equipo de cebado, calculamos el número de bolitas que necesitaban ser marcadas y monitoreadas en cada transepto. Marcamos y monitoreamos 11 bolitas en Baja A y 18 bolitas en Baja B y Alta A. El personal de campo se aseguró que el número apropiado de bolitas fuera marcado en cada transepto y las bolitas fueron movidas dentro o fuera de los transeptos para garantizar que la cantidad exacta había sido marcada.

Segunda aplicación

La segunda aplicación ocurrió el 03 de diciembre y todas las áreas fueron cebadas con 1,1 gramos de bolitas de cebo inerte, teñido de azul. Baja A fue cebada a 8kg/ha y Baja B a 12,4 kg/ha; Alta A fue cebada a 12,9 kg/ha. Marcamos y monitoreamos 18 bolitas en Baja A, 28 en Baja B y 29 en Alta A.

El cebo fue chequeado y las bolitas fueron contadas diariamente por diez días después de la primera aplicación. El cebo fue luego chequeado pasando un día hasta la segunda aplicación (en el día 15). Todas las banderas que señalaban bolitas de 2,3 g fueron marcadas con una "X" antes de la segunda aplicación para permitirnos continuar monitoreando ambos tipos de bolitas simultáneamente. Todos los cebos se chequearon diariamente por otros diez días después de la segunda aplicación y fueron chequeados pasando un día hasta que el personal de Island Conservation dejó la isla el 19 de diciembre.

Trampeo de roedores

El trampeo de ratas y ratones ocurrió en tres escenarios: trampeo en el área cebada, cuadrículas de trampas en áreas que no habían sido cebadas y trampeo misceláneo alrededor de las fincas y en el pueblo para recoger muestras de ADN. Las trampas Tomahawk y Sherman de Island Conservation quedaron detenidas en la aduana de manera que nos vimos forzados a usar las trampas que el Parque tenía a mano. Nos enviaron cuatro tipos de trampas para roedores: trampas Tomahawk y tres tamaños de trampas plegables similares al estilo Sherman, pero cuyo fabricante era desconocido. Se contaron los tipos de trampas pero las trampas no fueron medidas, la tabla 1 muestra la cantidad y la mejor estimación del tamaño de las trampas usadas; para este documento las trampas plegables estilo Sherman serán referidas como pequeñas, medianas y grandes. Las trampas Tomahawk solo podían

capturar ratas (los ratones podían escapar), las trampas plegables pequeñas podían solo capturar ratones (o en teoría, ratas inmaduras), las trampas plegables medianas y grandes podían capturar tanto ratas como ratones, pero tampoco eran ideales para capturar. Todas las trampas se cebaron con mantequilla de maní adquirida en Ecuador que vino en fundas y fueron de una consistencia que nos permitió fácilmente enrollarlas en bolas y colocarlas en las trampas. (Maní marca La Cena, pequeña funda plástica con una etiqueta verde y amarilla, con un chef en ella, recomendado para viajes futuros).

Tipo de trampa	Trampa plegable para roedores (pequeña)	Trampa plegable para roedores (mediana)	Trampa plegable para roedores (grande)	Tomahawk 201
Dimensiones (AnxAlxL) en pulgadas	2" x 2.5" x 6.5"	3" x 3.5" x 9"	3" x 3.5" x 12"	5.5" x 5" x 16"
# en área cebada de la parte alta	10	0	5	5
# en área cebada de la parte baja, norte	9	1	5	5
# en área cebada de la parte baja, sur	10	0	5	5
# en cuadrículas trampeadas en la parte alta	14	30	4	1
# en cuadrículas trampeadas en la parte baja	25	12	1	12
Total	68	43	20	28

Tabla 1. Cantidad del tamaño y tipo de cada trampa usada en cada área.

Registramos datos morfométricos básicos (especie, sexo, estado reproductivo y peso) así como algunas medidas estándares para museos (largo total, longitud de la cola, longitud de las patas traseras y tamaño de las orejas) para cada roedor atrapado.

Se tomaron dos trozos de cola de cada roedor al que se le había aplicado eutanasia, una muestra fue entregada al Parque Nacional Galápagos y otra a Island Conservation. Enviamos nuestras muestras de rata a Ecogene en Nueva Zelandia y nuestras muestras de ratones al laboratorio genético de la Universidad de Carolina del Norte. Las muestras se enviaron a dos localidades diferentes porque tenemos un acuerdo con el laboratorio de UCN que trabaja en innovaciones futuras, en lo referente a la erradicación de ratones, pero el laboratorio no estuvo interesado en guardar ni procesar nuestras muestras de ratas. Recolectamos ADN de 48 ratas y 49 ratones.

Trampeo en transeptos

Una pequeña trampa plegable y una de las otras trampas se colocó en cada transepto disponible. Las trampas se abrieron por dos noches antes de que se aplicara el cebado. El trampeo se detuvo después

de observar una alta tasa de mortalidad en los animales atrapados debido al calor o al ataque de hormigas. El trampeo se reinició tres noches después de la primera aplicación y continuó por siete noches, una segunda semana de trampeo empezó tres noches después de la segunda aplicación.

Todos los animales capturados en las áreas cebadas antes de la segunda aplicación fueron marcados y liberados, para así no reducir el número de consumidores en el lote. Los animales atrapados después de la aplicación del cebo fueron revisados para tener evidencia del consumo del cebo, como tener una coloración azul alrededor de la boca o el ano, heces azules en la trampa o que denotaran un comportamiento como si estuviesen envenenados. Después de la segunda aplicación, los animales que mostraron señales del consumo del cebo recibieron eutanasia para simular su muerte después de consumir un cebo tóxico.

Cuadrículas de trampeo fuera de las áreas cebadas

Ratas y ratones fueron atrapados en dos cuadrículas fuera del área cebada. Cada cuadrícula consistía de trampas de 5x5 para ratas espaciadas cada 20 metros y una cuadrícula más pequeña de 5x5 con trampas para ratones espaciadas a 10 metros, con las dos cuadrículas compartiendo un punto central. La cuadrícula de la parte alta tenía hierbas con árboles de guayaba (*Psidium guajava*) justo dentro del borde del Parque que era similar al área de pastizal que fue cebado. La cuadrícula de la parte baja estaba justo al norte del pueblo y cerca de las áreas cebadas en la parte baja. A todos los animales atrapados en las cuadrículas cebadas se les aplicó eutanasia.

Las trampas en la cuadrícula de la parte alta fueron abiertas el 14 de noviembre y la cuadrícula de la parte baja fue abierta el 19 de noviembre. Se detuvo el trampeo en las cuadrículas el 26 de noviembre porque sentimos que ya habíamos aprendido lo que esperábamos de la prueba y que había necesidad de las trampas pequeñas estilo Sherman en viajes de confirmación a otras islas.

Otros trampeos

Después que se detuvieran las cuadrículas cebadas usamos las trampas Tomahawk extras para enfocarnos en las ratas en la zona agrícola y en el pueblo. El trampeo adicional no fue documentado al detalle y las trampas fueron colocadas esporádicamente o movidas cuando no capturaban ratas. El único propósito de este trampeo fue recoger muestras adicionales de AND.

Cámaras

Lapso de tiempo

Usamos trampas con cámara para detectar a los roedores e identificar a los consumidores de cebo y cuerpos muertos. Se montaron cuatro cámaras con lapsos de tiempo y se tomó una foto cada minuto desde las 6 pm hasta las 6 am cada noche. Los disparadores de movimiento estuvieron activos las 24 horas del día y tomaron el juego estándar de 3 fotos después de dispararse. Se colocaron tres cámaras con lapsos de tiempo a disposición de los transeptos y fueron usadas para obtener un índice de la detección de roedores antes y después de que se aplicara el cebo. Se colocó una cámara en la caja de degradación del cebo para observar a consumidores potenciales y cuánto esfuerzo ponían los animales en tratar de ganar acceso al cebo en la caja.

Las cámaras que no funcionaban bien o que no recogían información relevante fueron movidas o usadas para otro propósito. Por ejemplo, la cámara con lapso de tiempo en la caja de degradación fue movida a la parte baja y colocada en una pila de cebo fuera del área cebada para identificar qué invertebrados estaban consumiendo el cebo.

Restos y acumulación del cebo

Se colocó una cámara en los restos de una gallina en la parte alta y otra se ubicó en restos de ratas en la parte baja. El propósito de esta acción era monitorear qué vertebrados grandes, como gatos y lechuzas, consumían los cuerpos muertos. Dos cámaras más, una en la parte alta y otra en la parte baja, se colocaron sobre pequeñas pilas de cebo dentro del área cebada pero lejos de los transeptos disponibles para monitorear a los consumidores.

Degradación

Degradación del cebo

Se examinó la degradación del cebo colocando diez bolitas de 2,3 gramos en cajas de 5mm hechas con malla. Una caja de degradación del cebo se ubicó en la parte baja y dos se ubicaron en la parte alta. Una caja de la parte alta fue específicamente puesta junto a dos hormigueros para monitorear el efecto que las hormigas tuvieran sobre el cebo. Las otras dos cajas se pusieron en lugares donde parecía que las hormigas no las estuvieran usando regularmente.

El cebo se chequeó a menudo, usualmente pasando un día. El equipo de campo anotó el número de bolitas remanente, la escala de puntuación de Craddock (ver apéndice 2) y una descripción general de las bolitas enfocada en qué (si algo) estaba consumiendo el cebo y cómo éste había cambiado desde la última revisión.

Degradación de los cuerpos muertos

Los restos de las gallinas y las ratas se colocaron al aire libre y en cajas de degradación en la parte baja y en la parte alta. Un cadáver de gallina no se colocó al aire libre en la parte baja porque no fuimos capaces de surtirnos con cuatro animales. Las revisiones se hicieron regularmente, usualmente pasando un día. El observador anotaba si el animal era una fuente potencial de alimento para los animales más grandes de la isla (gatos, perros, lechuzas), la condición general del cadáver y qué había pasado desde el último chequeo.

Todas las cajas de degradación se aseguraron firmemente al suelo con concreto o clavos insertados en la roca. Las tapas se aseguraron con ataduras re-usables para permitir sacar la tapa para fotografías o ver mejor lo que estaba ocurriendo. Los restos que yacían al aire libre se ataron con alambre a una planta, roca o estaca cercanas.

No-objetivos y otras observaciones

Se registraron observaciones sobre detalles como la evidencia del consumo del cebo por objetivos y no-objetivos, y las mortalidades de posibles objetivos y no-objetivos a lo largo del estudio.

Caracoles

Brindamos asistencia a Christine Parent y Penny Fisher en la prueba de las tasas de existencia de los caracoles endémicos expuestos a las varias formulaciones del cebo. Se colectaron cien individuos de *Naesiotus unifasciatus* en Cerro Pajas y se dividieron en cuatro grupos. Cada grupo se subdividió y guardó en 5 recipientes Tupperware con cinco caracoles por recipiente. Todos los recipientes tenían un toallita húmeda Kimwipe, ramitas y hojarasca del sitio de colección, y fueron cubiertos con protector plástico sujetado con una liga de goma. Un grupo de 25 caracoles actuaron como control y se colocó una bolita de cebo en cada recipiente para los otros tres grupos. Se probaron tres fórmulas: bolitas con brodifaco y tinte azul, bolitas inertes con tinte azul y bolitas inertes con un biomarcador de piranina.

Los caracoles se mantuvieron en un edificio de oficinas abandonado cerca de la oficina del Parque. Todos los recipientes se pusieron sobre un escritorio grande que prevenía la interferencia de roedores. Se rociaban los caracoles con agua y se los contaba dos veces al día. Se registró el número de caracoles activos, en estado de estivación y muertos. A los caracoles muertos se los puso en un pequeño contenedor de vidrio y se los congeló para pruebas posteriores. Los caracoles expuestos al cebo inerte fueron monitoreados por diez días y luego devueltos a Cerro Pajas. Los caracoles del grupo de control expuestos al cebo tóxico fueron monitoreados por 21 días antes de ser congelados y almacenados para probar residuos de brodifaco.

Un reporte detallado o publicación sobre el trabajo con los caracoles será escrito por separado.

Sondeos del pachay

El pachay de Galápagos (*Laterallus spilonotus*) se encuentra en las húmedas partes altas por todo Galápagos. Los sondeos por Rosenberg (1990) en 1986-87 fracasaron en detectar al pachay en Floreana, pero éste ha sido subsecuentemente detectado en la isla. Intentamos establecer una distribución general del pachay conversando con los locales sobre avistamientos, registrando detecciones accidentales y realizando sondeos puntuales similares a los de Rosenberg en 1990. Nuestros métodos no fueron altamente rigurosos y no proveen un censo o estimado del tamaño poblacional.

El equipo de campo se sentaba en silencio en cada punto de sondeo por cinco minutos antes de iniciar el sondeo. Se registró el porcentaje de la cobertura vegetal alta y baja en un radio de 25 metros y el tipo general del hábitat. Una llamada del pachay de Galápagos estaba grabada en los celulares y fue reproducida por el personal de campo por quince segundos en todas las direcciones (adelante, atrás, izquierda y derecha). El teléfono celular se mantuvo aproximadamente a 3 pies del suelo para extender el rango en el cual la llamada pudiera ser oída. Después de reproducir la llamada, los observadores escuchaban por dos minutos por alguna respuesta del pachay. Cualquier llamada de pachay escuchada durante la reproducción del sonido o período de espera de dos minutos fue registrada.

Los puntos de sondeo estaban en tres diferentes espacios, lo que nos permitía ajustar el balance entre cubrir una gran área y sondear hábitats probables más intensamente. Se sondeó el perímetro completo de la zona agrícola de la parte alta con los puntos espaciados cada 300 metros. Cada lote

del perímetro consistía de 50% zona agrícola y 50% área de parque. Algunos senderos del PNG fueron sondeados en puntos espaciados cada 100 metros. La zona agrícola, específicamente la finca de Claudio Cruz, fue sondeada a intervalos de 40-50 metros.

Se tomaron diez puntos de sondeo en pastizales de la parte alta adonde se había aplicado el cebo aproximadamente 20 días después y cinco días después de que el cebo no tóxico fuera aplicado. Cinco lotes perimetrales adicionales fueron localizados en el borde del área cebada.

Se registraron ubicaciones para el pachay en base a conversaciones con los locales, así como por observaciones incidentales. Ninguna observación incidental fue registrada antes del inicio de nuestros esfuerzos por detectar al pachay de Galápagos.

Trampeo de gatos

Rory Stansbury visitó la isla Floreana para capturar gatos durante el operativo en Pinzón. Él se enfocó en el área de la costa al norte del pueblo, alrededor del centro de reciclaje, a lo largo del camino que lleva a la parte alta y cerca de una propiedad que se conoce como Las Palmas, que está a medio camino entre el pueblo y la parte alta. Stansbury se concentró primariamente en la utilización de trampas atrapa-patas y cepos.

Wes Jolley y tres contratados locales continuaron con el trampeo iniciando el 09 de diciembre. La meta principal era que Jolley refresque sus habilidades en el trampeo y que entrenara a los contratados locales en el uso de trampas atrapa-patas. Se colocaron cuatro trampas atrapa-patas en la parte alta a lo largo de la tubería que lleva el agua de la fuente al pueblo. Cuatro trampas más se ubicaron cerca del botadero y del centro de reciclaje. Todas las localidades se escogieron porque eran de fácil acceso, probablemente tenían gatos, y no eran frecuentemente visitadas por gente que pudiera tener perros con ellos. Se puso una trampa Conibear por la tubería para comenzar a adquirir práctica en el uso de trampas mortales, cuyo uso no era acogido debido al riesgo de herir o matar a perros domésticos o ganado cerca de las áreas habitadas. A los contratados locales se les dio un entrenamiento adicional en el uso de las trampas Conibear y de los cepos, pero el interés fue principalmente el trampeo con las atrapa-patas.

Principalmente utilizamos un juego de trampa atrapa-patas “estándar” que incorporaba puntos de pinchaje, rocas de guía y ramas para pisar. Las trampas fueron inicialmente aromatizadas con un poco de aceite de sardinas enlatadas. Posteriormente se usó una mezcla de sardinas, aceite, heces y orina. A todos los gatos capturados se les aplicó eutanasia y se sacaron trozos de oreja para empezar a establecer un inventario de línea base del ADN de la población de la isla.

Resultados y Discusión

Disponibilidad del cebo

Bloque de Cebado	Tamaño de la bolita (g)	Tasa de Aplicación Inicial	Días hasta que el primer lote señaló cero	Días hasta que todos los lotes señalaron cero

Aplicación 1 Baja A (RR)	2.3	10.3	27	> 63
Aplicación 2 Baja A (MM)	1.1	8	21-28	>49
Aplicación 1 Baja B (RR)	2.3	17	14	> 63
Aplicación 2 Baja B (MM)	1.1	12.4	21-28	>49
Aplicación 1 Alta (RR)	2.3	16.5	8	15
Aplicación 2 Alta A (MM)	1.1	12.9	9	14-21

Tabla 2. Resumen de las tasas y tiempos de aplicación hasta que el primero y todos los lotes señalaron cero. Nótese que la aplicación 2 ocurrió 15 días después de la aplicación 1.

Las curvas de la disponibilidad del cebo para las seis combinaciones de tasas, localidad y tamaño del cebo se incluyen en el apéndice 1. El lote de la parte alta fue la única área que alcanzó disponibilidad cero antes de la segunda aplicación, a pesar de que un transepto en la mitad sur del lote de la parte baja tuvo cero antes de la segunda aplicación (tabla 2). El tiempo para alcanzar disponibilidad cero, tanto en un solo lote o en todos, se vio afectado en los lotes de la parte baja por la segunda aplicación que ocurrió 15 días después de la primera. De igual forma, la disponibilidad después de la segunda aplicación en la parte baja se vio impactada por la presencia de cebo remanente después de la primera aplicación. Los datos de la disponibilidad ayudarán a respaldar las decisiones sobre las tasas de aplicación y sus tiempos en la campaña de erradicación.

La disponibilidad del cebo en la parte alta fue probablemente afectada directa- o indirectamente por los altos niveles de humedad en la zona. Las gruesas hierbas mantenían la humedad e impedían que las bolitas se secaran. A través del tiempo observamos que las bolitas en el pasto alto se estaban enmohecendo y disolviendo en pilas sueltas de cebo que pueden haber contenido suficiente cebo como para matar a una rata, y los animales hubieran estado dispuestos a consumirlas porque no tenían que llevárselas lejos. El cebo húmedo y disuelto fue, por lo menos por lo que observamos, mucho más fácilmente consumido por pinzones e invertebrados lo que redujo el tiempo de disponibilidad del cebo.

No hicimos una comparación directa, pero una fórmula húmeda del cebo puede ser una mejor opción para la parte alta. La fórmula húmeda se desintegraría más lentamente en el pasto mojado y puede que no sea tan ávidamente comida por los pinzones, factores que podrían llevar a una siembra del cebo en una tasa menor en general. Es importante anotar que los pinzones pueden todavía comer las bolitas secas con avidez, pero el tiempo de manipulación parece ser más alto reduciendo la tasa general de consumo.

Trampeo de roedores

El uso de cuatro tipos diferentes de trampas complica el análisis de las tasas de trampeo. El problema es que las trampas estilo Sherman medianas y grandes podían cazar tanto ratas como ratones, pero no eran las ideales para cazar ninguno de los dos.

Como un ejemplo del sesgo de captura, la cuadrícula de trapeo en la parte alta tenía 25 trampas capaces de capturar ratas, doce de las cuales eran trampas Tomahawk. Se capturaron dieciséis ratas en esta área de trapeo, 15 de las cuales estaban en las trampas Tomahawk. El análisis observacional sugiere que los tipos de trampa no fueron equitativamente efectivos al capturar ratas. Es posible realizar comparaciones estadísticas de lo esperado versus las tasas actuales de captura de ratas por cada tipo de trampa, de ser necesarias en el futuro, pero probablemente no son apremiantes para informar sobre la estrategia operativa de la campaña de erradicación.

Ubicación del trapeo	Capturas la primera noche del trapeo		Capturas la segunda noche del trapeo		Total de las dos primeras noches de trapeo	
	Ratas	Ratones	Ratas	Ratones	Ratas	Ratones
Área cebada Baja A	3	2	2	2	5	4
Área cebada Baja B	4	3	2	2	6	5
Área cebada Alta A	3	0	1	2	4	2
Cuadrícula de trapeo de la parte alta	5	1	2	2	7	3
Cuadrícula de trapeo de la parte baja	0	5	0	11	0	16

Tabla 3. Capturas de ratas y ratones en las dos primeras noches de trapeo en cada área.

El descubrimiento importante al trampear roedores en la isla Floreana es que fuimos capaces de detectar ratones en la presencia de ratas (tabla 3), que no es lo que nos esperábamos y contradice los resultados de un estudio en la isla Santa Cruz (Harper y Cabrera 2009). Los datos no nos permiten cuantificar qué impacto, de existir, tiene la competencia inter-específica entre ratas y ratones al acceder al cebo. Sin embargo, la habilidad para detectar ratones en la presencia de ratas nos permite asumir que por lo menos una porción de la población de ratones tendrá acceso al cebo de inmediato.

Solo tres animales cayeron en las trampas en las áreas cebadas después de la aplicación del cebo. Dos ratas fueron atrapadas en la parte alta tres días después de la primera aplicación y ambas mostraron signos de envenenamiento y/o de haber consumido el cebo. Otra rata más se capturó diez días después de la segunda aplicación (25 días después de la primera aplicación) y no mostró signos de envenenamiento o de haber consumido el cebo. Es posible que una rata que originalmente viva en el área cebada no tenga acceso al cebo, pero el tamaño relativamente pequeño del área cebada junto con la súbita y concurrente reaparición de roedores en las trampas con cámara en el área cebada, indica con confianza que habría ocurrido una inmigración.

Las ratas y los ratones en la parte alta parecían estar en una mejor condición que los individuos de la parte baja. Se capturaron tres ratones preñados en la parte alta, por otro lado no detectamos evidencia que estuviera ocurriendo reproducción pero la posibilidad no puede ser descartada.

Cámaras

Lapso de tiempo

Las cámaras programadas con lapsos de tiempo no probaron ser una manera efectiva para hacer un índice de los animales antes y después de las aplicaciones del cebo porque las tasas de detección fueron muy bajas inclusive antes de que se botara el cebo. Sin embargo, la programación de lapso de tiempo nos permitió detectar animales de sangre fría como reptiles e invertebrados, y nos dio el conocimiento de posibles consumidores.

Cuerpos muertos

Se fotografió a un gato cerca del cadáver de una gallina en la parte alta, pero no investigó o consumió el cadáver específicamente. Se fotografiaron a dos gatos acercándose a los restos en la parte baja en dos ocasiones por separado, pero ninguno los consumió. Parece que los gatos oyeron o vieron la cámara en la parte baja porque miraron directamente al lente y se alejaron en ambas localidades. La cámara fue reposicionada más lejos y se colgaron dos restos frescos de ratas en un arbusto para prevenir que las hormigas los cubran, pero no se hicieron más detecciones.

Acumulación del cebo

Las cámaras colocadas en las pilas de cebo en la parte alta y en la parte baja capturaron evidencia de que los pinzones ávidamente consumirán el cebo. Cuando el controlador del lapso de tiempo se prendió, las cámaras de la parte alta y de la parte baja mostraron invertebrados comiéndose el cebo. En la parte baja, cucarachas grandes vigorosamente consumieron la pila de cebo, cubriéndola y llevándose muchos pedazos la primera noche.

Degradación

Degradación del cebo

La Tabla 4 resalta el tiempo para eventos clave en los estudios de la degradación del cebo. El cebo se degradó/desapareció más lentamente en las cajas que en los alrededores, de manera que podemos estar confiados que capturamos el peor escenario para cuánto tiempo permanece el cebo en el ambiente después de una aplicación.

		Parte alta	Parte alta cercana al hormiguero	Parte baja
Eventos clave	Consumido por hormigas	Día 15: una bolita parcialmente consumida por las hormigas	Consumidas esporádicamente desde el Día 3 cuando 2,5 bolitas fueron consumidas y al finalizar el Día 39 no quedaban bolitas	N/A pero en el Día 32 una bolita se cayó al filo de la caja, y fue consumida por las hormigas y otros invertebrados

	Enmohecido	Día 21: todas las bolitas cubiertas por moho	N/A	N/A pero en el Día 32 una bolita se cayó al filo de la caja, y fue consumida por las hormigas y otros invertebrados
	Completamente degradado	N/A Día 70. Quedaron 8 bolitas, todas negras y secas desde el día 49	Día 49	N/A Día 70. Quedaron 8 bolitas, todas blancas y resquebrajándose

Tabla 4. Tiempo para los eventos clave en los estudios de degradación del cebo

El cebo en las cajas de degradación en la parte alta persistió mucho más tiempo que en los alrededores. Probablemente esto se debió a la exclusión de consumidores, pero también tal vez debido a que la caja de degradación redujo la cantidad de humedad que llegaba al cebo.

Probablemente el moho acelere la desintegración del cebo que no es consumido por roedores, aves o invertebrados en la parte alta; el cebo no consumido en la parte baja tal vez persistirá hasta que haya suficiente lluvia para desintegrarlo.

Las hormigas consumieron el cebo en la caja de degradación ubicada cerca de dos hormigueros, pero no tan rápido como se esperaba. Parecía que hubo un consumo inicial del cebo seguido de un consumo lento e inconsistente. Hubo algunos momentos cuando la tasa de consumo pareció incrementarse por un día o dos. En general, parece que las hormigas en la parte alta estaban más predisuestas a consumir el cebo pero prefirieron la carroña.

Degradación de restos

Las Tablas 5 y 6 resaltan los eventos clave de los estudios de la degradación de los restos de gallinas y ratas, respectivamente. Los restos no parecieron ser fuentes viables de alimento para consumidores grandes (lechuzas, gatos, roedores, etc.) por más de unos pocos días. La mayoría de los restos fueron inmediatamente cubiertos por hormigas, que probablemente redujeron la apetencia para consumidores vertebrados. Las especies de hormiga en los restos de la parte baja y de la parte alta era diferentes, pero ambas reaccionaron agresivamente cuando los restos fueron disturbados.

		Caja de degradación de gallina, parte alta	Caja de degradación de gallina, parte baja	Degradación de gallina sin caja, parte alta
Eventos clave	Cubierta con tierra por hormigas	Las hormigas comenzaron a cubrirla con tierra el Día 1, estuvo $\frac{3}{4}$ cubierta el Día 5 y totalmente cubierta el Día 8	Nunca fue cubierta con tierra, pero las hormigas estuvieron presentes comenzando desde el Día 1	Las hormigas la comenzaron a cubrir con tierra el Día 1, estuvo $\frac{3}{4}$ cubierta el Día 5 y totalmente cubierta el Día 8

	Gusanos presentes	Desconocido. En el Día 5 por primera vez se vieron moscas en el cadáver, el que no fue abierto durante la prueba de degradación, pero probablemente tenía gusanos adentro	Día 3	Día 5
	Casi completamente consumida/no había carne visible	Día 25	Día 18	Día 18
	Se habían ido las hormigas/gusanos o reducido grandemente	Día 25	Día 25	Día 25
	Solo habían huesos y pelo/plumas	Día 32	Día 25	Día 32

Tabla 5. Tiempo de los eventos clave en los estudios de degradación de los restos de gallina

		Caja de degradación de rata, parte alta	Caja de degradación de rata, parte baja	Rata sin caja de degradación, parte baja	Restos de rata en degradación colgando, parte baja	Rata sin caja de degradación, parte alta
Eventos clave	Cubierta con tierra por hormigas	1/2 cubierta en el Día 2	Parcialmente cubierta en el Día 4, completamente cubierta en el Día 9	Día 3	N/A, pero las hormigas llegaron al cadáver en el Día 26	Día 2
	Gusanos presentes	Día 4	N/A	N/A	Nunca se notaron los gusanos, pero estaba cubierta de moscas Días 1-7	N/A

Casi completamente consumida/no había carne visible	Día 6	Día 6	Días 5-7	Día 19	Día 6
Se habían ido las hormigas/gusanos o reducido grandemente	Día 9	Día 19	Días 9-11	Día 26	Día 6
Solo habían huesos y pelo/plumas	Día 9	Día 21	Días 9-11	Día 40	Día 9

Tabla 6. Tiempo para los eventos clave en los estudios de degradación de los restos de ratas

Los datos de la degradación de los cuerpos muertos fueron cualitativos y tuvieron pequeños tamaños de muestra, pero se hicieron observaciones informativas. La degradación “lució” diferente en la parte alta que en la parte baja, pero en general ocurrió aproximadamente al mismo tiempo. No hubo una diferencia notable en las tasas de degradación al aire libre o en cajas porque los consumidores primarios podían entrar a través de la malla usada en la construcción de las cajas.

El cadáver de la rata que colgaba de un árbol en la parte alta representó un esfuerzo para mantener a las hormigas alejadas con la esperanza de que el cuerpo permaneciera apetecible a los gatos y que pudiéramos capturar con la cámara a un gato consumiendo los restos de un roedor. El cadáver de la rata que colgaba se descompuso mucho más lentamente, pero no representa un escenario natural.

El cuerpo sin vida de un gato que se dejó en unas rocas en la parte alta nos dio una idea de tasas de descomposición más rápidas. El cadáver no fue monitoreado de manera formal, pero después de seis días nos dimos cuenta que había sido casi consumido por completo por gusanos. No hubo hormigas visibles por lo que un escenario posible es que los gusanos se comieran los restos extremadamente rápido, pero el proceso es más lento cuando las hormigas están presentes y compiten por el recurso.

No-objetivos y otras observaciones

Se vio a los pinzones consumir el cebo. No parecía que los pinzones se llevaran bolitas enteras sino que se enfocaban en consumir pequeños pedazos del cebo. Los pinzones no partían las bolitas secas pero fácilmente podían convertir una bolita mojada en un montón pequeño de migajas que podían consumir de forma acelerada. Se encontró heces de aves con tinte azul en la parte alta y en la parte baja, lo que confirma que los pinzones estaban consumiendo el cebo.

Se encontraron cuatro pinzones de tierra muertos en el área cebada de la parte alta y uno se encontró muerto en el área cebada de la parte baja. El cuerpo sin vida de un pinzón estaba lo suficientemente fresco como para hacerle una necropsia la que reveló una pequeña cantidad de hemorragia. El ave

probablemente murió envenenado pero no mostraba evidencias contundentes como hemorragia masiva o cebo en su tracto digestivo. Algunos pocos montones de plumas fueron encontrados, dando la apariencia que un gato había capturado a un pinzón, pero se desconoce si los pinzones habían consumido cebo y por ello fueran una presa más fácil debido a los efectos del envenenamiento.

Caracoles

La mayoría de los caracoles sobrevivieron la duración de la prueba. La Tabla 7 muestra el número de caracoles que murió en cada tratamiento.

Tratamiento (tipo de cebo)	Número de mortalidades de caracoles
control (sin cebo)	1
no tóxico y piranina	0
no tóxico y con tinte	2
tóxico y con tinte	4

Tabla 7. Mortalidades de caracoles observadas en cada tratamiento

Los datos de los caracoles fueron enviados a Christine Parent para su análisis y no se encontró una diferencia significativa en las tasas de mortalidad.

Sondeos del pachay

Los parlantes de los celulares quizás no fueron lo suficientemente altos para realizar sondeos efectivos por reproducción de llamadas. No fuimos capaces de detectar de modo definitivo algún pachay usando únicamente métodos de reproducción de llamadas, pero fuimos capaces de confirmar la presencia del pachay en múltiples zonas de la parte alta. Los puntos de sondeo y las localidades de observación se muestran en la figura 2.

Discusiones con nuestros contratados locales, empleados del Parque y otros residentes de la isla revelaron que los pachay son difíciles de ver pero probablemente comunes en la parte alta. Múltiples personas mencionaron haber visto al pachay cerca del agua y en áreas más naturales con una cobertura vegetal baja leve, de manera especial en días húmedos. Los locales ocasionalmente encuentran nidos de pachay cuando caminan por áreas naturales, pero ninguno se encontró durante nuestra estadía en la isla.



Figura 2. Puntos de sondeo del pachay (círculos amarillos), avistamientos (óvalos rojos) y posibles reproducción de llamadas (óvalos azules)

En el cuadro: Avistamiento de pachay
 Punto de sondeo
 Posible respuesta a llamada

Trampeo de gatos

El éxito de las trampas atrapa-patas superó las expectativas, con un total de 11 animales capturados en menos de 100 noches de trampeo. Rory Stansbury removió dos gatos en sus tres días de trampeo, uno del área de la costa al norte del pueblo y otro cerca a la propiedad de la familia Cruz (Las Palmas). Cinco gatos se recogieron cerca del botadero y del centro de reciclaje, y cuatro fueron removidos a lo largo de la tubería que corre desde cerca de los corrales de tortugas al pueblo.

Los locales habían tenido una exposición previa al trampeo de gatos y mejoraron su técnica de forma rápida. Afortunadamente fuimos capaces de capturar muchos gatos, lo que provee oportunidades para ver qué trabajos así como qué más oportunidades y estímulos se necesitan para re-establecer una trampa y hacerla de buena calidad. Un par de semanas de trampeo no es suficiente para tenerlas listas para una campaña de erradicación, pero ofrece una buena base sobre la que podemos construir. El éxito también sirvió para entusiasmarlos y contribuyó a contar con un factor motivador todos los días.

Se necesita invertir más tiempo en los métodos de trampeo en senderos en Floreana, específicamente para las trampas mortales. El personal de Island Conservation por lo general no tiene experiencia en

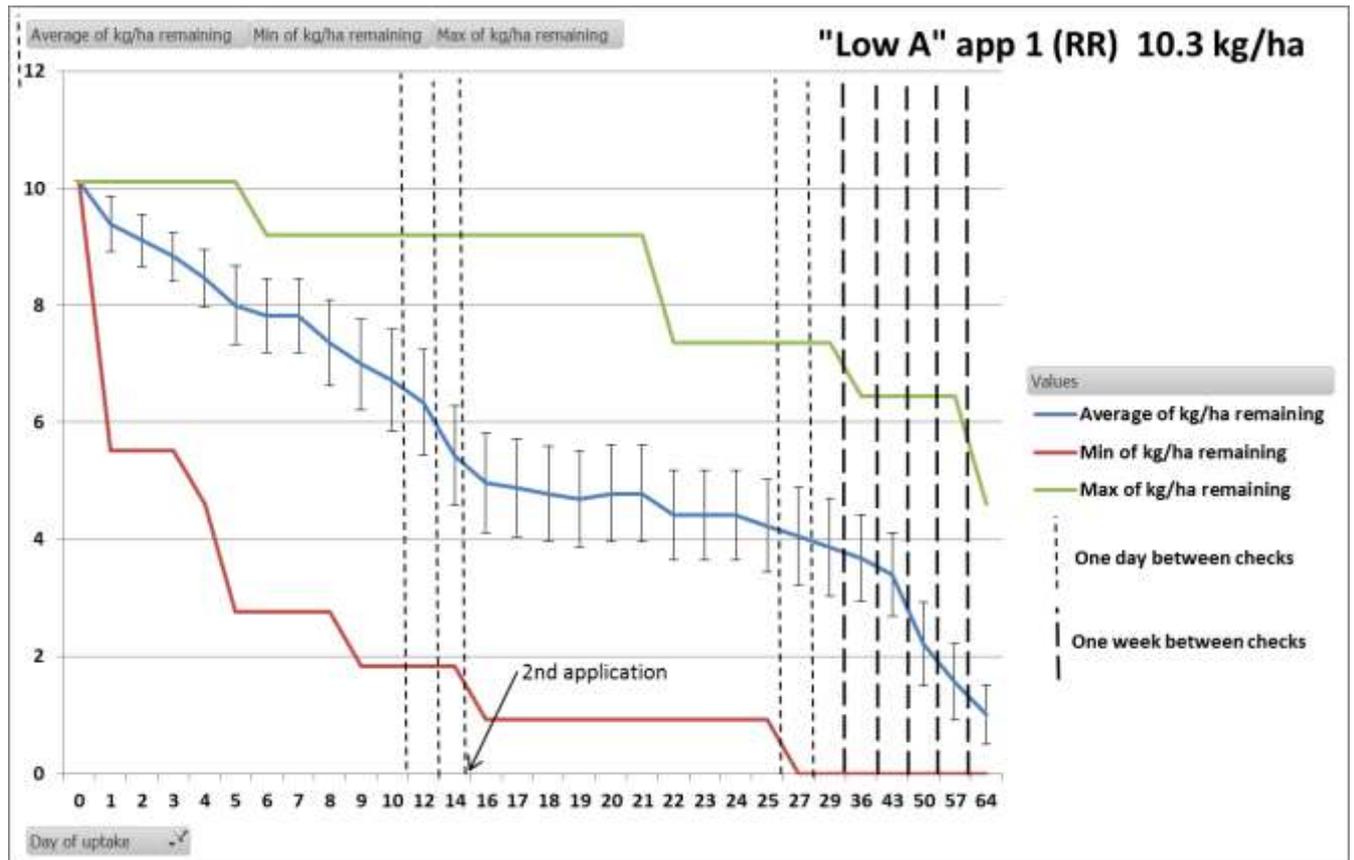
el uso de cepos y Conibears, por lo que habrá una curva de aprendizaje durante el proyecto si el personal no adquiere experiencia con anterioridad. Los cepos serán mucho más fáciles de montar por la isla en números grandes porque las Conibears son pesadas y necesitan estacas, una caja o algún otro sistema para sujetarlas en su posición.

Literatura Citada

Harper, G. A., y L. F. Cabrera. 2009. Response of mice (*Mus musculus*) to the removal of black rats (*Rattus rattus*) in arid forest on Santa Cruz Island, Galápagos. *Biological Invasions* **12**:1449-1452.

Rosenburg, D. K. 1990. The impact of introduced herbivores on the Galapagos rail (*Laterallus sphenotus*). Monogram, Systemic Botany, Missouri Botanical Gardens:169-178.

Apéndice 1: Mapas de la Disponibilidad del Cebo



En el cuadro: Promedio remanente por kg/ha

Mín remanente por kg/ha
Máx remanente por kg/ha
"Baja A" ap 1 (RR) 10,3 kg/ha

Valores

----- Promedio remanente por kg/ha

----- Mín remanente por kg/ha

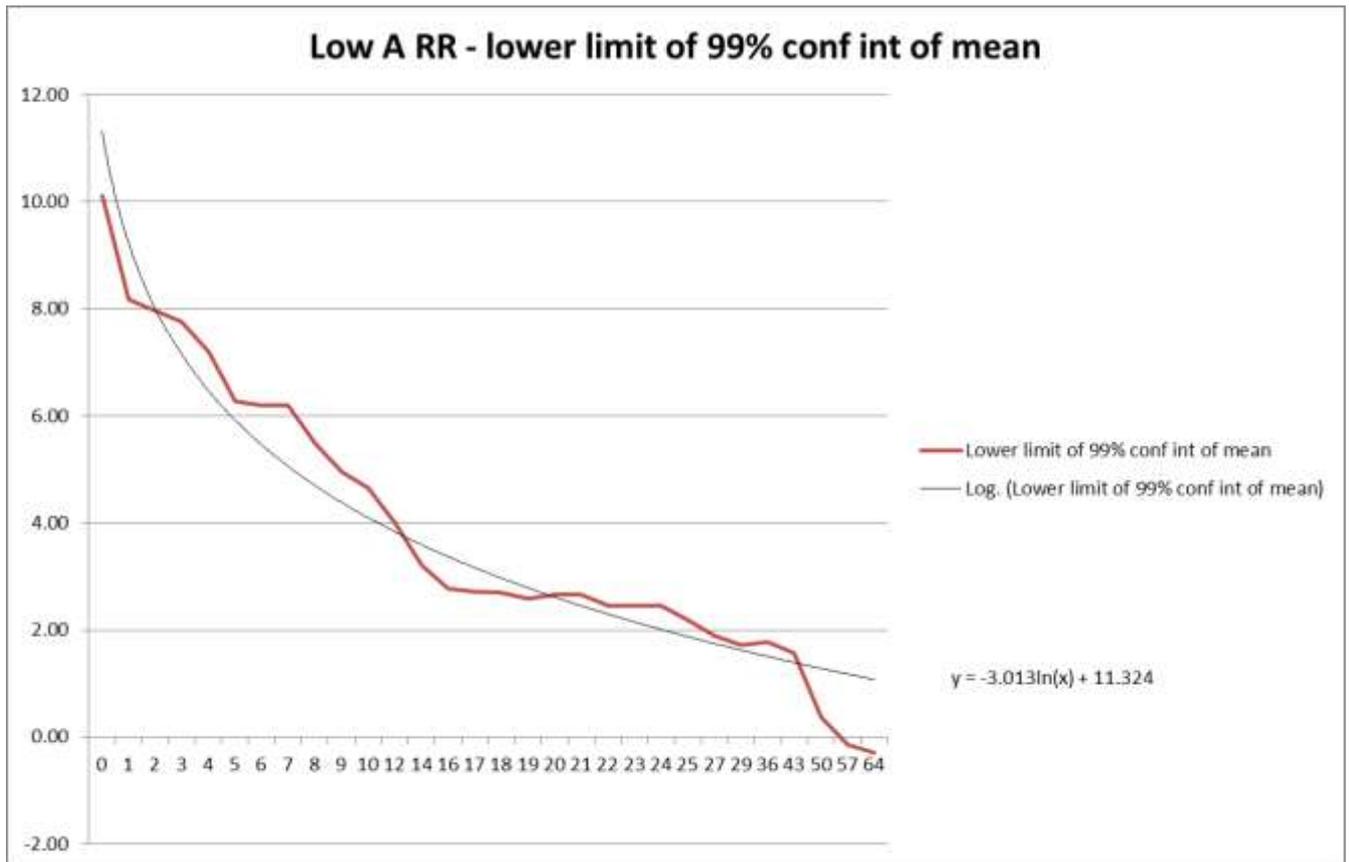
----- Máx remanente por kg/ha

Un día entre chequeos

Una semana entre chequeos

Segunda aplicación

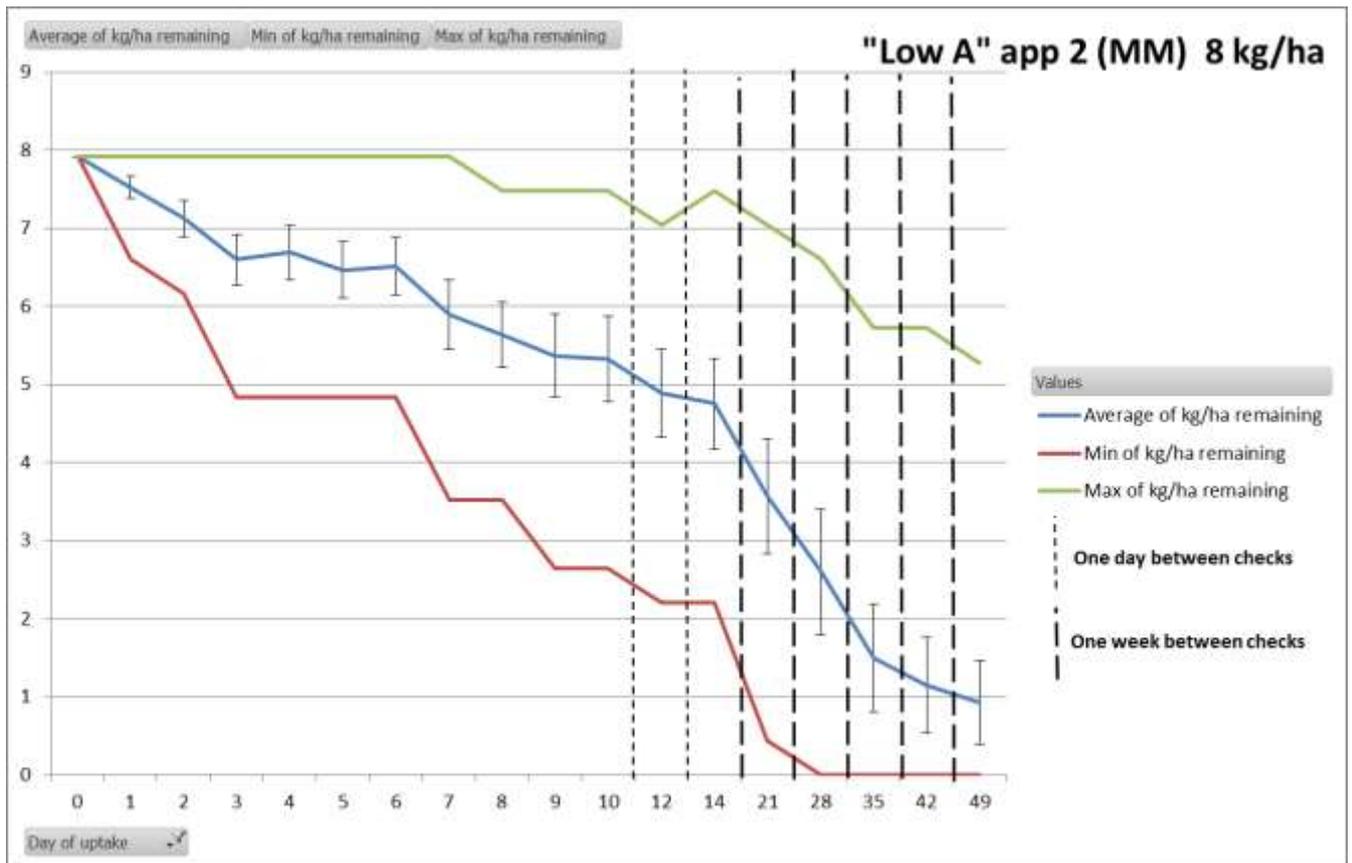
Día de la toma



En el cuadro: Baja A RR – límite inferior del 99% de conf int de la media

----- Límite inferior del 99% de conf int de la media

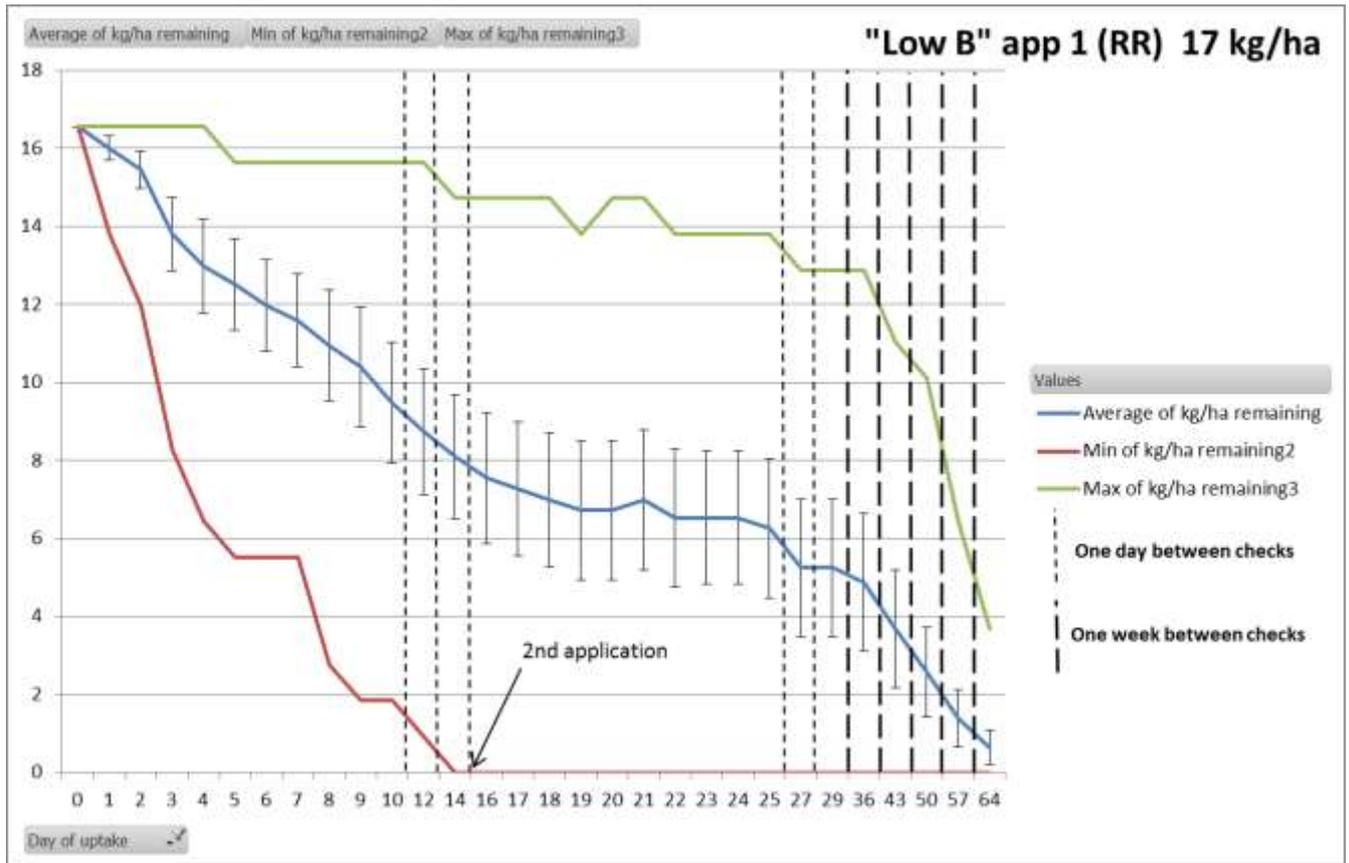
----- Log. (límite inferior del 99% de conf int de la media)



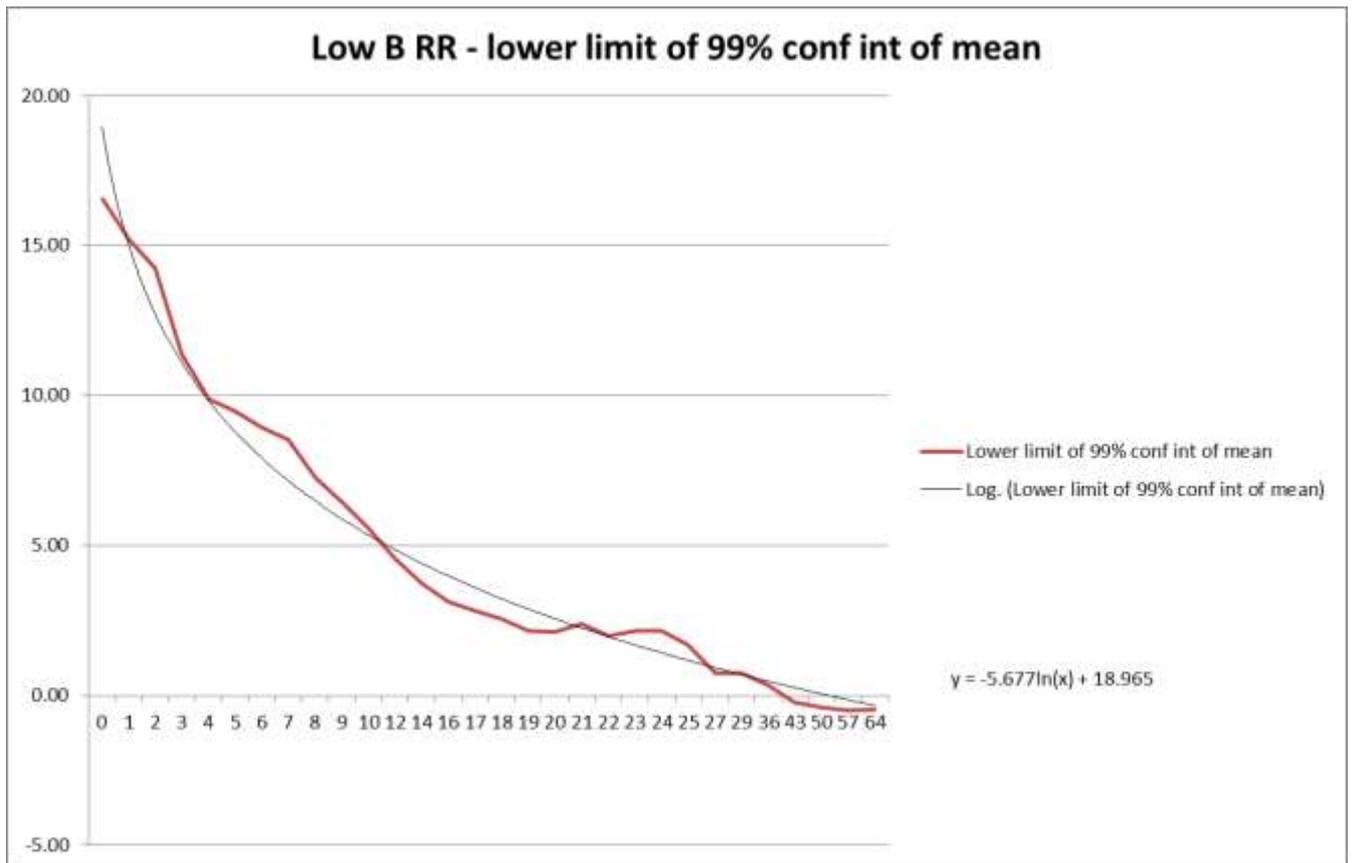
En el cuadro: Promedio remanente por kg/ha
 Mín remanente por kg/ha
 Máx remanente por kg/ha
 "Baja A" ap 2 (MM) 8 kg/ha
 Valores
 ---- Promedio remanente por kg/ha
 ---- Mín remanente por kg/ha
 ---- Máx remanente por kg/ha
 Un día entre chequeos
 Una semana entre chequeos
 Segunda aplicación
 Día de la toma



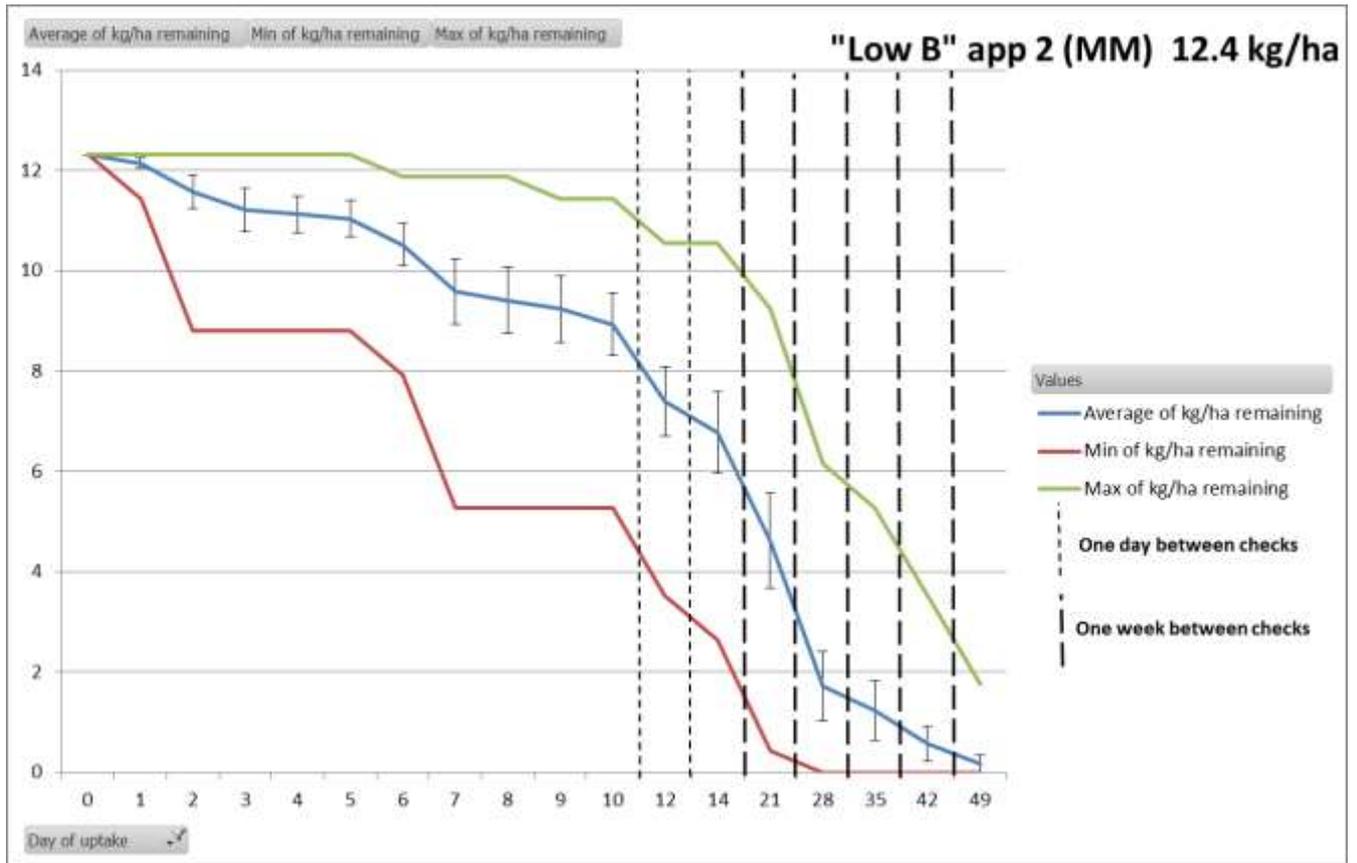
En el cuadro: Baja A MM – límite inferior del 99% de conf int de la media
 ---- Límite inferior del 99% de conf int de la media
 ---- Log. (límite inferior del 99% de conf int de la media)



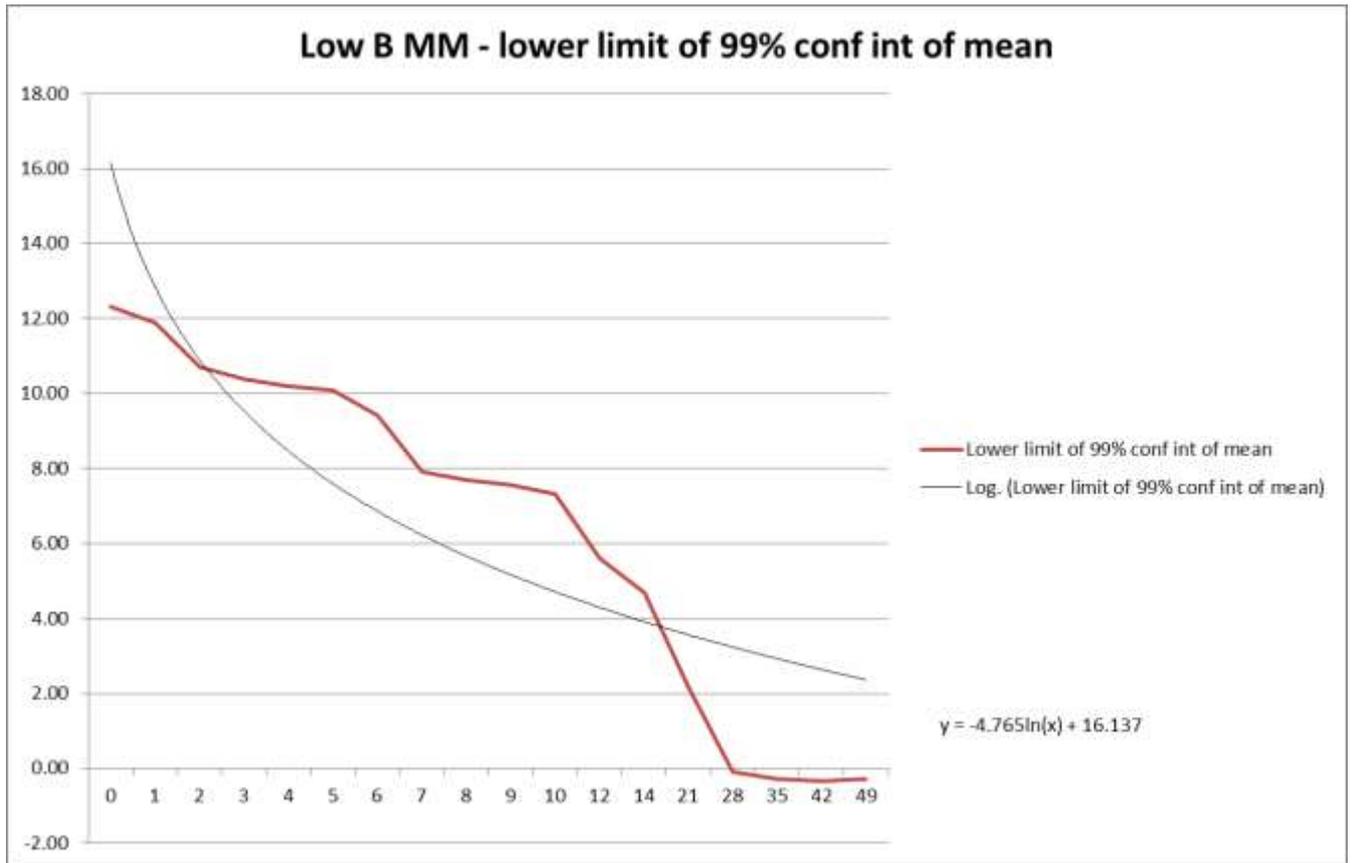
En el cuadro: Promedio remanente por kg/ha
 Mín remanente por kg/ha
 Máx remanente por kg/ha
 "Baja B" ap 1 (RR) 17 kg/ha
 Valores
 ---- Promedio remanente por kg/ha
 ---- Mín remanente por kg/ha
 ---- Máx remanente por kg/ha
 Un día entre chequeos
 Una semana entre chequeos
 Segunda aplicación
 Día de la toma



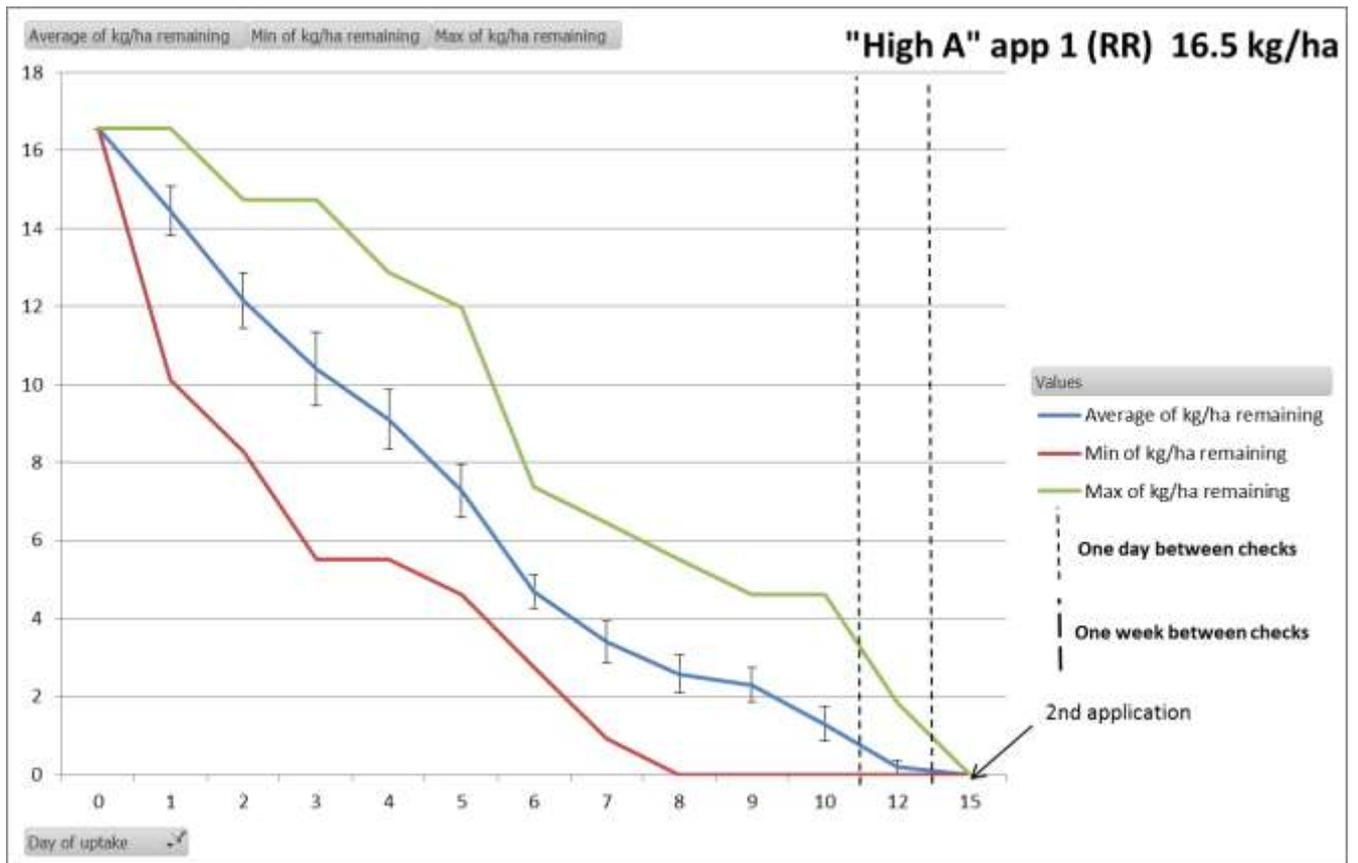
En el cuadro: Baja B RR – límite inferior del 99% de conf int de la media
 ---- Límite inferior del 99% de conf int de la media
 ---- Log. (límite inferior del 99% de conf int de la media)



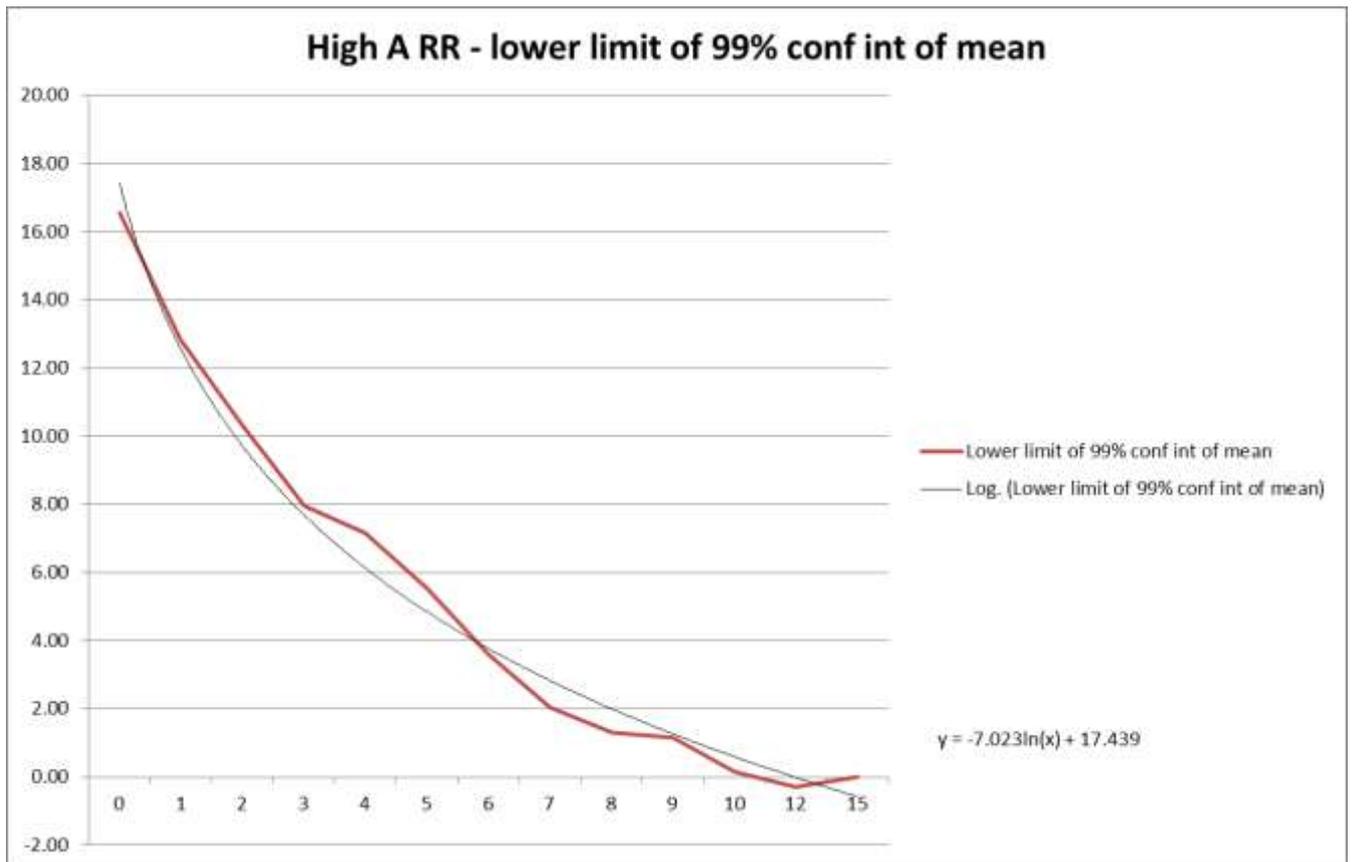
En el cuadro: Promedio remanente por kg/ha
 Mín remanente por kg/ha
 Máx remanente por kg/ha
 "Baja B" ap 2 (MM) 12,4 kg/ha
 Valores
 ----- Promedio remanente por kg/ha
 ----- Mín remanente por kg/ha
 ----- Máx remanente por kg/ha
 Un día entre chequeos
 Una semana entre chequeos
 Segunda aplicación
 Día de la toma



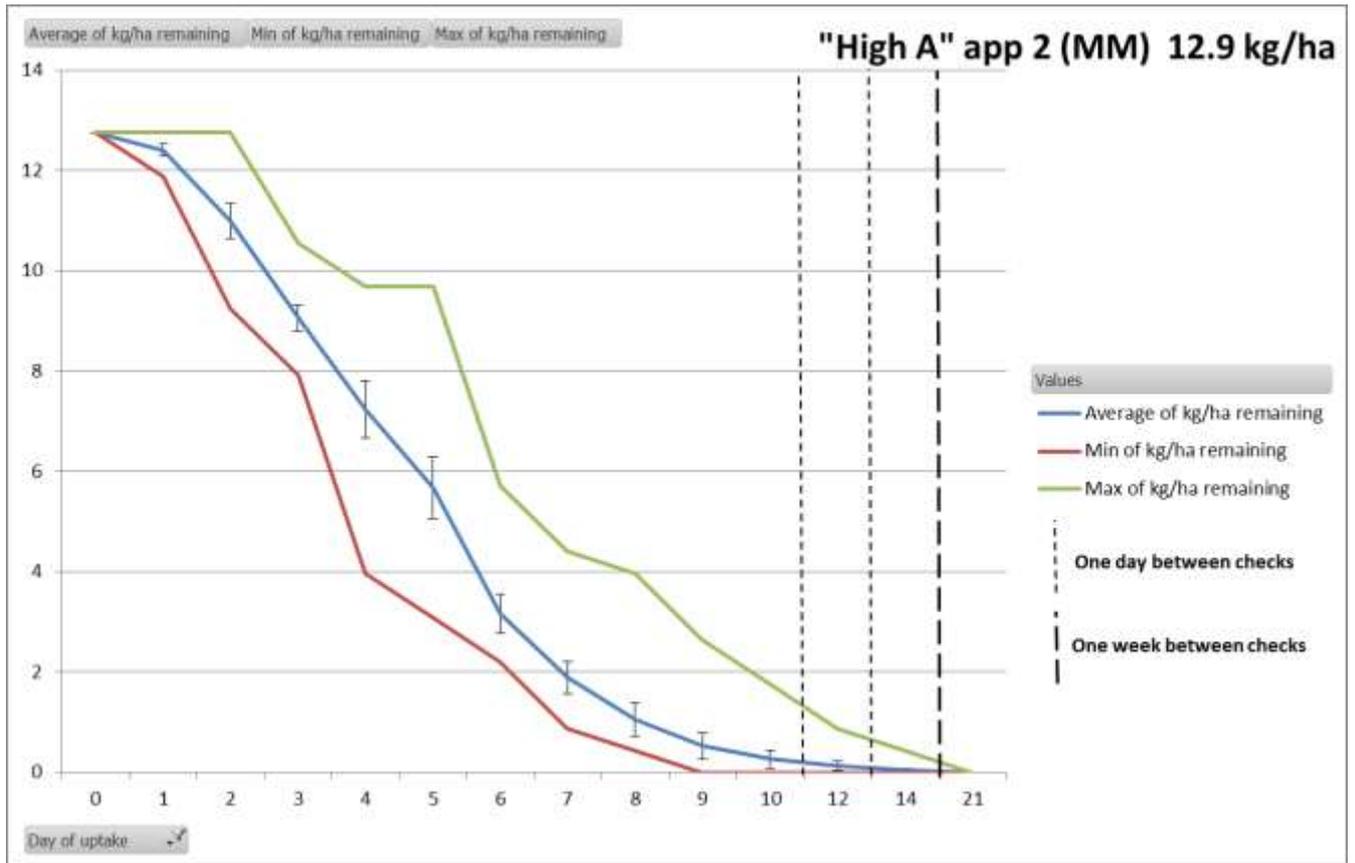
En el cuadro: Baja B MM – límite inferior del 99% de conf int de la media
 ---- Límite inferior del 99% de conf int de la media
 ---- Log. (límite inferior del 99% de conf int de la media)



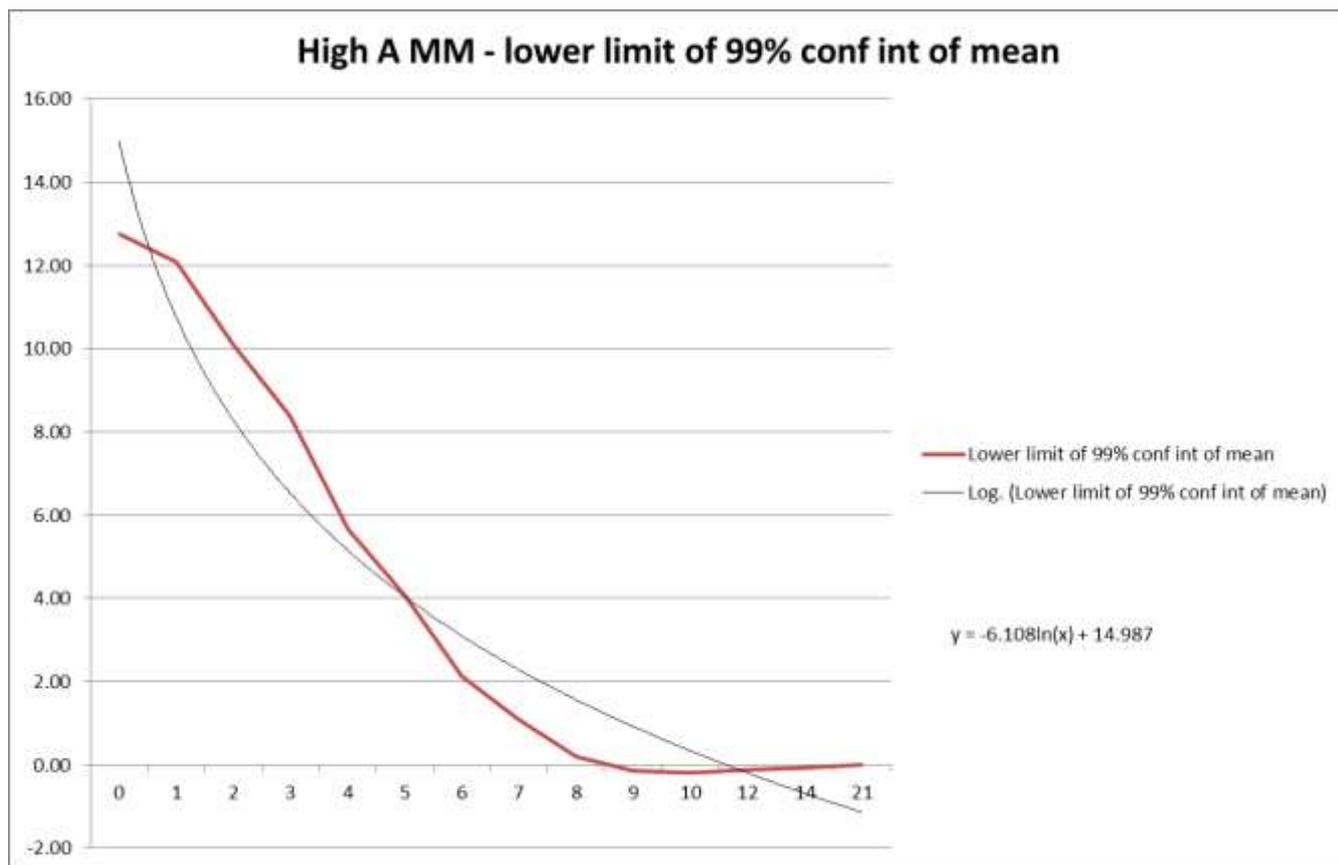
- En el cuadro:
- Promedio remanente por kg/ha
 - Mín remanente por kg/ha
 - Máx remanente por kg/ha
 - “Alta A” ap 1 (RR) 16,5 kg/ha
 - Valores
 - Promedio remanente por kg/ha
 - Mín remanente por kg/ha
 - Máx remanente por kg/ha
 - Un día entre chequeos
 - Una semana entre chequeos
 - Segunda aplicación
 - Día de la toma



En el cuadro: Alta A RR – límite inferior del 99% de conf int de la media
 ----- Límite inferior del 99% de conf int de la media
 ----- Log. (límite inferior del 99% de conf int de la media)



En el cuadro: Promedio remanente por kg/ha
 Mín remanente por kg/ha
 Máx remanente por kg/ha
 "Alta A" ap 2 (MM) 12,9 kg/ha
 Valores
 ----- Promedio remanente por kg/ha
 ----- Mín remanente por kg/ha
 ----- Máx remanente por kg/ha
 Un día entre chequeos
 Una semana entre chequeos
 Segunda aplicación
 Día de la toma



En el cuadro: Alta A MM – límite inferior del 99% de conf int de la media
---- Límite inferior del 99% de conf int de la media
---- Log. (límite inferior del 99% de conf int de la media)

Apéndice 2: Escala de Puntuación Craddock para la Condición del Cebo

- **Condición 1:** Bolitas frescas/Bolitas no son discernibles del cebo fresco.
- **Condición 2:** Bolitas suaves. <50% de la matriz del cebo está o ha estado suave o húmeda. El cebo es aún reconocible como una distintiva bolita cilíndrica, sin embargo el cilindro puede haber perdido sus bordes suaves.
<50% del cebo puede haber enmohecido. El cebo ha perdido poco o ningún volumen.
- **Condición 3:** Bolita blanda. >50% de la matriz del cebo está o ha estado suave o húmeda. <50% de la bolita ha perdido su distintiva forma cilíndrica. >50% del cebo puede haber enmohecido. El cebo puede haber perdido algo de su volumen.
- **Condición 4:** Un montón de papilla. 100% de la matriz del cebo está o ha estado suave o húmeda. La bolita ha perdido su distintiva forma cilíndrica y parece una papilla con algunas

de las partículas de los granos en la matriz del cebo mostrando una marcada separación del montón principal. >50% del cebo puede haber enmohecido. El cebo ha perdido algo de volumen.

- **Condición 5:** Papilla en desintegración: 100% de la matriz del cebo está o ha estado suave o húmeda.

La bolita ha perdido completamente su distintiva forma cilíndrica y parece un montón de papilla con >50% de las partículas del grano en la matriz del cebo mostrando una marcada separación una de la otra y del montón principal. >50% del cebo puede haber enmohecido. El cebo definitivamente ha perdido una cantidad significativa de su volumen.

- **Condición 6:** El cebo se ha ido: El cebo se ha ido o es reconocible solo como unas pocas partículas separadas de grano u hojuelas de cera.

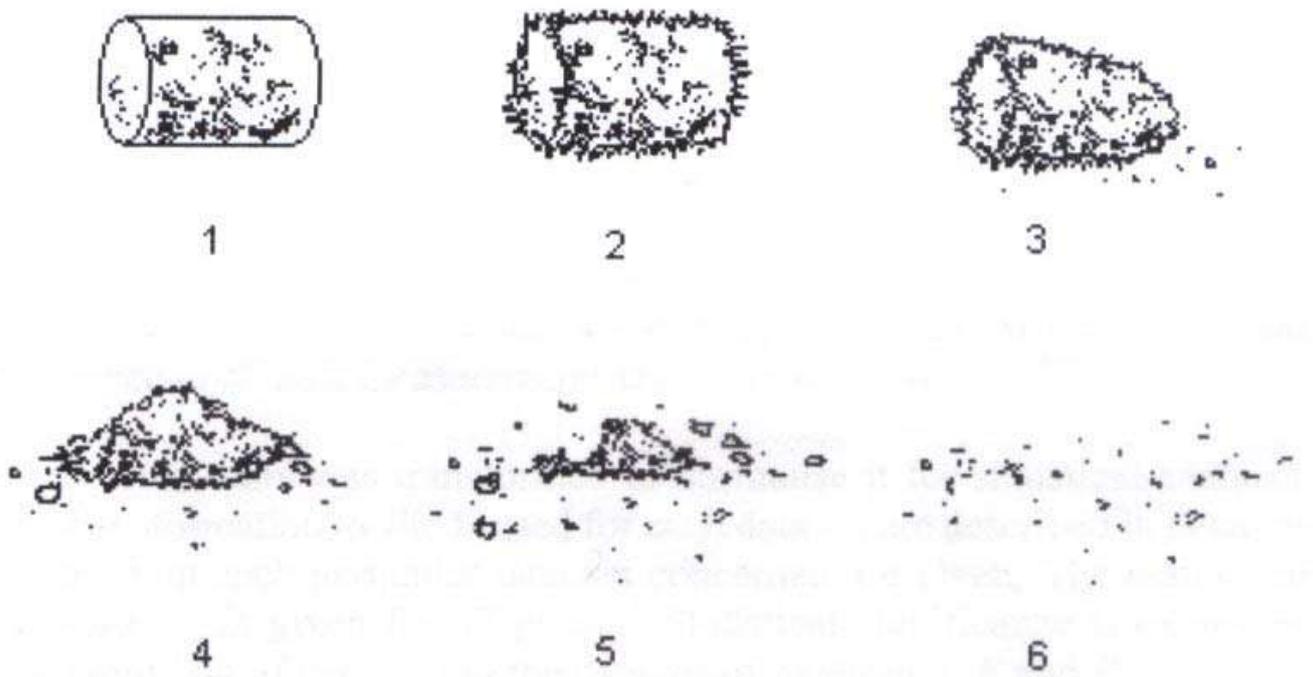


Ilustración de una típica condición del cebo en cada puntuación ordinal usada en la prueba (figura reproducida de Craddock, 2004)