Isla de Desecheo
Refugio Nacional de Vida Silvestre

Restauración del Ecosistema
Mediante un Proyecto de Erradicación de Ratas.
Borrador de Evaluación Ambiental

BORRADOR DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
Proyecto de Erradicación de Ratas en el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Desecheo

Departamento del Interior de los Estados Unidos
Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos

Preparado por:

Sistema Nacional de Refugios de Vida Silvestre
de las Islas del Caribe, Puerto Rico

Julio 2011

This page is intentionally left blank

Resumen Ejecutivo

El Refugio Nacional de Vida Silvestre de Desecheo es manejado por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos y fue históricamente conocido como un centro importante de biodiversidad y abundancia de especies en el Caribe. Desecheo contaba con las colonias de aves marinas más grandes y albergaba una de las poblaciones reproductoras de boba parda *(Sula leucogaster)* más grandes del mundo. La extirpación de aves marinas está relacionada con la presencia de mamíferos invasores incluyendo, cabros, ratas y monos.

La introducción de especies no nativas son el causante principal de extinciones de islas mundialmente. Cada vez más administradores de terrenos están removiendo especies introducidas para ayudaren la restauración de ecosistemas nativos. Las ratas son responsables de un 40-60 porciento de las extinciones registradas a nivel mundial de aves y reptiles. Dado a su extensa y exitosa colonización en las islas y el impacto a especies nativas, las ratas introducidas han sido identificadas como especies claves para erradicar.

Eliminar las ratas negras *(Rattus rattus)* de Desecheo traerá beneficios evidentes a la biodiversidad de las aves marinas, plantas, reptiles, invertebrados terrestres y otros componentes del ecosistema terrestre de la isla. Además, se anticipa que la eliminación de ratas no nativas de Desecheo permitirá la recolonización de aves marinas; promoverá la recuperación de las colonias de aves marinas en la isla; aumentará la abundancia de aves terrestres residentes; eliminará la amenaza de depredadores de reptiles endémicos; aumentará la vegetación boscosa; restaurará la función del ecosistema como una isla de alta densidad de aves marinas y mejorar á la abundancia general del cactus higo chumbo *(Harrisia portoricensis*) en peligro de extinción.

Las alternativas de acción fueron desarrolladas para concentrarse en las situaciones identificadas por especialistas dentro del Servicio, expertos en erradicación de roedores en islas y agencias regulatorias gubernamentales. Todos los individuos, agencias y organizaciones que proveyeron aportaciones sustantivas con respecto a la acción propuesta están enlistados en el Capítulo 5. Con el fin de mantener en consideración una alternativa, esta tenía que 1) tener una alta probabilidad de éxito, 2) tener una probabilidad baja de efectos adversos a las poblaciones de otras especies y en el ambiente, y 3) estar permitida bajo las regulaciones que rigen el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Desecheo ("el Refugio").

Las alternativas de acción serían:

- *Alternativa B: Dispersión aérea de "brodifacoum" con acción mitigadora para los taxones de reptiles endémicos*
- *Alternativa C: Dispersión aérea de "brodifacoum" sin acciones proactivas de reducción de riesgos para los taxones de reptiles endémicos*
- *Alternativa D: Dispersión aérea de "diphacinone" con acción mitigadora para los taxones de reptiles endémicos*
- *Alternativa E: Dispersión aérea de "diphacinone" sin acciones proactivas de reducción de riesgos para los taxones de reptiles endémicos*

Tabla de Contenido

1 PROPÓSITO Y NECESIDAD 1
1.1 Introducción 1
1.2 Propósito de la Acción Propuesta 1
1.3 Necesidad de Tomar Acción 1
1.3.1 Resumen de Impactos Potenciales de las Ratas en La Isla de Desecheo y los Beneficios Anticipados de la Erradicación de Ratas 1
1.4 Trasfondo: El Problema de Ratas Invasivas en Islas 4
1.4.1 La Importancia de Ecosistemas Isleños 4
1.4.1.1 Impacto de las Ratas en los Ecosistemas de Islas 5
1.4.1.2 Erradicación de Roedores de Islas 6
1.4.1.3 Beneficios de la Erradicación de Ratas 6
1.5 Autoridad y Responsabilidad para Actuar 7
1.6 Marco Regulatorio de las Alternativas 9
1.6.1 Las Leyes Federales 9
1.7 Alcance de la Acción Propuesta 9
1.8 Asuntos Ambientales (Efectos Potenciales) Identificados 10
1.8.1 Resumen de Comentarios Recopilados 10
1.8.2 Efectos Potenciales: Recursos Físicos 11
1.8.3 Efectos Potenciales: Recursos Biológicos 12
1.8.4 Efectos Potenciales: Ambiente Social y Económico 12
2 ALTERNATIVAS 13
2.1 Introducción 13
2.2 Alternativa A: No Acción 14
2.3 Características Comunes para Todas las Alternativas de Acción 14
2.3.1 Cebo para Roedores 14
2.3.2 Comparación de dos Cebos Reportados para Propósitos de Conservación: Brodifacoum-25D (Alternativas B y C) y Diphacinone-50 (Alternativas D y E) 14
2.3.2.1 Introducción 14
2.3.2.2 Brodifacoum y Brodifacoum-25D Producto de Cebo 16
2.3.2.3 Diphacinone y Diphacinone-50 Productos de Cebo 18
2.3.3 Alternativas de Acción de Probabilidades de Éxito 23
2.3.4 Pruebas con Cebo Llevadas a Cabo en la Isla de Desecheo 26
2.3.4.1 Estudio de Viabilidad para la Erradicación de Ratas, Febrero 2009 26
2.3.4.2 Pruebas de Campo Midiendo el Consumo de Cebo, Febrero - Marzo 2010 28
2.3.4.3 Pruebas de degradación de cebo, junio 2010 30
2.3.5 Dispersión Aérea 32
2.3.6 Consideraciones de Tiempo 33
2.3.7 Biología de Ratas y Periodo de Tiempo de la Erradicación 33
2.3.8 Patrones Estacionales de la Vida Silvestre Nativa 34
2.3.8.1 Consideraciones Climáticas 34
2.3.9 Organización del Proyecto y Operaciones de Apoyo 35
2.3.10 Reduciendo el Disturbio a la Vida Silvestre Durante las Operaciones 36
2.3.11 Protegiendo los Recursos Culturales 36
2.3.12 Monitoreando la Eficiencia de la Erradicación 36

2.3.13 Monitoreo de las Respuestas del Ecosistema 37
2.3.14 Información Pública 37
2.3.15 Prevención de Reintroducción 38
2.3.16 Detección y Respuesta 38
2.4 Alternativas B y C: La Dispersión Aérea como Técnica de Dispersión Primaria del Producto de Cebo Brodifacoum-25D 39
2.4.1 Razón 39
2.4.2 Resumen de Métodos de Dispersión de Cebo 39
2.4.3 Tiempo 40
2.4.4 Equipo y Materiales 40
2.4.4.1 Cebo 40
2.4.4.2 Equipo de Dispersión Aérea 40
2.4.4.3 Estaciones de Cebo 40
2.4.5 Operación para la Aplicación del Cebo 41
2.4.5.1 Dispersión Aérea 41
2.4.6 Previniendo la Dispersión de Cebo en el Ambiente Marino 43
2.4.7 Cobertura de las Áreas sin Tratar con Cebo 43
2.5 Alternativas D y E: La Dispersión Aérea como Técnica de Dispersión Primaria para el Producto de Cebo Diphacinone-50 44
2.5.1 Razón 44
2.5.2 Resumen de los Métodos para la Dispersión del Cebo 44
2.5.3 Tiempo 45
2.5.4 Equipo y materiales 45
2.5.4.1 Cebo 45
2.5.4.2 Equipo de dispersión aérea 45
2.5.4.3 Estaciones de cebo 46
2.5.5 Operaciones de Aplicación de Cebo 46
2.5.5.1 Dispersión Aérea 46
2.5.6 Previniendo la Caída del Cebo en el Ambiente Marino 48
2.5.7 Cobertura de Áreas sin Tratar con Cebo 48
2.6 Alternativas B y D: Captura de Taxones de Reptiles Endémicos 49
2.6.1 Taxones 51
2.6.2 Alternativas B(i) y D(i) 52
2.6.2.1 Número de Animales en Cautiverio 52
2.6.2.2 Captura y Traslado a las Facilidades en Cautiverio 53
2.6.2.3 Monitoreo de Enfermedades 54
2.6.2.4 Aspecto de las Facilidades para el Cautiverio 54
2.6.2.5 Consideraciones para la Ubicación de las Facilidades para el Cautiverio 54
2.6.2.6 Retención de Animales y Repoblación en Desecheo 55
2.6.3 Alternativas B(ii) and D(ii) 56
2.7 Alternativas C y E: No Captura y Cautiverio de Reptiles 58
2.8 Alternativas Descartadas del Análisis Detallado 59
2.8.1 Estaciones de Cebo y Dispersión Manual 59
2.8.2 Uso de Otros Tóxicos 59
2.8.3 El uso de Enfermedad 60
2.8.4 Trampas 60

2.8.5 La introducción de un Depredador 60
2.8.6 El control de Fertilidad 61
2.8.7 Remoción de Ratas con el Objetivo de Control 61
3 AMBIENTE AFECTADO 63
3.1 Introducción 63
3.2 Descripción General de Desecheo 63
3.2.1 Entorno Geográfico 63
3.2.2 Topografía 63
3.2.3 Clima 63
3.3 Recursos Físicos 66
3.3.1 Recursos de Agua 66
3.3.2 Geología y Suelos 66
3.3.3 Calidad del Aire 66
3.4 Recursos Biológicos 67
3.4.1 Introducción 67
3.4.2 Aves en Desecheo 67
3.4.2.1 Estatus Histórico y Actual 67
3.4.2.2 Registro de Especies 69
3.4.2.3 Patrones Estacionales de las Aves 70
3.4.2.4 Aves terrestres y Aves Acuáticas 71
3.4.2.5 Aves Marinas 72
3.5 Protección legal especial para aves en Desecheo 74
3.5.1 Ley de Especies en Peligro de Extinción 74
3.5.2 Ley del Tratado de Aves Migratorias 74
3.6 Vida Silvestre Terrestre en Desecheo 74
3.6.1 Reptiles 74
3.6.2 Murciélagos 76
3.6.3 Invertebrados 77
3.6.4 Animales Invasivos no Nativos Introducidos 77
3.6.4.1 Ratas Negras 78
3.7 Ecosistemas Intermareales y Costas Cercanas a Desecheo 78
3.8 Mamíferos Marinos 80
3.9 Vegetación Terrestre 81
3.10 Especies Amenazadas y en Peligro de Extinción Listadas Bajo la Ley Federal de Especies en Peligro de Extinción 82
3.11 Ambiente Social y Económico 83
3.11.1 Historia 83
3.11.2 Propietarios, Manejo y Accionistas Mayoritarios 83
3.11.3 Uso Recreacional y Estético 84
3.11.4 Usos No Autorizados 84
3.11.5 Recursos Culturales y Valor Histórico 84
4 CONSECUENCIAS AMBIENTALES 85
4.1 Propósito y Estructura de las Consecuencias Ambientales 85
4.2 Recopilación de Información para Efectos Ambientales Potenciales 86
4.3 Temas de Impacto 86
4.4 Aspectos del Ambiente que han sido Excluidos del Análisis Detallado 86

4.4.1 Calidad del Aire 86
4.4.2 Justicia Ambiental 87
4.4.3 Mamíferos Marinos 87
4.4.4 Peces Marinos 87
4.4.5 Coral Cuerno de Ciervo y Cuerno de Alce 88
4.5 Consecuencias: Recursos Físicos 89
4.5.1 Recursos de Agua 89
4.5.1.1 Análisis para Recursos de Agua 89
4.5.1.2 Alternativa A: No Acción 90
4.5.1.3 Alternativas B y C 90
4.5.1.4 Alternativas D y E 91
4.5.2 Geología y Suelos 91
4.5.2.1 Análisis para la Geología y los Suelos 91
4.5.2.2 Alternativa A: No Acción 91
4.5.2.3 Alternativas B y C 92
4.5.2.4 Alternativas D y E 92
4.6 Consecuencias: Recursos Biológicos 92
4.6.1 Introducción 92
4.6.2 Evaluación de la Importancia de los Impactos a Recursos Biológicos 94
4.6.2.1 Introducción 94
4.6.2.2 Consideraciones de Especial Importancia para Especies Listadas en la ESA 94
4.6.2.3 Consideraciones de Especial Importancia para las Especies Protegidas bajo la Ley de Protección de Mamíferos Marinos 95
4.6.2.4 Consideraciones Especiales Significativas para Aves Listadas bajo la Ley de Aves Migratorias (MBTA, por sus siglas en inglés) 96
4.6.3 Impactos Directos de la Alternativa A (No Acción) en los Recursos Biológicos 96
4.6.3.1 Introducción 96
4.6.3.2 Impactos a Reptiles 97
4.6.3.3 Impactos a Aves Marinas en Reproducción 99
4.6.3.4 Impactos a Aves Terrestres 100
4.6.3.5 Impactos a Invertebrados 106
4.6.3.6 Impactos a la Vegetación 107
4.6.4 Impactos de las Alternativas de Acción a los Recursos Biológicos 108
4.6.4.1 Análisis estructural para los impactos a los recursos biológicos vulnerables al uso de tóxicos 108
4.6.4.2 Exposición 109
4.6.4.3 Toxicidad 110
4.6.5 Impactos a las Especies Vulnerables a la Perturbación 117
4.6.5.1 Análisis Estructural de los Impactos por Perturbación 117
4.6.5.2 Operaciones en Helicópteros 117
4.6.5.3 Actividades del Personal 118
4.6.6 Evaluación de los Impactos a las Especies 119
4.6.7 Métodos para el Análisis de los Impactos a los Recursos Biológicos 120
4.6.7.1 Índices de los Impactos 120
4.7 Impactos de la Alternativa B (dispersión aérea de brodifacoum con retención de reptiles en cautiverio) 121

4.7.1 Impactos en las Aves 121
4.7.1.1 Especies Residentes Permanentes en Puerto Rico 123
4.7.1.2 Aves Migratorias de Invierno en Puerto Rico 127
4.7.1.3 Aves Marinas 128
4.7.2 Impactos en los Reptiles 132
4.7.3 Impactos en los Invertebrados 137
4.7.4 Impactos en los Murciélagos 139
4.7.5 Impactos en la Vegetación 140
4.7.6 Tabla de Impactos por Alternativa B: Recursos Biológicos 141
4.8 Impactos de la Alternativa C en los Recursos Biológicos: (dispersión aérea de brodifacoum) 142
4.8.1 Impactos a las Aves 142
4.8.2 Impactos a los Reptiles 142
4.8.3 Impactos en los Invertebrados 145
4.8.4 Impactos en los Murciélagos 146
4.8.5 Impactos en la Vegetación 146
4.8.6 Tabla de Impactos para la Alternativa C: Recursos Biológicos 147
4.9 Impactos de la Alternativa D (dispersión aérea de diphacinone con retención de reptiles en cautiverio) 148
4.9.1 Impactos en las Aves 148
4.9.1.1 Especies Residentes Permanentes en Puerto Rico 149
4.9.1.2 Aves Migratorias de Invierno en Puerto Rico 154
4.9.1.3 Aves Marinas 155
4.9.2 Impactos en los Reptiles 158
4.9.3 Impactos en los Invertebrados 164
4.9.4 Impactos en los Murciélagos 166
4.9.5 Impactos en la Vegetación 166
4.9.6 Tabla de Impactos para la Alternativa D: Recursos Biológicos 168
4.10 Impactos por la Alternativa E (dispersión aérea de diphacinone) 169
4.10.1 Impactos en las Aves 169
4.10.2 Impactos en los Reptiles 169
4.10.3 Impactos en los invertebrados 172
4.10.4 Impactos en los Murciélagos 172
4.10.5 Impactos en la Vegetación 172
4.10.6 Tabla de los Impactos para la Alternativa E: Recursos Biológicos 173
4.11 Impactos Indirectos a los Recursos Biológicos 174
4.11.1 Efectos Indirectos bajo la Alternativa A 174
4.11.2 Efectos Indirectos de Todas Las Alternativas 174
4.12 Consecuencias: Ambiente Social y Económico 176
4.12.1 Visitantes al Refugio y Recreación 176
4.12.1.1 Estructura del Análisis para los Visitantes al Refugio y la Recreación 176
4.12.1.2 Alternativa A –no acción 177
4.12.1.3 Alternativa B 177
4.12.1.4 Alternativa C 177
4.12.1.5 Alternativa D 177
4.12.1.6 Alternativa E 178

4.12.2 Recursos Históricos y Culturales 178
4.12.2.1 Estructura de Análisis para los Recursos Históricos y Culturales 178
4.12.2.2 Alternativa A – no acción 178
4.12.2.3 Alternativa B 178
4.12.2.4 Alternativa C 179
4.12.2.5 Alternativa D 179
4.12.2.6 Alternativa E 179
4.13 Consecuencias: Impactos Acumulativos 179
4.13.1 Evaluación de los Impactos Acumulativos 179
4.13.1.1 Impactos Acumulativos bajo la Alternativa A – No Acción 183
4.13.1.2 Impactos Acumulativos bajo la Alternativa B 183
4.13.1.3 Impactos Acumulativos bajo la Alternativa C 183
4.13.1.4 Impactos Acumulativos bajo la Alternativa D 183
4.13.1.5 Impactos Acumulativos bajo la Alternativa E 184
4.14 Impactos Irreversibles e Irremediables 184
4.14.1 Alternativa A – No Acción 184
4.14.2 Alternativa B 184
4.14.3 Alternativa C 184
4.14.4 Alternativa D 185
4.14.5 Alternativa E 185
4.15 Usos a Corto Plazo y Productividad a Largo Plazo 185
5 CONSULTA Y COORDINACIÓN 187
5.1 Introducción 187
5.2 Destinatarios para Emitir Comentarios a la Evaluación Ambiental 187
5.2.1 Destinatarios Gubernamentales 187
5.3 Autores, Redactores, Colaboradores y Revisores 188
5.3.1 Servicio Federal de Pesca y Vidal Silvestre 188
5.3.2 Island Conservation 188
6 REFERENCIAS 189
7 APÉNDICES 206

Apéndices

Numero	Titulo	Pagina
I	Lista de aves reportadas en la Isla de Desecheo, 1900-2010.	205
II	Evaluación de riesgo para las aves en Desecheo NWR, Alternativas B y C	208
III	Evaluación de riesgo para las aves en Desecheo NWR, Alternativas D y E	210
IV	Ecología de alimentación y vías potenciales de exposición al toxico en aves en Desecheo NWR.	212
V	Evaluación de riesgo para reptiles en Desecheo NWR, Alternativas B y C	214
VI	Evaluación de riesgo para reptiles en Desecheo NWR, Alternativas D y E	215
VII	Factores de Conversión	216
VIII	Comunicaciones Inter-agénciales	217

Lista de Tablas

Numero	Titulo	Pagina
2.1	La composición de dos productos de cebo registrados para propósitos de conservación en los Estados Unidos	16
2.2	Intentos conocidos de erradicaciones de ratas a nivel mundial usando productos de cebo de diphacinone	19
2.3	Valores de LD_{50} para *Rattus* sp. expuestas a brodifacoum y diphacinone	22
2.4	Resumen comparativo de acciones por alternativa	58
3.1	Temporada de reproducción de aves marinas en islas de Puerto Rico	72
4.1	Impactos de la Alternativa B (dispersión aérea de brodifacoum con retención de reptiles en cautiverio) en los recursos biológicos.	140
4.2	Impactos de la Alternativa C (dispersión aérea de brodifacoum) en los recursos biológicos	146
4.3	Impactos de la Alternativa D (dispersión aérea de diphacinone con retención de reptiles en cautiverio) en los recursos biológicos	167
4.4	Impactos de la Alternativa E (dispersión aérea de diphacinone) en los recursos biológicos	172

Lista de Figuras

Numero	Titulo	Pagina
2.1	Pruebas de campo midiendo la absorción de placebo en la Isla de Desecheo, febrero - marzo 2010	29
3.1	(A) Mapa aéreo de la Isla de Desecheo NWR (B) Mapa Topográfico de Desecheo NWR	63
3.2	Datos promedio mensuales del clima cerca a la Isla de Desecheo entre 1968 y 2010.	64
4.1	Cicatrices observadas en la culebra corredora de Puerto Rico como consecuencia de posibles ataques de ratas, Desecheo 2010	97
4.2	(a) Rata negra forrajeando en fruto de higo chumbo en Isla de Mona, Puerto Rico, (b) Daño a rama de árbol de Almacigo (*Bursera simaruba*) por forrajeo de la rata negra, Desecheo NWR marzo 2011.	107

Lista de Acrónimos

AZA	Association of Zoos and Aquariums
CEQ	Council on Environmental Quality
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization
CWA	Clean Water Act
EA	Environmental Assessment
EIS	Environmental Impact Statement
EPA	U.S. Environmental Protection Agency
ESA	Endangered Species Act
DEQ	Department of Environmental Quality
DNER	Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources
EQB	Puerto Rico Environmental Quality Board
FIFRA	Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act
GIS	Geographic Information System
GPS	Global Positioning System
MBTA	Migratory Bird Treaty Act
MLD	Method Limit of Detection
MMPA	Marine Mammal Protection Act
MPA	Marine Protected Area
NEPA	National Environmental Policy Act
NHPA	National Historic Preservation Act
NMFS	National Marine Fisheries Service
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NPDES	National Pollutant Discharge Elimination System
NWR	National Wildlife Refuge

NWRS	National Wildlife Refuge System
NWRSAA	National Wildlife Refuge System Administration Act
NWRSIA	National Wildlife Refuge System Improvement Act
PPE	Personal Protective Equipment
SHPO	State Historic Preservation Office
SUP	Special Use Permit
USDA/APHIS	U.S. Department of Agriculture/Animal and Plant Health Inspection Service
USVI	United States Virgin Islands
UXO	Unexploded Ordnances

Glosario

Ingrediente activo	Componente químico integrado en el cebo destinado a matar ratas. Típicamente expresado en concentraciones (e.j. partes por millón o ppm).
Dispersión aérea	Método desarrollado para dispersar cebo de ratas desde el aire hacia el terreno. Usualmente ha sido usado para programas de erradicación de animales donde la topografía del terreno impide el éxito de las operaciones terrestres. El cebo es dispersado mayormente desde helicópteros.
Anticoagulante	Sustancia que impide la coagulación sanguínea. Los anticoagulantes utilizados para cebo de ratas hacen parte de los compuestos de primera y segunda generación. Estos compuestos fueron desarrollados en contraste con los anticoagulantes para los cuales las poblaciones de roedores han desarrollado resistencia genética (compuesto de primera generación) con anticoagulantes que podrían matar a individuos resistentes (segunda generación).
Comensalismo	Relación entre dos organismos en donde uno se beneficia pero el otro no se perjudica ni tampoco se beneficia. Típicamente, las ratas marrones son vistas como comensales con humanos, donde las ratas se benefician pero las personas no.
Dispersión manual	Método utilizado para dispersar cebo de ratas manualmente en el terreno. Típicamente, el cebo es dispersado de forma sistemática a una taza estandarizada para que el área a cubrirse sea completada.
Especies introducidas	Especies que se encuentran fuera de su área natural (en el pasado y presente), dispersión potencial (ej. fuera del área que ocupa naturalmente o podría no ocupar sin la introducción

	directa o indirecta) (IUCN 2000). Nota: no todas las especies introducidas son invasoras.
Especies invasivas	Especies que se encuentran fuera de su área natural (en el pasado y presente), dispersión potencial (ej. fuera del área que ocupa naturalmente o podría no ocupar sin la introducción directa o indirecta) y que se han establecido en ecosistemas o hábitats naturales o semi-naturales representando un agente de cambio y amenazando a la diversidad biológica nativa (IUCN 2000). También son conocidas como especies exóticas invasoras.
LD_{50}	Dosis letal mediana. La dosis por vía oral estimada para que cause la muerte a un 50 porciento de los animales sometidos a una prueba. El LD_{50} está expresado en mg del ingrediente activo por kg del peso del animal.
LC_{50}	Concentración letal mediana. La concentración alimentaria estimada para que cause la muerte a un 50 porciento de los animales sometidos a una prueba. LC_{50} esta expresada en ppm.
Especies migratorias	Especie de ave que se encuentra en la región del Caribe durante un periodo de tiempo en el año, ya sea invierno o verano. Para aves migratorias neotropicales el periodo de migración hacia el Caribe durante el invierno es usualmente desde septiembre hasta abril y durante el verano para especies que se reproducen en el Caribe es típicamente desde Marzo a Octubre. Algunas especies están solo de transito en Puerto Rico durante esos periodos en ruta hacia otro país.
Especies no-nativas	Especies que se encuentran fuera de su área natural (en el pasado y presente), dispersión potencial (e.j. fuera del área que ocupa naturalmente o podría no ocupar sin la introducción directa o indirecta) (IUCN 2000). Nota: no todas las especies no-nativas son invasoras.
Especies de riesgo	Organismo que involuntariamente se encuentra en riesgo por los efectos adversos del cebo de ratas.
Cebo inerte	Cebo sin la presencia del ingrediente activo. Usualmente usado en pruebas de campo.
Riesgo primario	Riesgo a organismos de riesgo y no riesgo que puedan consumir el cebo.

Especies residentes	Especies que se encuentran todo el año en Puerto Rico y que también se reproducen. Un residente en la Isla de Desecheo, es una especie que se encuentra todo el año en la Isla y que también se reproduce allí.
Roedor	Nombre común utilizado para el orden taxonómico de mamíferos llamado Rodentia. Algunos roedores comunes son las ratas, ratones y ardillas.
Rodenticida	Término usado para compuestos químicos elaborados para matar ratas.
Cebo de ratas	Producto comercial o no comercial (de uso restringido) que contiene un compuesto químico elaborado para matar roedores. Típicamente, este producto es elaborado para ser un sustituto de alimento (comprimido en granos) atractivo a los roedores. Productos para cebo están disponibles en diversas formas tales como bloques con cera o sin cera, cereales, alimentos, pastillas, líquidos o polvos de rastreo.
Erradicación de roedores	Es la completa y permanente remoción de cada roedor encontrado en un lugar. Típicamente, esta solo puede ser completada cuando los roedores llegan al lugar, después de la erradicación no puede ser posible, ej. en una isla aislada.
Control de roedores	Es el manejo de una población de roedores con el propósito de mantener la abundancia y/o densidad más baja que la capacidad que puede llevar el ambiente y controlarlos a un nivel poblacional donde el impacto de los roedores sea reducido (ej. para la biodiversidad, salud o propósitos agrícolas). Este método es típicamente usado donde existe una constante inmigración (re-invasión) al área de interés.
Riesgo secundario	Riesgo a los organismos depredadores o carroñeros que se alimentan de los organismos que han ingerido el cebo.
Toxico	Químico utilizado para matar roedores, típicamente integrado en el cebo de roedores.

1 PROPÓSITO Y NECESIDAD

1.1 Introducción

El Servicio de Pesca y Vida Silvestre (o "el Servicio") propone llevar a cabo las siguientes acciones en la isla de Desecheo, la cual es manejada como el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Desecheo ("el Refugio"):

- Erradicación de la rata negra *(Rattus rattus*); y
- Prevención y plan de respuesta de emergencia en la eventualidad de una re-invasión de ratas, otros roedores invasivos u otros animales no-nativos a las islas.

De acuerdo con la Ley de Política Ambiental Nacional de 1969 (NEPA) (42 USC 4321 *et. seq*., según enmendado), y las regulaciones de la Junta de Calidad Ambiental (CEQ, por sus siglas en inglés para la implementación del NEPA (40 CFR 1500 *et seq*.)), agencias Federales deben considerar los impactos ambientales de las acciones, proyectos, programas, pólizas, o planes que sean implementados, financiados, permitidos, o controlados por una agencia o agencias federales de la cual propongan llevar cabo. Específicamente, agencias Federales deben considerar los impactos ambientales de la implementación de una variedad de alternativas para implementar una acción, y dar a conocer al público en general el impacto ambiental de cada alternativa presentada. Si se identifican impactos ambientales adversos, NEPA requiere que la agencia demuestre evidencia de sus esfuerzos por reducir estos impactos mediante mitigación. Un análisis ambiental, tal como la presente Evaluación Ambiental (EA, por sus siglas en inglés), documenta que la agencia ha considerado y estudiado estos impactos.

Esta Evaluación Ambiental será usada por el Servicio para solicitar la participación del público en general y para determinar si la implementación de cualquiera de las alternativas aquí presentadas tendrá un impacto significativo en la calidad del ambiente humano.

1.2 Propósito de la Acción Propuesta

El propósito de la acción propuesta es cumplir con la meta del Servicio de manejar, proteger y restaurar el ecosistema de la isla de Desecheo, particularmente las aves marinas, reptiles y plantas nativas, mediante la erradicación de ratas invasivas.

1.3 Necesidad de Tomar Acción

1.3.1 Resumen de Impactos Potenciales de las Ratas en La Isla de Desecheo y los Beneficios Anticipados de la Erradicación de Ratas

Los roedores fueron introducidos al Refugio Nacional de Vida Silvestre de Desecheo a principios de los años 1900 y junto con la introducción de los monos rhesus *(Macaca*

mulatta) las poblaciones de aves marinas que una vez se reprodujeron en la isla han sido severamente reducidas (Evans 1989, Meier et al. 1989).

Históricamente, la isla de Desecheo era uno de los mayores lugares de reproducción de aves marinas. A principio de los 1900s decenas de miles de aves marinas de ocho especies anidaban en la isla, incluyendo de 8-10,000 bobas pardas *(Sula leucogaster)*, 2,000 bobas patirrojas *(Sula sula)* y 1,500 gaviotas monjas (*Onychoprion anaethetus)* (Bowdish 1900, Wetmore 1918, Struthers 1927, Meier et. al. 1989). Subsecuentemente, Meier y colegas (1989) reportan una disminución general de aves en reproducción entre los años 1970 y l1980 (Morrison y Menzel 1972, Kepler 1978, Raffaele 1989) tal que en 1986 y 1987 entre diez y algunos cientos de parejas de cinco especies de la isla fueron reportadas, muchos de los cuales nunca anidaron. En 1998, Breckon (1998) reportó haber visto sólo un ostrero *(Haematopus palliates*). En el 2010 (después de una reducción significativa de monos introducidos y la remoción total de cabros salvajes introducidos) se registraron menos de 100 bobas pardas que volvieron a establecerse en dos o tres sitios de la isla, un pareja de cervera parda *(Anous stolidus)* se encontró anidando en la isla y 17 parejas de gaviota monja fueron reportados anidando dentro de la isla y en isletas cerca de la costa de Desecheo (Island Conservation 2010b).

Históricamente, la isla de Desecheo ha sido objeto de una serie de impactos humanos. Los cabros salvajes fueron introducidos en 1788 y en los años 1920, los bosques fueron talados para cultivos temporales. La antigua área de cultivos fue revertida a pastizales y luego quemada por pescadores que visitaban la isla para mantener el hábitat para beneficio de cangrejos de tierra. Entre 1940 y 1952, Desecheo fue usado por el Departamento de Guerra de los Estados Unidos como lugar de bombardeo y entrenamiento durante la Segunda Guerra Mundial, y continuó sirviendo como lugar de entrenamiento hasta el 1960 para de las Fuerzas Aéreas de Estados Unidos (Woodbury et. al. 1971). Todas estas actividades en conjunto con la colecta de huevos de aves marinas por parte de los pescadores en los años 1980 tuvieron un impacto en las colonias de aves marinas en la isla. Sin embargo, hasta 1,500 bobas pardas y 1,000 bobas patirrojas todavía ocupaban la isla en los años 1970 (Noble y Meier 1989), una población muy reducida, pero no existente hoy día. La introducción de monos rhesus en 1966 parece haber detenido la reproducción de aves marinas en la isla y haberlas llevado a la extirpación (Struthers 1927, Evans 1989, Meier et. al. 1989, Noble y Meier 1989). El restablecimiento de las colonias de aves marinas en Desecheo podría ser impactado por la continua presencia de ratas, aún en la ausencia de monos rhesus. Las aves marinas pequeñas que anidan en el suelo, incluyendo las que anidan en acantilados menos accesibles a los humanos y los monos rhesus, aparentan haber sufrido el mayor impacto de la depredación de ratas hacia los huevos, pichones y adultos (Atkinson 1985, Towns et. al. 2006, Jones et. al. 2008).

Las especies de aves terrestres, tales como la tórtola cardosantera *(Zenaida aurita)* y el zorzal pardo *(Margarops fuscatus)* probablemente anidaron en números significativos en la isla (Wetmore, 1918). Hoy su abundancia parece ser más reducida. En los años 2009 y 2010, de 30 estaciones de punto de conteo solo un 10 a 27 porciento fue ocupado por el zorzal pardo, y de 0 a 3 porciento por la tórtola cardosantera (Island Conservation, información no publicada). Los monos rhesus y las ratas aparentan haber causado la

extirpación del pájaro bobo menor *(Coccyzus minor)* en la isla. En el año 2003 el pobre estado de las aves terrestres quedó demostrado cuando sólo dos zorzales pardos fueron capturados en 256 horas de trabajo de campo (Earsom 2003a). Es probable que la depredación de parte de los monos rhesus haya enmascarado la depredación de parte de las ratas, lo cual es muy conocido para islas en donde anidan especies de aves marinas (Taylor et. al. 2000, Jouventin et. al. 2003).

Los monos y las ratas aparentan haber impactado las especies nativas y endémicas de reptiles en Desecheo. Existe evidencia que indica que las ratas afectan la abundancia y el reclutamiento de reptiles de otras regiones (Cree et. al. 1995), y la acción de eliminar las ratas de islas costeras, es una estrategia utilizada y probada para proteger estos reptiles amenazados (Towns 1991, 1994, Daltry et. al. 2001, Towns et. al. 2001, Towns et. al. 2007). Desecheo alberga tres especies endémicas de reptiles: la siguana de Desecheo *(Ameiva desechensis)*; lagartijo común de Desecheo *(Anolis desechensis)* y la salamanquita o geco de Desecheo *(Sphaerodactylus levinsi)*, como también dos especies nativas: la culebra corredora de Puerto Rico *(Borikenophis portoricensis)* y la Santa Lucía o eslizón de Puerto Rico *(Mabuya sloanii)*. Los pocos estudios realizados sobre reptiles endémicos sugieren que la siguana o Ameiva de Desecheo, el lagartijo común de Desecheo y la salamanquita o geco de Desecheo son relativamente abundantes (Meier y Noble 1990a, 1991) (Island Conservation información no publicada), pero la corredora de Puerto Rico y la Santa Lucía no son comúnmente encontrados. No obstante, la depredación por ratas del lagarto común de Desecheo ha sido observada (Island Conservation 2010c) y se entiende que las cicatrices en la cola observadas en las corredoras son causadas por las ratas, sugiriendo que la depredación e intento de depredación probablemente está ocurriendo.

Finalmente los tres invertebrados endémicos (el escorpión endémico *Shizomus desecheo*, y dos arañas endémicas *Clubiona desecheonis y Camillina desecheonis)* son probablemente presa directa de las ratas, e indirectamente afectadas por la alteración del hábitat por las ratas. El escorpión ha sido encontrado, y se cree restringido a los valles del oeste y centro de la isla debido a la escasez de vegetación y hojarasca apropiada (Camilo y Cokendolpher 1988, Island Conservation información no publicada) (Island Conservation, información no publicada). Los últimos individuos de cabros salvajes *(Capra hircus)*, fueron removidos en el 2008, restringieron el hábitat disponible para el guabá y otros invertebrados debido al pastoreo excesivo y por consiguiente la modificación de su hábitat. Las ratas también podrían impactar indirectamente la abundancia y la riqueza de especies de invertebrados y a la fauna de micro-invertebrados encontrada en el suelo, debido a la alteración de los nutrientes del suelo y a las comunidades vegetales (Towns et. al. 2009).

En Desecheo, las ratas invasivas parecen causar el impacto más grande en pájaros anidando, por la depredación de huevos y pichones. Además, depredan las semillas de plantas endémicas, reduciendo la regeneración natural, depredando también los reptiles más pequeños y los invertebrados endémicos. Se anticipa que la erradicación de ratas en Desecheo permitirá la recolonización de aves marinas, contribuirá en la recuperación de colonias de aves marinas en la isla; aumentará la abundancia de aves terrestres residentes; eliminará la amenaza de depredación a los reptiles endémicos de la isla, aumentará la cubierta vegetal y la abundancia de bosques; y mejorará la abundancia en general de la

biodiversidad de la isla. Por otro lado, se espera que la erradicación de ratas permita la recuperación, a largo plazo, de una gran población reproductiva de boba parda y boba patirroja y aumente la abundancia del cactus higo chumbo *(Harrisia portoricensis*).

1.4 Trasfondo: El Problema de Ratas Invasivas en Islas

1.4.1 La Importancia de Ecosistemas Isleños

Es ampliamente aceptado que el mundo natural se encuentra enfrentando una alta tasa de extinción de especies (Raup 1988); que las más recientes extinciones están directamente atribuidas a la actividad humana (Diamond 1989), y que por razones éticas, culturales, estéticas y económicas la tasa actual de extinción es preocupante (Ehrlich 1988, Ledec y Goodland 1988). Una de las mayores causas a nivel mundial de extinciones antropogénicas es la introducción de especies invasivas. Las especies invasivas son responsables por el 39 porciento de la extinción de animales reportados desde 1600 por lo cual le es atribuida la causa (Centro de Monitoreo de Conservación Mundial, 1992).

Los ecosistemas de islas son áreas claves para la conservación de la biodiversidad. Si bien las islas componen sólo el tres porciento de la superficie terrestre, son refugios para 15 a 20 porciento de todas las especies de plantas, reptiles y aves (Whittaker 1998). Sin embargo, poblaciones pequeñas en tamaño y la limitación de hábitats disponibles hacen las especies endémicas a las islas, vulnerables a la extinción y su adaptación a ambientes aislados las hacen especialmente vulnerables a especies invasivas agresivas (Elton 1958, Diamond 1985, 1989, Olson 1989). De las 484 especies de animales reportados en peligro de extinción desde los años 1600, 75 porciento eran especies endémicas a islas (Centro de Monitoreo de Conservación Mundial 1992).

Las islas son de alto valor para la conservación de la biodiversidad porque:

- Un gran porcentaje de su biota son especies y subespecies endémicas con poblaciones pequeñas, lo cual las hace particularmente susceptibles a la extinción.
- Son hábitats importantes para los animales, tales como aves marinas y tortugas, que se alimentan a lo largo de miles de kilómetros cuadrados de mar, pero son dependientes de pequeñas islas aisladas para la reproducción segura. La protección de estos animales en sus áreas de reproducción es más fácil y más costo-efectivo que protegerlos de amenazas en el mar (como los desechos plásticos o el enredo deliberado en artefactos marinos) que pueden afectarlos en cualquier lugar a lo largo de sus viajes (Wilcox y Donlan 2007).
- Muchas islas pequeñas están escasamente habitadas o son inhabitadas por humanos, manteniendo así el costo de protección socio-económico bajo.

En resumen, al restaurar y proteger islas se pueden mantener ecosistemas funcionales sin los grandes gastos de adquisición y de administración de terrenos, o conflictos significativos con población humana local.

1.4.1.1 Impacto de las Ratas en los Ecosistemas de Islas

El impacto de la introducción de mamíferos depredadores es una de las principales causas de la extinción de especies en islas (Blackburn et. al. 2004, Duncan y Blackburn 2007). Ratas que viven en estrecha asociación con humanos (la rata de Noruega *Rattus norvegicus*, rata negra y rata de Polinesia *R. exulans*) han sido introducidos mundialmente en un 90 porciento de las islas y tienen un impacto marcado en los ecosistemas de islas (Towns et. al. 2006). En adición, la extinción de muchos mamíferos, aves, reptiles e invertebrados ha sido atribuido al impacto de ratas invasivas (Andrews 1909, Daniel y Williams 1984, Meads et. al. 1984, Atkinson 1985, Tomich 1986, Hutton et. al. 2007) y un estimado de un 40-60 porciento de las extinciones registradas globalmente fueron causadas por ratas invasivas (Atkinson 1985).

Incluso, si las especies no son extirpadas, las ratas pueden tener efectos negativos directos e indirectos en especies nativas y la funcionalidad del ecosistema. Por ejemplo, comparaciones de islas infectadas de ratas e islas libres de ratas y experimentos pre y post erradicación de ratas, han demostrado que las ratas han reducido el tamaño de la población y el reclutamiento de aves (Campbell 1991, Thibault 1995, Jouventin et. al. 2003), reptiles (Whitaker 1973, Bullock 1986, Towns 1991, Cree et. al. 1995), plantas (Pye et. al. 1999) e invertebrados terrestres (Bremner et. al. 1984, Campbell et. al. 1984). En particular, las ratas han impactado significativamente a las aves marinas, depredando los huevos, pichones y adultos, además de causar reducciones poblacionales, con el impacto más severo en las aves marinas que anidan en cavidades (Atkinson 1985, Towns et. al. 2006, Jones et. al. 2008).

En adición a la depredación en las colonias locales de aves marinas, las ratas se alimentan oportunísticamente de plantas y alteran las comunidades vegetales de las islas (Campbell y Atkinson 2002), en algunos casos degradando la calidad del hábitat de anidaje para aves que dependen de la vegetación. En la isla de Tiritiri Matangi, Nueva Zelandia, los frutos maduros, semillas y el sotobosque aumentaron en abundancia luego de la erradicación de ratas de la isla, indicativo de su impacto previo en la vegetación (Graham y Veitch 2002).

Las ratas han sido documentadas afectando la abundancia y estructura de edades de invertebrados intermareales (Navarrete y Castilla 1993), afectando directa e indirectamente la riqueza de especies y la abundancia de una serie de invertebrados (Towns et. al. 2009) y contribuyendo a la disminución de caracoles terrestres endémicos en Hawaii (Hadfield et. al. 1993), Japón (Chiba 2010) y Samoa Americana (Cowie 2001).

También hay evidencia que las ratas alteran propiedades claves del ecosistema. Por ejemplo, el carbono total del suelo, nitrógeno, fósforo, nitrógeno mineral, nitrógeno de origen marino y el pH son más bajos en islas invadidas por ratas en relación con áreas libres de ratas (Fukami et. al. 2006). En hábitats rocosos intermareales las ratas invasivas han afectado la abundancia de invertebrados y algas marinas, cambiando la estructura de la comunidad intramareal de algas a un sistema dominado por invertebrados (Kurle et. al. 2008). Tales cambios son resultado de los efectos indirectos negativos de las ratas causando una reducción en las colonias de aves marinas; la depredación por ratas

comúnmente lleva las colonias de aves marinas cerca de la extirpación (Moller 1983, Atkinson 1985, McChesney y Tershy 1998), resultando en la pérdida de nutrientes derivados de aves marinas en las islas (Fukami et. al. 2006). En los lugares donde la ratas coexisten con otros depredadores (tal como los gatos o aves depredadoras), el impacto directo colectivo en las aves marinas de depredadores introducidos es mayor que la suma del impacto individual, porque las ratas también actúan como una fuente de alimento para depredadores en la ausencia de aves marinas en las islas (Moors y Atkinson 1984, Atkinson 1985).

Dado a la extensa y exitosa colonización de ratas en las islas y su impacto en las especies nativas, las ratas son identificadas como especies claves para erradicar (Howald et. al, 2007).

1.4.1.2 Erradicación de Roedores de Islas

La primera erradicación exitosa de roedores fue en el 1951 en la Isla Rouzic en Francia (Lorvelec y Pascal 2005). Subsecuentemente, entre 1970 y 1980 biólogos de Nueva Zelandia desarrollaron la metodología de técnicas para la erradicación sistemática de roedores y erradicaron con éxito las ratas de varias islas pequeñas (Moors 1985, Thomas y Taylor 2002). Partiendo de estos éxitos y con la aplicación de nuevas técnicas y búsquedas para monitorear la operación, las ratas fueron erradicadas de islas mucho más grandes culminando en la Isla Campbell en 2002 (11,300 ha), siendo la isla más grande de la cual las ratas han sido totalmente erradicadas (Taylor y Thomas 1989, Taylor y Thomas 1993, Cromarty et. al. 2002, Morris 2002, Clout y Russell 2006).

Al día de hoy, la erradicación exitosa de ratas ha sido lograda en al menos 304 islas en 24 países diferentes, incluyendo 284 islas de las cuales *Rattus sp*. ha sido erradicada, y 153 de las cuales las *Rattus rattus* ha sido erradicada (Howald et. al. 2007, Island Conservation re-análisis de los datos) (ver también Parkes and Fisher 2011 para una evaluación más reciente de intentos de erradicación a nivel global). La metodología fundamental que todas estas erradicaciones usaron, con excepción de una, fue la liberación de cebo que contiene un rodenticida, a cada área de las islas con potencial de tener roedores. El cebo fue típicamente liberado durante una época del año cuando las ratas están relativamente escasas de alimento, según lo indica la disminución en recursos de poblaciones dependientes de los mismos. Dependiendo de la topografía y el tamaño de la isla, el clima, el conjunto de especies nativas, logísticas operacionales y otros factores, estos proyectos de erradicación aplicaron cebo utilizando estaciones o dispersándolo, o ambas. Las estaciones fueron típicamente alineadas en un patrón cuadriculado. La dispersión puede haber sido manual o utilizando esparcidores suspendidos debajo de helicópteros (Howald et. al. 2007).

1.4.1.3 Beneficios de la Erradicación de Ratas

Los beneficios de conservación de la erradicación global de ratas incluyen el aumento en la abundancia y parámetros poblacionales de una variedad de taxones incluyendo aves

marinas, aves terrestres, reptiles, mamíferos, plantas y la recuperación general del ecosistema. Debido al muy bien documentado impacto de las ratas en las aves marinas (Jones et. al. 2008), la eliminación de ratas provee protección casi de inmediato para las colonias de aves marinas existentes. En México Occidental, la erradicación de ratas negras de cinco islas resultó en la protección de 46 poblaciones de aves marinas (Aguirre-Muñoz et. al. 2008). Beneficios directos a aves marinas en reproducción también han sido reportados, incluyendo un aumento en los lugares de anidaje, intentos de anidaje, incubación exitosa y disminución en la depredación de nidos (Jouventin et. al. 2003, Whitworth et. al 2005, Smith et. al. 2006, Amaral et. al. 2010). Aumentos en aves terrestres nativas después de la erradicación de ratas también han sido reportados. En Nueva Zelandia, la abundancia de cuatro especies de aves terrestres nativas aumentó entre un 10 a un 178 porciento durante tres años después de la erradicación de ratas (Graham y Veitch 2002) y especies endémicas han recolonizado islas, luego de haber sido eliminadas las ratas (Barker et. al. 2005, Ortiz-Catedral et. al. 2009). También en Nueva Zelandia, la erradicación de roedores ha sido usada para restaurar poblaciones de reptiles endémicos y nativos. En 1998, roedores han sido removidos de 25 islas proveyendo beneficios potenciales para la tuatara (*Sphenodon sp.*), dos especies de gecos del género *Naultinus*, seis especies de gecos del género *Hoplodactylus*, cinco especies de eslizones del género *Cyclodina* y siete especies de eslizones del género *Oligosoma* (Towns 1994, Cree et. al. 1995, Towns et. al. 2007). Los mamíferos que viven en islas también se han beneficiado de la erradicación de roedores, incluyendo un ratón en California (Howald et. al. 2010) y dos especies de musarañas en Francia (Pascal et. al. 2005). Al nivel del ecosistema, la restauración de los bosques nativos ha sido documentada como el resultado de un aumento sustancial en el número de arbustos y plántulas después de la erradicación de ratas de Noruega (Allen et. al. 1994).

En adición a los beneficios directos a la biodiversidad, la erradicación de ratas ha sido llevada a cabo para crear refugios libre de ratas para la fauna y flora nativa y endémica que están en riesgo por el impacto de ratas en otros lugares de su distribución. Para el año 2003, roedores habían sido erradicados de más de 90 islas costeras en Nueva Zelandia, creando el potencial de trasladación de aves nativas, reptiles, anfibios e invertebrados a refugios libre de depredadores (Towns y Broome 2003).

1.5 Autoridad y Responsabilidad para Actuar

La erradicación de ratas invasivas de Desecheo está autorizada, y en muchos casos es mandatorio, por varias regulaciones federales que requieren la conservación y restauración de la vida silvestre y el hábitat bajo su jurisdicción.

La misión del Servicio de Vida Silvestre y Pesca de Estados Unidos es trabajar con otros para “conservar, proteger y mejorar la pesca, vida silvestre y plantas y su hábitat para el continuo beneficio del pueblo americano”. La amenaza de especies invasivas a la cual se expone el hábitat y la vida silvestre nativa hace que su erradicación sea una de las primeras prioridades del Servicio. Disminuir o eliminar el impacto de especies invasivas en Desecheo es una meta importante para el Servicio.

La Ley de Pesca y Vida Silvestre de 1956 (16 U.S.C 742a-742j, excluyendo 742 d-1, 70 Stat. 1119), según enmendada ofrece orientación general que puede ser deducida para incluir el control de especies invasivas, que solicita al Secretario del Interior de Estados Unidos para que tome acción "requerida para el desarrollo, manejo, avance, conservación y protección de los recursos de la pesca y la vida silvestre".

La Ley de Administración del Sistema de Refugio Nacional de Vida Silvestre de 1966 (NWRSAA) (16 USC 668dd) establece el Sistema de Refugio Nacional de Vida Silvestre; para que sea administrado por el Servicio. Entre otras regulaciones, l*a Ley de Administración del Sistema de Refugio Nacional de Vida Silvestre* solicita que el Servicio provea la conservación de peces, vida silvestre y plantas y sus hábitats dentro del Sistema; y además que garantice quela integridad biológica, la diversidad y la salud ambiental del sistema sean mantenidas.

La Ley *de Especies en Peligro de Extinción de 1973 (ESA)* (16 USC 1531-1544, 87 Stat. 884), según enmendada, dirige al Servicio a conservar los ecosistemas de los cuales dependen especies en peligro y amenazadas.

La Ley de Mejoramiento del Sistema de Refugio Nacional de Vida Silvestre de 1997 (NWRSIA) que enmienda la NWRSAA, provee legislación completa sobre cómo el Sistema de Refugio debe ser manejado y usado por el público. La *Ley de Mejoramiento del Sistema de Refugio Nacional de Vida Silvestre de 1997* claramente establece que la conservación de la vida silvestre es la principal misión del Sistema de Refugios, provee orientación al Departamento del Interior de los Estados Unidos para el manejo del Sistema, provee mecanismos para la planificación del refugio y ofrece a los administradores de refugio dirección y procedimientos uniformes para tomar decisiones con respecto a la conservación de la vida silvestre y usos del sistema.

La política del *Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos* para mantener la integridad y diversidad biológica y la salud ambiental (601 FW 3, 2001), dirige a los Refugios a "prevenir la introducción de especies invasivas, a detectar y controlar las poblaciones de especies invasivas y proveer para la restauración de especies nativas y condiciones del hábitat en ecosistemas invadidos". Más allá, 601 FW 3 establece que los manejadores de refugios deben "desarrollar estrategias de manejo de plagas que incorporen la combinación más efectiva de controles mecánicos, químicos y culturales, considerando siempre el efecto de estos en la salud ambiental".

La Orden Ejecutiva Presidencial 13112 sobre Especies Invasivas (febrero 3, 1999): Sección 2(a)2, en los deberes de las agencias federales establece que: "Cada agencia federal cuyas acciones puedan afectar el estatus de especies invasivas deberá, en la medida práctica y permitida por ley, sujeto a la disponibilidad de apropiaciones, y dentro de los límites del presupuesto de administración, usar programas y autoridades pertinentes para: (i) prevenir la introducción de especies invasivas; (ii) detectar y responder rápidamente al control de poblaciones de tales especies en una manera costo efectiva y de manera ambientalmente racional; (iii) monitorear de manera precisa y confiable las poblaciones de especies invasivas, (iv) proveer para la restauración de especies nativas y condiciones del hábitat en el ecosistema que han sido invadidos, (v) conducir investigación con especies

invasivas y desarrollar tecnologías para prevenir la introducción y proveer para controles ambientalmente racionales de las especies invasivas y (vi) promover la educación pública en especies invasivas y los medios para afrontarlas". La Orden Ejecutiva 13112 define "especies invasivas" como una especie exótica (una especie que no es nativa con respecto al ecosistema en particular) cuya introducción causa o podría causar daño económico o ambiental o daño a la salud humana."

1.6 Marco Regulatorio de las Alternativas

1.6.1 Las Leyes Federales

- National Environmental Policy Act
- Endangered Species Act
- Marine Mammal Protection Act
- Migratory Bird Treaty Act
- Clean Water Act (CWA), as amended (formally, the Water Pollution Control Act, USC 33 1251 et seq.)
- National Historic Preservation Act (NHPA) of 1966, as amended)
- Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act (FIFRA) of 1947, as amended
- Archaeological Resources Protection Act of 1979, as amended, 16 USC 470
- Archaeological Resources Protection Act, 16 U.S.C. 460, et seq.
- Native American Graves Protection and Repatriation Act of 1990 (25 USC 3000-3013, as amended)
- Curation of Federally Owned and Administered Archeological Collections (36 CFR 79)
- Executive Memorandum – Government-to-Government Relations with Native American Tribal Governments (59 FR 85, April 29, 1994)
- Executive Order 13007 – Indian Sacred Sites (61 FR 104, May 24, 1996)
- Executive Order 13175 – Consultation and Coordination with Indian Tribal Governments (65 FR 218, November 9, 2000).

1.7 Alcance de la Acción Propuesta

La acción propuesta está enfocada en métodos para la erradicación de ratas invasivas en la isla de Desecheo. Otras acciones que puedan ocurrir en el futuro que no son resultado de la acción propuesta no serán analizadas en detalle en este documento. Las implicaciones potenciales de la acción propuesta en relación a acciones pasadas, presentes y futuras serán discutidas en las secciones de Impactos Acumulativos del capítulo Consecuencias Ambientales (Sección 4.13.1). Este análisis no estará enfocado en acciones de restauración en Desecheo que no sean la erradicación de ratas invasivas.

1.8 Asuntos Ambientales (Efectos Potenciales) Identificados

1.8.1 Resumen de Comentarios Recopilados

La sección 1501.7 de la regulación CEQ para la implementación de la Ley de Política Nacional Ambiental requiere que las agencias implementen un proceso, conocido como "scoping" o recopilación de información del público, para determinar el alcance de situaciones que deben ser incluidas en un análisis de impacto ambiental e identificar los conflictos ambientales principales relacionados a la acción propuesta que debe ser analizada.

El proceso de recopilación de información ("scoping") de NEPA (40CFR 1501.7) fue utilizado para determinar el alcance del análisis e identificar los asuntos y oportunidades potenciales relacionados a la acción propuesta. El proceso incluyó recopilación de información interna y externa. La recopilación interna incluyo una amplia revisión de temas biológicos, físicos y sociales asociados a erradicar ratas de la Isla de Desecheo. El Servicio y Island Conservation llevo a cabo investigaciones de campo para identificar los factores ecológicos que están siendo afectados por la presencia de ratas, así como los potenciales beneficios a los aspectos ecológicos, incluyendo la recuperación de especies debido a la remoción de ratas. La recopilación externa incluyo consultas con agencias reguladoras que hacen parte del proyecto; un resumen de estos procedimientos realizados durante el desarrollo del borrador de la Evaluación Ambiental se presenta a continuación.

A principios del año 2009, el Servicio comenzó trabajos internos para identificar asuntos, consultando expertos en islas y expertos en técnicas de erradicación de roedores. En marzo, 2010, el Servicio envió una carta a agencias potencialmente interesadas solicitando información sobre conflictos ambientales que deben ser señaladas en esta evaluación ambiental (ver Apéndice VIII). Los destinatarios de esta carta fueron:

- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico (DRNA)
- Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico (JCA)
- Junta de Planificación de Puerto Rico (JP)
- Departamento de Agricultura de Puerto Rico
- Departamento de Agricultura/Servicio de Inspección de Salud de Animales y Plantas de Estados Unidos – Servicios de Vida Silvestre (USDA/APHIS-WS)
- Arqueólogo Regional del Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre (USFWS-por sus siglas en ingles)

La carta fue también recibida por las siguientes divisiones dentro del Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre:

- Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre, Servicios Ecológicos en el Caribe
- Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre, Oficial de la oficina regional de historia y preservación de la región 4 sureste.

El Servicio recibió respuesta del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico apoyando el desarrollo de alternativas que ofrecen protección a taxones de

reptiles sensitivos en la isla (Apéndice VIII). En adición, el Servicio contactó al Arqueólogo Regional para una consulta informal con respecto a impactos potenciales a recursos históricos culturales sensitivos encontrados en Desecheo. El Arqueólogo Regional indicó que "el proyecto de erradicación de ratas en Desecheo no posee el potencial para impactar propiedades históricas", y no es requerida "la consulta con PR SHPO (Oficina de Preservación Histórica), en conformidad a la Ley de Preservación Nacional Histórica, Sección 106. (Véase el Apéndice VIII).

Adicionalmente, una consulta de sección 7 fue hecha por la oficina de Servicios Ecológicos del Caribe del Servicio de Pesca y Vida Silvestre (Apéndice VIII), una consulta informal fue realizada con el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas de NOAA respecto a las actividades y posibles impactos del proyecto. De igual manera, varias consultas relacionadas al proyecto fueron hechas a oficiales del Servicio en la oficina regional del sureste.

En octubre 2010, un taller de dos días fue llevado a cabo por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre, con el propósito de evaluar el riesgo del uso de tóxicos en especies de reptiles que no son el blanco de la operación, como también para hacer recomendaciones del manejo de esos riesgos. Al taller asistieron representantes del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico, el Zoológico de Mayagüez, el Zoológico de "Fort Worth" (Texas), Veterinarios de Vida Silvestre Internacional (Reino Unido) y "Island Conservation". Durante el taller se presentó y se discutió información sobre: el refugio de Desecheo y la propuesta de erradicación de ratas; un resumen en conjunto de los métodos para erradicar ratas; resultados de estudios de campo en Desecheo en reptiles usando un cebo inerte no tóxico; un resumen de proyectos de erradicaciones de ratas a nivel mundial con relevancia en la conservación de reptiles; observaciones de riesgos tóxicos documentados a reptiles; un resumen de ensayos de laboratorio en progreso de USDA-APHIS; el estatus de las poblaciones y la distribución de reptiles en Desecheo; la posibilidad de mantener reptiles en cautiverio; métodos de captura y transporte de reptiles desde Desecheo y los riesgos de enfermedades asociados a mantener reptiles en cautiverio y la re-liberación de animales en Desecheo.

Durante el proceso el Servicio identificó las mayores preocupaciones ambientales o efectos potenciales que son descritos en las siguientes secciones. Estas preocupaciones o asuntos fueron claves para el desarrollo de alternativas apropiadas, y el alcance y contenido del análisis de impactos ambientales para cada alternativa establecida en el Capítulo 4.

1.8.2 Efectos Potenciales: Recursos Físicos

Sub-tema: Impactos a Recursos de Agua

Porque la acción propuesta incluye la introducción de un tóxico al ambiente de Desecheo, el impacto potencial de este tóxico a la calidad del agua local (i.e. el ambiente marino) fue identificado como un impacto ambiental importante.

Sub-tema: Impactos Geológicos y a los Suelos

Porque la acción propuesta incluye la introducción de un tóxico al ambiente de Desecheo, el potencial para la transferencia y persistencia del tóxico en los suelos fue identificado como un impacto ambiental importante.

1.8.3 Efectos Potenciales: Recursos Biológicos

Sub-tema: Aves y reptiles

La erradicación de ratas incluirá el uso de un tóxico que es letal para las ratas. Los tóxicos deben usarse en el ambiente sólo si el comportamiento de ese tóxico se puede predecir con exactitud. El impacto de este tóxico a las otras especies que no son ratas y la persistencia de este tóxico en el ambiente son situaciones ambientales importantes relacionadas a los impactos de la acción a recursos biológicos, porque otros animales que no son ratas, incluyendo reptiles y aves, pueden ingerir el tóxico de manera directa e indirecta. El impacto de la erradicación de ratas en reptiles es de particular preocupación en Desecheo, porque hay tres especies de reptiles que sólo son encontradas en Desecheo (especies endémicas de isla-única), y una especie nativa ha sido evaluada como vulnerable por el DRNA (García et. al. 2005). El impacto a aves también es de particular preocupación porque es conocido que muchas aves son fisiológicamente sensitivas a rodenticidas anticoagulantes (Erickson y Urban 2004).

1.8.4 Efectos Potenciales: Ambiente Social y Económico

Sub-tema: Impacto a la Recreación y Visitantes de la Refugio

Para proteger los recursos biológicos sensitivos y limitar el acceso a las áreas con municiones Desecheo está cerrado al público. Actualmente sólo una o dos compañías turísticas visitan el ambiente costero cercano con propósitos recreacionales de "snorkeling" y buceo.

Sub-tema: Impacto a Recursos Históricos y Culturales

No hay recursos históricos y culturales conocidos en Desecheo.

2 ALTERNATIVAS

2.1 Introducción

Como parte del proceso analítico mandatorio por la Ley de Política Nacional Ambiental (NEPA), sección 102(2)(E) requiere que todas las agencias Federales "estudien, desarrollen y describan alternativas a acciones recomendadas que envuelvan conflictos sin resolver, con respecto a usos alternativos de recursos disponibles." Basado en las condiciones existentes del lugar, la necesidad de acción, limitaciones e inquietudes identificadas durante el proceso inicial de alcance, cinco alternativas fueron identificadas: cuatro alternativas de acción (Alternativas B, C, D y E) y la alternativa de no acción (Alternativa A), que está incluida en el análisis de NEPA para proveer un punto de referencia con el cual comparar la magnitud de efectos ambientales de las alternativas de acciones. La alternativa de no acción describirá el régimen de manejo actual del Servicio en la isla de Desecheo con respecto a la población de ratas negras *(Rattus rattus)* y su impacto en el ecosistema de la isla.

Las alternativas de acción fueron desarrolladas enfocadas en las situaciones o conflictos identificados por especialistas dentro del Servicio, expertos en erradicación de ratas en islas y agencias regulatorias gubernamentales. Todos los individuos, agencias y organizaciones que proveyeron aportación sustancial con respecto a la acción propuesta están el Capítulo 5. Con el fin de ser retenida para consideración, una alternativa tiene que 1) tener una alta probabilidad de éxito, 2) tener una probabilidad aceptable baja para los efectos adversos en el ambiente y las poblaciones de especies de riesgo, y 3) ser permitida bajo las regulaciones que gobiernan el Refugio de Vida Silvestre Nacional de Desecheo ("el Refugio").

Las alternativas de acción serían:

- *Alternativa B: Dispersión aérea de "brodifacoum" con acción mitigadora para los taxones de reptiles endémicos*
- *Alternativa C: Dispersión aérea de "brodifacoum" sin acciones proactivas de reducción de riesgos para los taxones de reptiles endémicos*
- *Alternativa D: Dispersión aérea de "diphacinone" con acción mitigadora para los taxones de reptiles endémicos*
- *Alternativa E: Dispersión aérea de "diphacinone" sin acciones proactivas de reducción de riesgos para los taxones de reptiles endémicos*

Una serie de alternativas de acción que fueron excluidas de consideración detallada son descritas también, con las razones para su exclusión (Sección 2.8).

2.2 Alternativa A: No Acción

El análisis de alternativas de no acción es requerida bajo NEPA. Bajo la alternativa de no acción, la población de ratas en la isla no será sujeta a el manejo específico. Actualmente no hay otras actividades llevándose a cabo en Desecheo con respecto a control de ratas o prevención de introducción de nuevos roedores. Otros programas de manejo de especies invasivas en Desecheo, incluyendo la erradicación de los introducidos monos rhesus (*Macaca mulatta)* y cabros salvajes (*Capra hircus)*, continuarán basados en las decisiones previas de la agencia. Además, cualquier otro programa o proyecto relacionado, decidido e implementado bajo otras autoridades, ahora o en el futuro, continuarán su curso.

El no tomar acción para eliminar los efectos de ratas es contrario al propósito del Refugio, que es el de restaurar y proteger las colonias históricas de aves marinas y el ecosistema natural de Desecheo. También es contrario al propósito del Sistema de Refugio de Pesca y Vida Silvestre, que se dedica a la conservación, manejo y restauración de la vida silvestre y vegetación, sus hábitats y el mantenimiento de la integridad biológica, diversidad y salud ambiental para el beneficio de generaciones actuales y futuras de los americanos. Además, la eliminación de monos rhesus y cabros salvajes será de beneficio limitado mientras las ratas permanezcan en la isla.

2.3 Características Comunes para Todas las Alternativas de Acción

El propósito de la erradicación de ratas en Desecheo es conservar, proteger y mejorar el hábitat para especies de vida silvestre nativas especialmente el hábitat de anidaje y restaurar la integridad biológica de la isla. El objetivo general en una operación de erradicación de roedores exitosa es garantizar la liberación de una dosis letal del cebo a cada roedor en la isla. Esta acción propuesta presenta un análisis detallado del rodenticida liberado por dispersión aérea, como el método principal para erradicar ratas de la isla de Desecheo.

2.3.1 Cebo para Roedores

Pequeños granos de cebo (1-3 g) conteniendo un rodenticida será aplicado a una tasa necesaria para lograr la erradicación de estas ratas conforme a las instrucciones de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) establecidos en la Ley Federal de Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas (FIFRA, por sus siglas en inglés). El cebo será aplicado bajo la supervisión de un aplicador de pesticidas certificado por el Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

2.3.2 Comparación de dos Cebos Reportados para Propósitos de Conservación: Brodifacoum-25D (Alternativas B y C) y Diphacinone-50 (Alternativas D y E)

2.3.2.1 Introducción

Brodifacoum (3-[3-(4'-bromobiphenyl-4-yl)-1,2,3,4-tetrahydro-1-naphthyl]-4 hydroxycoumarin) y diphacinone (2-[diphenylacetyl]-1,3-indandione) son rodenticidas anticoagulantes. Los rodenticidas anticoagulantes son los tóxicos más usados para el

control de pequeños mamíferos a nivel mundial (Eason et. al. 2002, Hoare y Hare 2006, Howald et. al. 2007). Actúan inhibiendo la síntesis de agentes coagulantes dependientes de vitamina- K en el hígado, interfiriendo así con la habilidad de la sangre de formar coágulos, causando sangrado continuo (Hadler y Shadbolt 1975, Eason y Ogilvie 2009). La mortalidad por rodenticidas anticoagulantes es causada por hemorragia interna, típicamente después de los 3-10 días de la ingestión (Buckle y Smith 1994, Howald et. al. 2007, Eason y Ogilvie 2009).

Los anticoagulantes son agrupados como compuestos de primera o segunda generación.). Estos compuestos fueron desarrollados en contraste con los anticoagulantes para los cuales las poblaciones de roedores han desarrollado resistencia genética (compuesto de primera generación) con anticoagulantes que podrían matar a individuos resistentes (segunda generación). Los anticoagulantes de primera generación, que incluyen el diphacinone, generalmente aparentan ser los más efectivos en lograr mortalidad en los roedores cuando son consumidos durante varios días consecutivos, aunque una sola dosis alta puede causar muerte en algunos animales (Eason y Ogilvie 2009). Los anticoagulantes de segunda generación tienen un grado de toxicidad mayor que la primera generación, con valores bajos de LD_{50} (dosis letal mediana, o la cantidad requerida para matar el 50 porciento de la población bajo prueba) y típicamente son venenos de una dosis cuando son administrados en una alta concentración (Hone y Mulligan 1982) *en* (Eason y Ogilvie 2009). La toxicidad baja de los anticoagulantes de primera generación, en comparación con los productos de segunda generación, es atribuida a su pobre afinidad para fijarse a zonas en el hígado. Los anticoagulantes de segunda generación tienen una afinidad de fijamiento mayor a los anticoagulantes de primera generación (Parmar et. al. 1987) y dependiendo de la concentración en el cebo y la cantidad ingerida, se requiere de una sola aplicación para ser efectivo. Para que cualquiera de ambos tóxicos sea fisiológicamente efectivo, los niveles en el hígado deben alcanzar un límite crítico; este nivel puede variar ampliamente entre especies e inclusive entre individuos dentro de la misma especie. Sin embargo, cualquier rodenticida puede matar toda una población de ratas si los animales consumen suficiente cebo y/o los animales son expuestos al rodenticida a través de una cantidad de tiempo apropiada.

Actualmente se están considerando dos anticoagulantes para usarlos en Desecheo, que están registrados para la dispersión aérea con el propósito de erradicación de roedores en islas en los Estados Unidos y los territorios de Estados Unidos donde la EPA tiene jurisdicción:

- Brodifacoum-25D para propósitos de conservación (Laboratorios Bell, Madison, WI, EPA Reg. No. 56228-37)
- Diphacinone-50 (Hacco, Randolph, WI, EPA Reg. 56223-35)

Cada cebo es diseñado para atraer al roedor, tal es así que los roedores en las islas parecen preferir el cebo en vez de los recursos naturales disponibles en su entorno. Los ingredientes inertes presentes en este cebo son granos de no-germinación (estériles o desboronados) (Tabla 2.1).

Tabla 2.1. La composición de dos productos de cebo registrados para uso de conservación en los Estados Unidos.

Bait product name	Bait pellet size	Active ingredient		Inert ingredients		Optimal environmental conditions
		Rodenticide name	Conc^n (ppm)	Description	Conc^n (%)	
Brodifacoum-25D Conservation	~2.3 g[1]	Brodifacoum	25	Sweet, cereal flavor.	99.998	Dry climates[2]
Diphacinone-50	~1.08 g[1]	Diphacinone	50	Fish flavor[2].	99.995	Weather resistant[2]

Nota: [1]Island Conservation información no publicada ; [2]según descrito en la etiqueta de productos de cebo de EPA

Ambos productos son "pesticidas de uso restringido" de acuerdo a las etiquetas de pesticidas aprobadas por la EPA, para cada producto:

- Los productos solo pueden ser usados en islas o botes (implicando marina).
- Los productos solo pueden ser usados para la erradicación de ratas invasivas.
- Los productos están disponibles para la venta únicamente a través de tres agencias gubernamentales federales: Departamento de Agricultura de Estados Unidos/ Servicio de Inspección de Salud de Animales y Plantas (USDA/APHIS, Wildlife Services), Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos, y Servicio de Parques Nacionales de Estados Unidos, aunque estas agencias pueden hacer este producto disponible a otras agencias o entidades privadas bajo su supervisión.
- Los productos solo pueden ser aplicados por aplicadores de pesticidas certificados (una certificación generalmente expedida por el estado o territorio en el cual el cebo será aplicado) o por personas bajo su directa supervisión.

2.3.2.2 Brodifacoum y Brodifacoum-25D Producto de Cebo

Brodifacoum es el rodenticida más comúnmente usado para la erradicación de roedores en las islas. De 277 eventos exitosos de erradicación de ratas a nivel mundial (donde el tóxico aplicado era conocido), 196 (71 porciento) usaron brodifacoum como su rodenticida primario (Howald et. al. 2007, Island Conservation información no publicada). En 92 ocasiones (47 porciento) usaron estaciones con cebo como técnica principal para distribuir el brodifacoum, 58 ocasiones (29 porciento) usaron dispersión aérea como la técnica primaria y en 42 ocasiones (21 porciento) usaron dispersión manual como técnica primaria. De estas, en 33 ocasiones, (17 porciento) una combinación de estaciones de cebo, distribución manual, dispersión aérea, y/o trampas fueron usadas, siendo la más común la de dispersión aérea como técnica primaria, suplementada por la dispersión manual (14 o 7 porciento de las ocasiones) (Howald et. al. 2007, Island Conservation información no publicada).

Brodifacoum es altamente tóxico para las ratas; ingerir no más de un par de granos como alimento único o en varios eventos de alimentación, resultará en mortalidad (Erickson y Urban 2004, Eason y Ogilvie 2009). La dosis de LD_{50} ha sido lograda en ratas de Noruega

(Rattus norvegicus), consumiendo 1.5 g (0.052 oz) de brodifacoum en una sola alimentación (0.3 mg/kg a 50 ppm brodifacoum) (Buckle y Smith 1994), pero también puede ocurrir variación entre otras especies de *Rattus* (véase Tabla 2.3). La toxicidad de brodifacoum en las ratas la hace deseable como herramienta para la erradicación de ratas, porque reduce la necesidad de consistentemente hacer el cebo accesible a las ratas por un período largo de tiempo.

Brodifacoum-25D Conservation (referida aquí como Brodifacoum-25D) es un producto de cebo con cereal que no contiene cera con 25 ppm de brodifacoum, disponible en granos de 2-3g con un sabor dulce a cereal. El producto es manufacturado especialmente para propósitos de conservación; Brodifacoum-25D es para uso en climas secos y está diseñado para romperse inmediatamente cuando es expuesto a la humedad incluyendo lluvia y rocío.

Los productos Brodifacoum-25D ppm (Bell Laboratories, Madison, WI) han sido usados para erradicar ratas exitosamente en al menos cinco islas usando la dispersión aérea como la técnica primaria (Samaniego-Herrera et. al. 2009, Buckelew et. al. 2010, Howald et. al. 2010) y en una isla usando dispersión manual (Hall et. al. 2006). En adición, el cebo ha sido probado para eficacia y palatabilidad (sabor agradable) bajo condiciones de laboratorio, previo a usarse en operaciones de erradicación. Para erradicar ratas exitosamente de una isla, cada roedor debe ser expuesto a cantidades suficientes de rodenticida, por consumo directo o consumiendo otros animales que han consumido el veneno, para adquirir una dosis letal de brodifacoum. Un experimento con el cebo debe igualmente demostrar que el 100 porciento de los roedores en la prueba fueron letalmente expuestos al cebo. Los productos Brodifacoum-25 también han sido probados, con resultados favorables, en al menos tres lugares: Islas Aleutianas en Alaska (Buckelew et. al. 2006), el Atolón Palmyra en Ecuatorial Pacífico (Buckelew et. al. 2005) y Pohnpei, Micronesia en el Pacífico Occidental (Wegmann et. al. 2007).

Durante pruebas de campo, Brodifacoum-25D ha demostrado ser más aceptable para las ratas en comparación con recursos alimentarios naturales disponibles (Buckelew et. al. 2005, Howald et. al. 2005a, Buckelew et. al. 2006, Island Conservation 2010a). Brodifacoum-25D hace la palatabilidad para las ratas deseable para la erradicación de ratas, porque aumenta la probabilidad de que cada rata en la isla consuma el cebo.

Mientras que la alta toxicidad y la alta aceptabilidad son características deseables desde la perspectiva de erradicación exitosa de ratas, estas mismas características pueden ser no deseables desde la perspectiva de minimizar impactos a animales que no son objeto de la erradicación (Hoare y Hare 2006). Brodifacoum es altamente tóxico para muchas aves (Erickson y Urban 2004), y puede ser tóxico para consumidores secundarios que depredan a consumidores primarios del cebo (Rammell et. al. 1984, Dowding et. al. 1999, Stone et. al. 1999). Además, porque brodifacoum puede permanecer en los tejidos del cuerpo de especies de vertebrados e invertebrados, se ha demostrado que especies que no son objeto de erradicación pueden ser impactadas por el brodifacoum, por la exposición secundaria de depredadores, extendiéndose esta exposición a un periodo más allá del que el cebo mismo esté disponible en el ambiente (Eason et. al 2002, Fisher et. al. 2004). Los granos son manufacturados con una base granulada para hacerlo tan atractivo como comida a las

ratas, pero los granos son igualmente atractivos a otros animales granívoros y omnívoros oportunistas. Sin embargo, otras especies como los insectívoros (algunas aves terrestres, aves costeras, reptiles), herbívoros (e.j. pajaros fruteros), y carnívoros (e.j. aves marinas que comen pescado) no parecen identificar los granos como alimento y no serán atraídos a los granos como a los alimentos naturales disponibles, por tanto no parecen consumirlos intencionalmente. Además los granos serán teñidos de azul o verde para hacerlos menos atractivos a algunas aves y reptiles (Pank 1976, Tershy et. al. 1992, Tershy y Breese 1994). A pesar de esto, la mortalidad individual de aves que no son objeto de erradicación, durante varias operaciones de erradicación ha sido atribuida a los productos del cebo brodifacoum usado para estas erradicaciones (Eason y Spurr 1995, Eason et. al. 2002, Howald et. al. 2005a, Buckelew et. al. 2010).

En un esfuerzo de reducción de riesgos a la vida silvestre y a los humanos, pero para permitir que se mantengan disponibles productos rodenticida, el EPA recientemente limitó el uso de brodifacoum y nueve otros rodenticidas. Brodifacoum está actualmente limitado a aplicaciones agrícolas, operaciones de control de plagas por profesionales, y esfuerzos de restauración del ecosistema en islas (Environmental Protection Agency 2008). En adición, el Departamento de Conservación de Nueva Zelandia identifico el brodifacoum como el químico preferido para la erradicación de ratas en islas (Eason y Ogilvie 2009). Estas excepciones explícitas son lógicas a la luz de los hechos que las operaciones de erradicación de roedores en islas son fundamentalmente diferentes a las operaciones para el control de roedores. Los riesgos potenciales del uso de brodifacoum para la erradicación pueden ser prevenidos o reducidos más efectivamente en islas aisladas; con la disponibilidad del cebo por un tiempo determinado, que para operaciones de control de roedores en tierra firme o islas más grandes donde el rodenticida está disponible en el ambiente por más tiempo. Además, el alto costo y complejidad logística de llevar a cabo la erradicación de ratas en islas más grandes requiere de técnicas y herramientas que maximicen la probabilidad de erradicación exitosa en el primer intento.

2.3.2.3 Diphacinone y Diphacinone-50 Productos de Cebo

Al menos 32 erradicaciones exitosas de roedores en islas han sido reportadas usando diphacinone como tóxico primario (Tabla 2.2) (Howald et. al. 2007, Island Conservation información no publicada). Erradicaciones adicionales han sido completadas pero no hubo información disponible del resultado o ha pasado demasiado tiempo para declarar la erradicación como una exitosa. De estas erradicaciones exitosas, ocho usaron estaciones de cebo como técnica de dispersión primaria, 22 utilizaron dispersión manual y una solo uso dispersión aérea. Quince erradicaciones utilizando diphacinone fueron reportadas como fracasadas (Pierce et. al. 2003, Hall et. al. 2006, Dunlevy y Scharf 2007, Dunlevy et. al. 2008, Dunlevy y Swift 2010, Harrison 2010). A pesar de que el diphacinone tiene un record bajo de éxito en la erradicación de roedores de islas en comparación con el uso de productos de cebo brodifacoum, algún éxito se ha logrado. Es un rodenticida a menudo preferido, por el riesgo reducido al ambiente en comparación con el brodifacoum (Fisher et. al. 2003, Eason y Ogilvie 2009). Éxitos adicionales en erradicación de roedores en islas son necesarios para

demostrar que diphacinone puede competir con anticoagulantes probados, en eficacia, costo efectividad y en una escala mayor.

Tabla 2.2 Intentos de erradicación de ratas conocidos a nivel mundial usando los productos de cebo diphacinone. Códigos de países: JPN = Japón, MEX = Méjico, UK = Reino Unido, USA = Estados Unidos de América, USVI = Islas Vírgenes de Estados Unidos. [1]Warfarin fue el cebo primario usado, suplementado con diphacinone. [2]Reinvasion en el 2010. [3]Tambien se uso aplicación manual en áreas seleccionadas. [4]Brodifacoum fue usado en estaciones de cebo. [5]Recipientes para dispersar el cebo no fueron usados en las operaciones en Japón; el cebo fue dispersado manualmente o desde helicóptero. unknown = resultado desconocido por la falta de información o tiempo insuficiente desde que la operación fue completada.

Island name	Country	Species	Area (ha)	Year eradicated	Primary delivery	Outcome	Reference
Nonsuch, Bermuda	UK	*R. rattus* *R. norvegicus*	5.8	< 1985	bait stations[1]	successful	Wingate 1985
Canna Island	UK	*R. norvegicus*	1,130	2006	bait stations	successful	Anon, Natl. Trust Scotland
Chain Island, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	4	2007	hand broadcast	successful	Poncet 2011 pers. comm.
Chain Islet, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	2	2007	hand broadcast	successful	Poncet 2011 pers. comm.
Channel Islands SE, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	25	2007	hand broadcast	successful	Poncet 2011 pers. comm.
Channel Islands NW, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	26	2007	hand broadcast	successful	Poncet 2011 pers. comm.
Skull Bay Island, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	7	2007	hand broadcast	successful	Poncet 2011 pers. comm.
Green Island, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	24	2007	hand broadcast	successful	Poncet 2011 pers. comm.
Little Coffin Island, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	24	2007	hand broadcast	successful	Poncet 2011 pers. comm.
Little Coffin Islet, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	0.5	2007	hand broadcast	successful	Poncet 2011 pers. comm.
Stick-in-the-Mud Island, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	3	2007	hand broadcast	reinvaded[2]	Poncet 2011 pers. comm.
Letterbox Island, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	3	2007	hand broadcast	successful	Poncet 2011 pers. comm.
Governor Island, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	250	2008	hand broadcast	successful	Poncet 2011 pers. comm.
Big Samuel Island, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	50	2009	hand broadcast	successful	Poncet 2011 pers. comm.
Big Samuel West islets, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	3	2009	hand broadcast	successful	Poncet 2011 pers. comm.
Big Samuel SW islet, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	0.4	2009	hand broadcast	successful	Poncet 2011 pers. comm.
Big Samuel South islet, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	0.1	2009	hand broadcast	successful	Poncet 2011 pers. comm.
Little Samuel Island, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	25	2009	hand broadcast	successful	Poncet 2011 pers. comm.
Northwest Islands inner, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	35	2009	hand broadcast	successful	Poncet 2011 pers. comm.
Northwest Islands islet, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	1.5	2010	hand broadcast	successful	Poncet 2011 pers. comm.
Tea Island, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	320	2009	hand broadcast	successful	Poncet 2011
Pitt Island, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	42	2009	hand broadcast	successful	Poncet 2011
Sniper Island, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	3.4	2009	hand broadcast	unknown	Poncet 2011
The Knobs, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	1.3	2009	hand broadcast	unknown	Poncet 2011
The Knobs islet, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	0.2	2009	hand broadcast	unknown	Poncet 2011
Amy Island, Falkland Islands	UK	*R. norvegicus*	3.6	2009	hand broadcast	unknown	Poncet 2011
Kalkun Cay, USVI	USA	*R. rattus*	1	1982	hand broadcast	successful	Parkes and Fisher 2011
Steven Cay, USVI	USA	*R. rattus*	1	1983	hand broadcast	successful	Parkes and Fisher 2011
Dog Cay, USVI	USA	*R. rattus*	5	1983	hand broadcast	successful	Parkes and Fisher 2011
Buck Island Reef NM, USVI	USA	*R. rattus*	80	2000	bait stations	successful	Witmer et al. 2007
Mokoli'i, Hawaii	USA	*R. rattus*	2	2002	bait stations traps	successful	Smith et al. 2006
Dutchcap Cay, USVI	USA	*R. norvegicus*	13	2003	bait stations	successful	Pierce 2003
Congo Cay, USVI	USA	*R. rattus*	11	2003	bait stations	failed	Pierce 2003
Saba Cay, USVI	USA	*R. norvegicus* *R. rattus*	12	2003	bait stations	successful	Pierce 2003

Tabla 2.2 (continuación)

Island name	Country	Species	Area (ha)	Year eradicated	Primary delivery	Outcome	Reference
Cormorant (Bay of Islands, Alaska)	USA	*R. norvegicus*	2	2003	bait stations[3]	failed	Dunlevy & Scharf 2007
South (Bay of Islands, Alaska)	USA	*R. norvegicus*	11	2003	bait stations[3]	failed	Dunlevy & Scharf 2007
Green (Bay of Islands, Alaska)	USA	*R. norvegicus*	22	2003	bait stations[3]	failed	Dunlevy & Scharf 2007
Camouflage (Bay of Islands, Alaska)	USA	*R. norvegicus*	4	2004	bait stations	failed	Dunlevy & Scharf 2007
Black (Bay of Islands, Alaska)	USA	*R. norvegicus*	1	2004	bait stations	failed	Dunlevy & Scharf 2007
Sweet (Bay of Islands, Alaska)	USA	*R. norvegicus*	1	2004	bait stations	successful?	Dunlevy & Scharf 2007
Ina (Bay of Islands, Alaska)	USA	*R. norvegicus*	5	2004	bait stations	failed	Dunlevy & Scharf 2007
Aureola (Bay of Islands, Alaska)	USA	*R. norvegicus*	0	2004	bait stations	failed	Dunlevy & Scharf 2007
Duh (Bay of Islands, Alaska)	USA	*R. norvegicus*	0	2004	bait stations	failed	Dunlevy & Scharf 2007
Earl (Bay of Islands, Alaska)	USA	*R. norvegicus*	6	2004	bait stations	failed	Dunlevy & Scharf 2007
Bubba (Bay of Islands, Alaska)	USA	*R. norvegicus*	1	2004	bait stations	successful?	Dunlevy & Scharf 2007
North Rocks (Bay of Islands, Alaska)	USA	*R. norvegicus*	1	2004	bait stations	successful?	Dunlevy & Scharf 2007
Channel (Bay of Islands, Alaska)	USA	*R. norvegicus*	3	2004	bait stations	successful?	Dunlevy & Scharf 2007
Capella Island, USVI	USA	*R. norvegicus* *R. rattus*	9	2005	bait stations	successful	Pierce 2005
Buck Island NWR, USVI	USA	*R. norvegicus* *R. rattus*	17	2005	bait stations	successful	Pierce 2007
Mokapu, Hawaii	USA	*R. rattus*	4	2008	aerial	successful	Swenson & Duvall 2008
Lehua, Hawaii	USA	*R. rattus*	117	2008	aerial	failed	Dunlevy & Swift 2010
Egmont Key, Florida	USA	*R. rattus*	112	2009	bait stations hand broadcast	successful?	Witmer et al. 2010
Cocos Island, Guam	USA	*R. exulans* *M. musculus*	34	2009	hand broadcast bait stations[4] trapping	successful?	Parkes and Fisher 2011
San Jorge East, Gulf of Mexico	MEX	*R. rattus*	5	2000	bait stations	successful	Donlan et al. 2003
Nishijima, Ogasawara	JPN	*R. rattus*	49	2007	bait stations	failed	Hashimoto 2010
	JPN	*R. rattus*	49	2010	aerial[5]	unknown	Harrison 2010
Hagashijima, Ogasawara	JPN	*R. rattus*	28	2008	aerial	failed	Hashimoto 2010
	JPN	*R. rattus*	28	2010	aerial	unknown	Harrison 2010
Mukojima, Ogasawara	JPN	*R. rattus*	268	2008	aerial	failed	Hashimoto 2010
	JPN	*R. rattus*	268	2010	aerial	unknown	Harrison 2010
Torishima, Ogasawara	JPN	*R. rattus*	11	2008	aerial	failed	Hashimoto 2010
	JPN	*R. rattus*	11	2010	aerial	unknown	Harrison 2010
Anijima, Ogasawara	JPN	*R. rattus*	785	2010	aerial	unknown	Harrison 2010
Otoutojima, Ogasawara	JPN	*R. rattus*	530	2010	aerial	unknown	Harrison 2010

Diphacinone-50 es un producto de cebo de cereal, disponible en bloques de 1-2g, con sabor a pescado. El cebo contiene 50 ppm de diphacinone. Los granos son teñidos de color verde oscuro, que han demostrado ser menos atractivos a aves y reptiles (Pank 1976, Tershy et. al. 1992, Tershy y Breese 1994). El producto de cebo Diphacinone-50 es comparable al producto de cebo comercialmente disponible, conocido como Ramik® Green.

Ramik® Green ha sido probado en la erradicación de roedores con al menos resultados favorables parciales en las Islas Aleutianas en Alaska; las ratas fueron aparentemente erradicadas exitosamente de algunas isletas (en su mayoría <0.5ha en tamaño), pero no de todas las isletas evaluadas (Dunlevy y Spitler 2008). Aunque diphacinone ha sido probada o usada con resultados favorables en un sinnúmero de esfuerzos de control de roedores a escala paisajista (Dunlevy et. al. 2000, Spurr et. al. 2003a, Spurr et. al. 2003b), el éxito de estos esfuerzos de control no es relevante al éxito potencial de diphacinone como herramienta para erradicar roedores. El objetivo de la operación de control de roedores es reducir una población de roedores a un tamaño pequeño aceptable y mantener poblaciones de baja densidad, mientras que el objetivo de una operación de erradicación es remover permanentemente cada roedor. Esta diferencia fundamental es en ocasiones pasada por alto en discusiones de méritos relativos de diferentes productos de cebo; un producto de cebo que está disponible para usarse, atractivo a los roedores, pero tiene una baja eficacia podría ser una excelente herramienta para una operación de control, pero es inadecuado para una operación de erradicación.

Aunque diphacinone puede ser letal a algunas ratas cuando es administrado en una dosis grande, es relativamente más potente en pequeñas dosis administradas durante varios días (Buckle y Smith 1994, Timm 1994). Dosis únicas de 1.93 – 43.3 mg/kg han sido reportadas como letales para ratas de laboratorios, pero dosis de < 1 mg/kg durante cinco días continuos son más efectivos (Hone y Mulligan 1982, Jackson y Ashton 1992). Estudios de laboratorio demuestran que los valores de LD_{50} de ambas dosis, única y múltiple, para ratas expuestas a diphacinone son más altas que para brodifacoum (Tabla 2.3) y que para que ocurra la mortalidad, diphacinone generalmente debe ser consumido durante un período de varios días (Buckle y Smith 1994, Erickson y Urban 2004). Jackson y Ashton (1992) reportaron valores LD_{50} sobre un período de cinco días, de 0.21 y 0.35 mg/kg/día en ratas Noruegas domésticas y silvestres, respectivamente. Tobin (1992) demostró que para que ocurra mortalidad en ratas negras y Polinesias se requiere de 8.6 mg/kg (11.8 – 28.4 g de granos) y las ratas Noruegas requieren consumir 10 mg/kg (34.6 g por granos) en un promedio de seis a siete días, durante un promedio de cuatro a 12 días. Por lo tanto, para garantizar el 100 porciento de mortalidad en la población de ratas, el cebo necesita estar disponible y ser atractivo a ratas, y ser consumido al menos por 12 días.

La primera ventaja de diphacinone como rodenticida para propósitos de conservación es el bajo riesgo que presenta a organismos que no son objeto (ej. aves) en comparación con el brodifacoum (Eisemann and Swift 2006). Diphacinone tiene una persistencia comparativamente baja en tejidos animales, comparativamente con brodifacoum, lo cual hace que la toxicidad a especies de riesgo sea menos probable a través de una exposición secundaria (Fisher 2009).

Por otra parte, pruebas de laboratorio han indicado que diphacinone tiene baja toxicidad a aves en comparación con brodifacoum (Erickson y Urban 2004, Eisemann y Swift 2006). Sin embargo, investigaciones recientes sugieren que la toxicidad de diphacinone a algunas aves puede ser considerablemente más alta de lo pensado anteriormente (Rattner et. al. 2010), aunque en general la toxicidad de diphacinone aún así se mantiene baja en comparación con brodifacoum. Desde la perspectiva de riesgo de las especies no objeto,

diphacinone es la alternativa recomendad. Sin embargo, cuando es balanceado en contra de la efectividad, el requerimiento de exposición por largo tiempo disminuye la probabilidad de éxito, ya que no todas las ratas podrían seleccionar el cebo sobre el alimento natural durante el período de tiempo requerido.

Tabla 2.3 Valores LD_{50} para *Rattus* sp. expuestas a brodifacoum y diphacinone. Datos de Hone & Mulligan (1982); Buckle (1994); Erickson y Urban (2004).

Species	**LD_{50}** mg/kg **brodifacoum**	**LD_{50}** mg/kg **diphacinone**
Laboratory rat	0.41 (0.35 – 0.50)	2.5 (1.3 - 3.4)
	0.56 (0.47 – 0.66)	2.1 (1.5 – 2.9)
		7.0 (5.2 – 9.5)
		5-day dose @ 0.21/day=1.05
		1.9
Norway rat (wild)		5-day dose @ 0.35/day=1.75
Rat (unspecified)		3.0 (< 1 over 5 days)
Norway rat		10 (40% mortality)
Black rat		8.6 (90% mortality)
Polynesian rat		8.6 (90% mortality)
Rat (unspecified)	0.39	
Norway rat	0.3	3
Norway rat-male	0.4 (0.35-0.46)	
Norway rat-female	0.49 (0.43-0.56)	
Norway rat-male	0.42 (0.37-0.48)	
Norway rat-female	0.56 (0.46 – 0.73)	
Norway rat-male	0.98 (0.78 – 1.2)	
Norway rat-female	1.3 (1.0 – 1.6)	
Norway rat-male	0.81 (0.7 – 0.95)	
Norway rat-female	1.0 (0.4 – 2.1)	
Norway rat	0.22-0.27	
Black rat	0.65-0.73	

La acción fisiológica de diphacinone es el mismo que brodifacoum; diphacinone interfiere con la habilidad para coagular la sangre y causa sangrado abundante. Sin embargo, diphacinone y otros anticoagulantes de primera generación tienen una escasa afinidad más a la enzima que produce agentes coagulantes dependiente a vitamina-K (en comparación con brodifacoum y otros anticoagulantes de segunda generación) resultando en una coagulación más lenta en la sangre (Eason y Ogilvie 2009). También, diphacinone es metabolizado y excretado más activamente en ratas que brodifacoum; en una prueba, luego de una sola dosis de diphacinone, 80 porciento fue eliminado en heces fecales y orina dentro de los siguientes ocho días (Yu et. al. 1982). Estas propiedades indican que diphacinone generalmente toma más tiempo que brodifacoum para acumularse en el roedor para lograr una dosis letal.

En un esfuerzo para reducir los riesgos a la vida silvestre y a los humanos, pero para a la vez permitir que se mantengan comercialmente disponibles productos rodenticidas, la EPA recientemente estableció medidas para limitar los métodos de aplicación permitidos de diphacinone, junto con otros nueve rodenticidas. Diphacinone está todavía disponible para uso residencial, pero sólo en estaciones cerradas (EPA 2008). Estas nuevas regulaciones son menos estrictas que las impuestas en anticoagulantes de segunda generación,

incluyendo brodifacoum, que ya no están disponibles para uso residencial y permitido sólo para aplicaciones agrícolas, operaciones de control de pestes por profesionales y esfuerzos de restauración de ecosistemas en islas.

2.3.3 Alternativas de Acción de Probabilidades de Éxito

Todas las alternativas de acción en esta evaluación ambiental incluyen el uso de uno de los siguientes productos de cebo:

- Brodifacoum-25D; o
- Diphacinone-50

La sección de Consecuencias Ambientales (Capítulo 4) analizará los impactos comparativos de cada producto de cebo en los recursos biológicos y físicos de Desecheo. En esta sección comparamos las probabilidades de éxito de erradicación en el uso de cada producto. La eficiencia del cebo se debe a una combinación de la toxicidad del rodenticida, el sabor atractivo y aceptabilidad del producto, el método de aplicación del cebo y otros factores. Es fundamental reconocer que las diferencias en toxicidad y aceptabilidad entre ambos productos disponibles, resulta en distintas probabilidades de erradicación exitosa de ratas.

En un nivel básico, desde la perspectiva de eficiencia operacional, brodifacoum es una mejor alternativa que diphacinone para la erradicación de ratas, porque el alto grado de toxicidad y eficacia de brodifacoum representa una gran probabilidad de éxito en la erradicación de ratas. En adición, para la dispersión de cebo, es más importante una mayor eficiencia en comparación con las estaciones donde el cebo puede ser expuesto por largos periodos de tiempo. Se ha probado que la erradicación de ratas puede ser exitosa usando brodifacoum, con una o dos aplicaciones aéreas. Para el diphacinone, sólo en unas pocos proyectos de erradicación han usado aplicación aérea (Tabla 2.2), lo que indica que no se ha probado aún, de manera extensa una estrategia para este tipo de aplicación. Dado el conocimiento de que diphacinone es fisiológicamente más efectivo en dosis bajas repetidas y que las erradicaciones exitosas usando estaciones de cebo han requerido que el cebo de diphacinone esté expuesto por largos períodos de tiempo, la aplicación aérea de diphacinone requerirá múltiples aplicaciones. Por lo tanto, la erradicación con brodifacoum, usando las técnicas aéreas será más costo efectivo y más eficiente en términos de esfuerzo, que la dispersión de diphacinone, que podría requerir de hasta cuatro aplicaciones de dispersión en un período de 30 días o más para hacer el cebo consistentemente disponible por el período requerido. La alta toxicidad de brodifacoum también hace que la erradicación tenga menos riesgo de fracaso. Diphacinone aplicado por dispersión aérea ha erradicado exitosamente las ratas de solo uno de cinco intentos fallidos aunque el resultado de seis proyectos adicionales de aplicación aérea es hoy en día desconocido (véase Tabla 2.2, Sección 2.3.2.3). El requisito de consumir por varias ocasiones el diphacinone es causante del poco éxito documentado usando dispersiones aéreas. En la isla de Lehua, Hawaii, donde la dispersión aérea de diphacinone en el 2009 no erradicó las ratas; los administradores de la isla creen que el éxito de la operación estuvo comprometido por las medidas reglamentarias no previstas que no permitieron a los implementadores llevar a cabo más de dos aplicaciones, así como la dispersión limitada de cebo en el área de la costa. En comparación el brodifacoum aplicado por dispersión aérea

ha sido usado exitosamente en la erradicación de ratas en al menos 58 ocasiones (Howald et. al. 2007) (Island Conservation información no publicada).

Recientes erradicaciones de ratas en las Islas Falklands usando un producto que contiene diphacinone llamado (Ditrac®) han demostrado que bajo algunas condiciones, la dispersión manual de diphacinone puede tener éxito (Tabla 2.2). En las Islas Falkland, es probable que el efecto combinado de un tipo de ecosistema (mayormente pastizales y dunas de arenas), un clima marítimo sub-ártico y la alta tasa de aplicación de cebo (10-20kg/ha dependiendo del tamaño de la Isla) contribuyo al éxito de estas erradicaciones. La aplicación de cebo proveyó una abundancia de bloques de cera y una segunda aplicación fue muy efectiva; debido al clima frio, el cebo estuvo disponible por varios meses (Poncet com. personal). Muchas de las islas tratadas fueron relativamente pequeñas (en promedio para 22 islas, 13 ha – aunque dos islas eran de 250 ha y 320 ha de tamaño) y el acceso a ellas caminando fue fácil. Mientras que las densidades de las ratas marrones en estas islas no fue determinado, patrones de reproducción estacionales, la mortalidad en invierno y las reducción de recursos alimenticios en comparación a los encontrados en ecosistemas tropicales pudiera haber contribuido al éxito de de estas erradicaciones.

En comparación con la dispersión área, la dispersión de cebo en estaciones permite a quien la implementa enviar el cebo a cada territorio en donde se pudieran encontrar ratas, por un período de tiempo más largo y con mayor oportunidad de adaptarse a cambios dinámicos de una población de ratas en reducción. Sin embargo, la dispersión efectiva de cebo en estaciones requiere que la mayoría de la población de ratas en la isla tengan acceso a la estación para consumir el cebo, un requisito de comportamiento que deja la operación potencialmente vulnerable a fracasar si algunas ratas se resisten a entrar en la estaciones. Mientras este comportamiento sea requerido, el mismo puede comprometer el éxito de la erradicación de ratas independientemente del tóxico usado, es un riesgo mayor cuando se usa diphacinone por el requerimiento de alimentación múltiple; las ratas necesitan entrar a la estación en múltiples ocasiones durante días consecutivos. Sin embargo, diphacinone distribuido en estaciones de cebo, ha sido usado exitosamente para erradicar ratas de al menos ocho islas (Tabla 2.2). Pero en comparación, la distribución de cebo en estaciones con brodifacoum ha sido usado exitosamente en al menos 92 ocasiones (Howald et. al. 2007) (Island Conservation información no publicada).

La aceptación del cebo es otro aspecto importante en la probabilidad de éxito de erradicación de ratas. En pruebas de campo, los productos Brodifacoum-25D y Ramik® Green (en comparación con Diphacinone-50) han sido preferidos por la mayoría de las ratas más aun que el alimento a natural disponible en su entorno. Los productos Brodifacoum-25D han sido usados para erradicar ratas de manera exitosa en al menos cinco islas, y ha mostrado resultados favorables en al menos tres pruebas adicionales de erradicación (véase Sección 2.3.2.2). Aún no ha sido probado que el producto de cebo Diphacinone-50 erradica exitosamente las ratas, pero un producto comparable (Ramik® Green) fue usado exitosamente en la isla de Mokapu, Hawaii. Ramik® Green también ha mostrado al menos resultados favorables parciales en pruebas en Islas Aleutianas (Tabla 2.2). Sin embargo, en una reciente prueba de laboratorio diseñada para determinar la eficiencia de distintos cebos para roedores, el porcentaje de aceptación (consumo de

cebo/consumo total de comida) de Ramik® Green diphacinone fue solo del 60 al 70 porciento en ratas negras y de un 50 a 54 porciento en ratas polinesias (*Rattus exulans*) durante tres días de prueba (Pitt et al. 2011). En adición, el Ramik® Green logro solo un 40 porciento de mortalidad en ratas negras y un 20 porciento en ratas polinesias. En general, el diphacinone fue el único producto evaluado que no logro al menos un 80 porciento de mortalidad para una especie de rata durante los periodos de prueba de 3 y 7 días. La baja eficiencia de este producto fue probablemente el resultado a la baja toxicidad del producto, el limitado tiempo de exposición y la baja aceptación comparada con los demás productos evaluados (Pitt et al. 2011).

A pesar que el producto de cebo utilizado es un componente importante en la eficiencia de la erradicación, el componente más importante es la metodología utilizada para la dispersión del cebo. La metodología utilizada para la dispersión del cebo puede variar significativamente debido al producto de cebo usado, el equipo y herramientas disponibles para la implementación y más importante aún, las características locales del ambiente. No existe una receta única para la erradicación exitosa de ratas más allá del principio básico de garantizar que cada rata en la isla este expuesta a una dosis letal, la cual varía por especies y tóxico. Cada proyecto nuevo debe implementar estrategias apropiadas y que se adapten a la naturaleza del proyecto. Dicho esto, los proyectos deben adoptar y adaptar estrategias exitosas usadas en otras erradicaciones. Para la isla de Desecheo, el historial probado de erradicaciones exitosas aplicando brodifacoum por dispersión aérea en al menos 58 operaciones, provee un conjunto completo de metodologías probadas de las cuales se puede diseñar una estrategia.

Desde una perspectiva operacional, la diferencia esencial entre la aplicación de Diphacinone-50 y Brodifacoum-25D para erradicar ratas en Desecheo sería que las cantidades de diphacinone deben mantenerse relativamente consistentes a través de un período de 12 días. En una operación de brodifacoum, una rata que ingiera el cebo en el primer día probablemente no tenga que ingerir el cebo otra vez, porque brodifacoum tiene una alta afinidad de nivel de retención y es metabolizado lentamente. Sin embargo, en una operación de diphacinone, el cebo tiene que estar expuesto a todas las ratas por 10-12 días; esto requiere que (a) el cebo sea altamente atractivo a las ratas para garantizar que las ratas la prefieren sobre los productos alimentarios naturales disponibles en su entorno, (b) que haya suficiente cebo disponible diariamente para garantizar que las ratas frecuentemente encuentran el cebo dentro de su ambiente, (c) que el consumo de cebo por ratas, cangrejos, y otros animales y la descomposición por invertebrados, microbios y otras acciones ambientales no disminuya la cantidad de cebo disponible hasta el nivel en que ya no haya suficiente cebo disponible diariamente para que las ratas lo ingieran. En términos generales, parece que la estrategia evaluada para hacer dos sesiones de dispersión de cebo mediante una aplicación aérea de brodifacoum no puede ser simplemente usada de la misma manera para una dispersión aérea de diphacinone (Parkes y Fisher 2011)

En conclusión, desde la perspectiva de la probabilidad de erradicación exitosa, Brodifacoum-25D es una mejor opción que Diphacinone-50, debido a su alta toxicidad y su extenso historial ya previamente probado. Esta conclusión no elimina el Diphacinone-50 en su totalidad de la consideración para la acción propuesta, porque Diphacinone-50 también

ha sido usada con éxito para erradicar ratas de islas. Más aún, como se ha señalado en esta sección y discutido en detalle en las Consecuencias Ambientales (Capitulo 4), el uso de diphacinone ofrece un riesgo considerablemente menor a especies no objeto o de riesgo en comparación con brodifacoum. Independientemente, de la diferencia en la probabilidad de éxito previsto por Brodifacoum-25D en comparación con Diphacinone-50 debe ser una consideración importante a la hora de decidir entre las alternativas que aquí se presentan y no debe ser ensombrecido por la preocupación de impacto potencial a especies que no son objeto; especialmente impactos que afecten especies no objeto de erradicación a nivel de población; la necesidad de garantizar el éxito de la erradicación es fundamental. Un intento de erradicación fracasado proveerá la no conservación a largo plazo, dado a que las ratas se re-establecerán rápidamente a través de la isla (Howald et. al. 2005b). Los resultados de conservación más costo efectivos son mediante una erradicación exitosa en el primer intento.

Los conservacionistas buscan evitar causar daño a los recursos biológicos. Sin embargo, el impacto incidental a animales o plantas individuales implementando una acción de conservación puede surgir. La política del Servicio y otras regulaciones gubernamentales, reconocen que existen circunstancias en las cuales el manejo responsable de territorios de Refugio podría necesitar acciones que podrían incidentalmente dañar animales o plantas. Por ejemplo, una reciente aclaración de la Ley de Aves Migratorias (MBTA, por sus siglas en inglés) (Servicio de Pesca y Vida Silvestre 2010b) ha permitido bajo un permiso especial, durante acciones de erradicación de especies invasivas, tener posibles efectos a aves migratorias cuando el efecto a nivel general es positivo (véase Sección 3.5.2). Por tanto, el daño potencial e incidental a animales individuales durante la operación de erradicación de ratas en Desecheo puede ser aceptable siempre que cualquier impacto individual sea sopesado por los beneficios esperados de erradicación de ratas al ecosistema.

2.3.4 Pruebas con Cebo Llevadas a Cabo en la Isla de Desecheo

Previo a la implementación del proyecto, representantes de “Island Conservation” llevaron a cabo pruebas en Desecheo como parte del proceso detallado de la planificación operacional; esto incluye la determinación de una cantidad de cebo apropiada para la erradicación de ratas y pruebas de degradación del cebo. El estudio se enfocó en la necesidad de maximizar la probabilidad de erradicación exitosa mientras se minimiza el riesgo a individuos no objeto de erradicación mediante la exposición de cebo para roedores.

2.3.4.1 Estudio de Viabilidad para la Erradicación de Ratas, Febrero 2009

Estudios de campo fueron implementados en Desecheo, Puerto Rico, como una medida preliminar para desarrollar un plan de viabilidad para la erradicación de roedores en la isla (Island Conservation 2009, 2010c). Seis empleados de Island Conservation visitaron la isla de Desecheo entre febrero 12 y 26, 2009, acompañados por personal del complejo de refugios del Caribe del Servicio.

Los objetivos principales del estudio eran:

- evaluar la viabilidad en términos generales de la erradicación de roedores.
- Adquirí una mejor comprensión d del comportamiento de los roedores en la isla, mediante estudios de roedores y un estudio usando un biomarcador.
- obtener una línea de base del estatus de los componentes de fauna y flora antes de la erradicación.
- obtener información sobre especies nativas potencialmente en riesgo por la erradicación.

Estudios de captura confirmaron que la única especie de roedor detectado fue la rata negra. Un estudio de prueba usando un cebo inerte (con la misma matriz granulada del Brodifacoum-25D, pero sin el ingrediente activo) impregnado con biomarcador fluorescente, determinó que luego de una aplicación de 18 kg/ha (el máximo permitido), 100 porciento de las ratas dieron positivo al biomarcador hasta siete días después de la aplicación. No se detectó ninguna rata joven, ni se observó reproducción activa. En las pruebas de consumo de cebo de 18 kg/ha, 20 porciento de los granos de cebo se mantuvieron en el suelo por cuatro días luego de la aplicación, sugiriendo que la cantidad fue suficiente para permitir a las ratas el acceso total al cebo (Island Conservation 2009).

Estudios biológicos a través de la isla revelaron una baja diversidad y abundancia de especies de aves y ninguna evidencia o señal de colonias de aves marinas dentro del interior de la isla. Sin embargo, siete lugares de reproducción potencialmente activos para aves marinas fueron observados, incluyendo dos de tamaño considerable, uno en la costa del sureste que tenía un dormidero de hasta 50 bobas pardas (*Sula leucogaster*) y otro en la costa noreste. En adición, grandes cantidades de bobas pardas fueron vistas en el mar costa afuera, junto con bobas patirroja *(Sula sula)* y bobas enmascaradas *(Sula dactylatra)* sugiriendo que pueden haber posibilidades de alguna fuente poblacional que re-establezca las colonias de aves marinas de Desecheo..

Cuatro de cinco reptiles nativos y endémicos conocidos de Desecheo fueron observados, con la excepción del eslizón o Santa Lucia, que no fue visto en visitas en el 2009 (pero fueron observados en febrero 2010). Todos los reptiles pueden estar en riesgo de exposición a cebo para ratas, mayormente por vías secundarias (consumiendo invertebrados, en búsqueda de comida), aunque la siguana de Desecheo puede consumir el cebo directamente. La evaluación demostró que investigaciones futuras serán necesarias para entender si están o no en riesgo de exposición al cebo durante la operación de erradicación de ratas.

De las especies de aves paseriformes observadas en la isla, el zorzal pardo *(Margarops fuscatus)* fue identificado como en riesgo potencial a una exposición primaria y secundaria (a través del consumo de lagartijos A*nolis*), la paloma tórtola cardosantera *(Zenaida aurita)* estaría en riesgo de exposición primaria debido a su hábito granívoro. Falcones comunes (*Falco sparverius*) y halcones peregrinos (*Falco peregrinus*) pueden estar en riesgo de una segunda y tercera exposición a través de la ingestión de lagartijos comunes de Desecheo y

la siguana de Desecheo; los halcones fueron observados consumiendo lagartijos comunes y una hembra de halcón peregrino fue observada cargando un una siguana.

2.3.4.2 Pruebas de Campo Midiendo el Consumo de Cebo, Febrero - Marzo 2010

Una segunda serie de estudios de campo fueron realizados en Desecheo para desarrollar las necesidades de planificación operacional para la propuesta erradicación de ratas en la isla (Island Conservation 2010c). Siete representantes de Island Conservation, cuatro biólogos de la Universidad de California Santa Cruz, y dos biólogos de Departamento de Recursos Naturales Ambiental de Puerto Rico visitaron Desecheo entre febrero 26 y marzo 11, 2010, respaldados por oficiales de ley del Servicio.

Los objetivos eran:

- monitorear el consumo de cebo inerte en dos hábitats (bosques y matorrales)
- determinar el consumo de cebo inerte entre las ratas atrapadas.
- Identificar la etapa de reproducción de las ratas
- cuantificar la densidad del cangrejo ermitaño en dos hábitats (bosques y matorrales)
- determinar el consumo de cebo inerte entre los cangrejos ermitaños
- examinar la degradación del cebo inerte en ensayos ambientales
- probar las eficiencias de las herramientas de campo usadas para la erradicación (colección de muestras de DNA, indicadores de mordeduras de ratas).

Dos pruebas de consumo de cebo fueron realizadas: la primera en hábitat boscoso usando cebo inerte impregnado con un biomarcador, el segundo en un hábitat de matorrales usando un cebo inerte sin biomarcador. El cebo fue aplicado manualmente en 2.1 ha de bosque y 1.3 ha de matorrales a una tasa de 18 kg/ha seguido por una segunda aplicación de 9 kg/ha cinco días después.

En general, el cebo permaneció en el suelo por un período de cinco días después de la primera aplicación y por cuatro días después de la segunda aplicación, sin ningún residuo de cebo en el suelo después de 10 días de la primera aplicación (Figs. 2.1 A-C). Esta disminución en cebo disponible a través del tiempo fue considerado suficiente para garantizar que todas las ratas habían tenido acceso al cebo, pero también el excedente de cebo no persistió en el suelo por un período extendido. Después de la primera aplicación, el cebo desapareció más rápido en el hábitat de matorrales que en el hábitat boscoso, pero después de la segunda aplicación el cebo desapareció equitativamente a través de ambos hábitats.

Todas las ratas atrapadas (70 individuos) dieron positivo al biomarcador por siete días después de cada aplicación, indicando que 100 porciento de las ratas examinadas ingirieron el cebo. No se observaron ratas de destete y ninguna de las ratas hembras capturadas mostró señal de desarrollo fetal o lactancia, indicando que las ratas no estaban reproduciéndose o estaban reproduciéndose a un nivel no detectado durante el período del estudio.

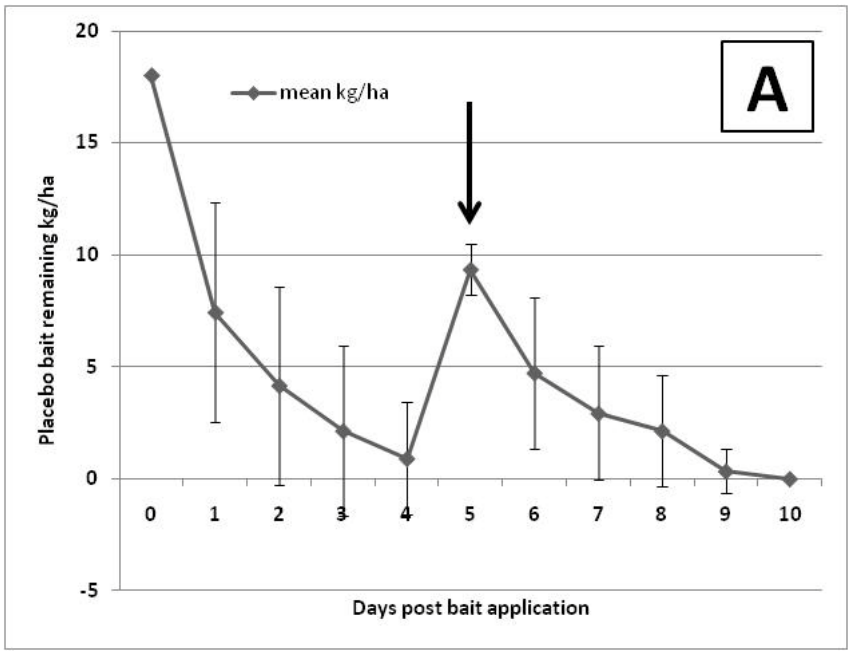
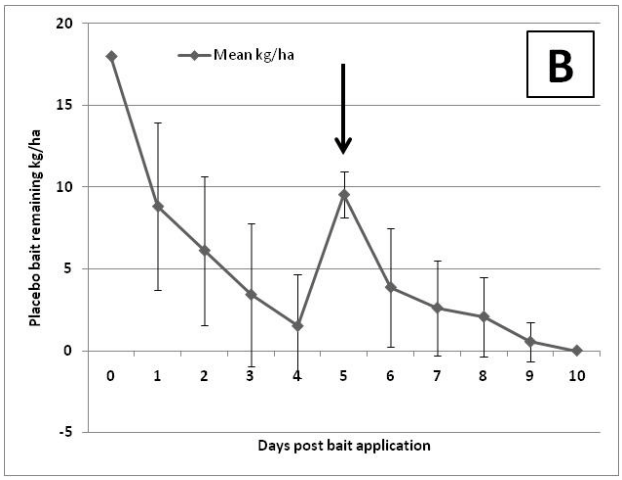
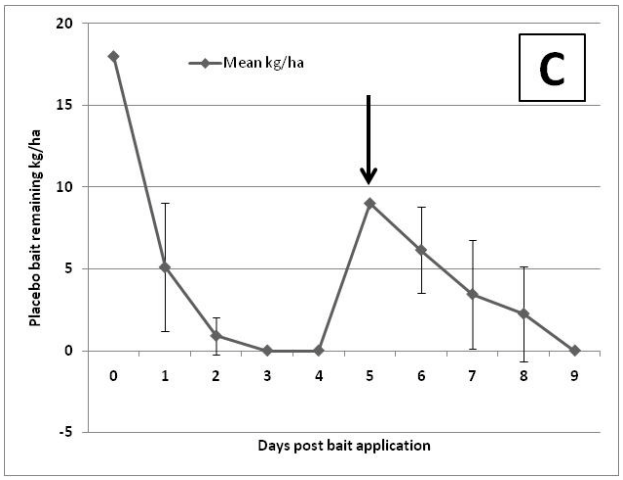


Figura 2.1 Pruebas de campo con el cebo inerte en Desecheo, feb-mar 2010. La grafica muestra los valores (+/-.) de la desviación estándar **A**: consumo de cebo en bosques y matorrales; **B**: consumo de cebo en bosques (n=10); **C**: consumo de cebo en matorrales (n=6). Nota: La primera aplicación de cebo = 18 kg/ha, la segunda aplicación de cebo (flecha vertical) = 9 kg/ha.





Dos especies de cangrejos de tierra están presentes en Desecheo, el cangrejo terrestre común (*Gecarcinus ruricola)* y el cobo ermitaño (*Coenobita clypeatus*). En pruebas de campo realizadas en otros islas, se detecto que una alta densidad de cangrejos de tierra y ermitaños ingieren grandes cantidades de cebo causando esto una disminución en el cebo disponible para las ratas (Buckelew et. al. 2005). En Desecheo, se detectó una abundancia mayor de cangrejos ermitaños en el bosque, en comparación con los matorrales. La densidad de cangrejos ermitaños que se esperaba era de 696 cangrejos/ha, pero la densidad fue mayor en áreas de bosques (833 cangrejos/ha) que en matorrales (61 cangrejos/ha). Todos los cangrejos ermitaños en bosques dieron positivo a la presencia del biomarcador y esto junto con la alta densidad de cangrejos, indica que los cangrejos ermitaños podrían ser un consumidor significativo de cebo para ratas.

Se observó que el cebo inerte retiene su endurecimiento y forma hasta por cuatro días de exposición a condiciones ambientales naturales, tales como el clima, invertebrados, y la acción microbiana (excluyendo los efectos de ratas y cangrejos ermitaños). Después de dos días adicionales cuando algunos eventos de lluvia ocurrieron, los granos se ablandaron y retuvieron la mayoría de su estructura, pero se desboronaban al ser recogidos. Por tanto, es improbable que los cangrejos, las ratas u otros invertebrados puedan recoger e ingerir todo el grano, ya que se desboronarán cuando el animal trate de comérselo.

Durante las pruebas de campo una nueva herramienta como indicador de indicar la mordida de ratas fue evaluada y las muestras de DNA de las ratas fueron colectadas a través de la isla, subsecuentemente, análisis genético de tejidos de una sub-muestra de ratas demostró que la colecta, el almacenamiento y las técnicas de análisis fueron los apropiados. La herramienta indicadora de la mordida puede ser usada para monitorear y detectar la presencia de roedores por hasta dos años después de la aplicación del cebo. De la misma manera, en caso que el proyecto fracase donde las ratas sean detectadas, las muestras de DNA pueden ser usadas para entender si el fracaso fue debido al re-establecimiento de una pequeña población restante de ratas que no fue totalmente erradicada o a la re-invasión de ratas a través de recursos externos.

2.3.4.3 Pruebas de degradación de cebo, junio 2010

Pruebas de campo fueron llevadas a cabo en Desecheo en junio 2010, para evaluar la degradación de granos secos y húmedos de cebo inerte para roedores en hábitats de bosques y pastizales y en el ambiente marino cerca a la costa (Island Conservation 2010b). Los objetivos fueron evaluar la formulación más apropiada para aplicación en Desecheo y medir la tasa de degradación por causas ambientales naturales. La formulación del grano "húmedo" incluye sorbitol (no incluido en la formulación del grano seco), un agente que hacen los granos más resistentes al desgaste, particularmente en un ambiente húmedo o mojado. Pruebas de campo previas en Desecheo usaron granos de formulación seca, pero en las siguientes pruebas en febrero 2010 cuando una alta tasa de consumo de granos por hormigas (*Solenopsis sp*.) fue observada, propusimos que los granos de formulación húmeda podrían ser más resistentes a las hormigas. Sin embargo, los granos de formulación húmeda pueden permanecer más en el ambiente por su contenido de sorbitol, el cual puede aumentar el riesgo a especies de riesgo o no objeto de erradicación

Degradación de cebo en bosques y pastizales: jaulas de exclusión de ratas

Ocho escenarios fueron evaluados: formulación de cebo húmedo con y sin cangrejos y formulación de cebo seco con y sin cangrejos, en dos hábitats diferentes: pastizales y bosques. Los granos de cebo fueron ubicados en jaulas de exclusión que permitían la exposición a los factores ambientales, así como a invertebrados, pero prevenían el acceso a las ratas, y a los cangrejos de tierra y ermitaños. Dos cangrejos ermitaños de igual tamaño entre sí (como 5 cm en diámetro) y 20 granos de igual tamaño entre sí (como 2 cm de largo) fueron colocados en cada compartimiento bajo distintos tratamientos. Los granos fueron monitoreados a intervalos de 24 horas durante cuatro días para la presencia de

invertebrados en o cerca de los granos, y evaluando la condición general de los granos en cada hábitat.

En el hábitat de los pastizales, las hormigas subieron a los granos casi inmediatamente cuando estos fueron colocados en las jaulas. Sin embargo, en días subsiguientes, sólo unas pocas hormigas estaban en o cerca de los granos en ambos hábitats. Para el cuarto día en el hábitat de pastizal, un número similar de granos secos (nueve) y granos húmedos (siete) estaban restantes en las jaulas que no tenían cangrejos , pero pocos granos secos (cinco) y húmedos (uno) se quedaron en las jaulas que tenían cangrejos y todos los granos restantes presentaban sólo el 50 porciento de su tamaño original. Sin embargo, en jaulas con cangrejos, para el día dos había desaparecido más cantidad de granos de formulación húmeda (tres granos restantes en pastizales, cuatro granos en bosques), en comparación con los granos de formulación seca (13 granos restantes). Desafortunadamente, para el día dos los cangrejos habían excavado dentro de las jaulas del hábitat boscoso (que no tenía cangrejos originalmente) y consumieron todos los granos.

Mientras las observaciones de degradación de granos fueron en gran medida subjetivas, no hubo diferencia consistente en la degradación ambiental de granos de formulación seca o húmeda sin la presencia de cangrejos. Aunque esto hizo parte de un pequeño estudio informal, se sospecha que los cangrejos pueden haber sido atraídos más a los granos de formulación húmeda que a los de formulación seca por el sabor dulce causado por su contenido de sorbitol. Debido al riesgo mayor a especies no objeto asociado con los granos de formulación mojada, la formulación seca es considerada suficiente para la erradicación de ratas propuesta.

Degradación de cebo en el ambiente marino

Un experimento simple fue llevado a cabo para evaluar cómo dos formulaciones diferentes de cebo (húmedo y seco) se degradaban bajo el agua en el ambiente marino de Desecheo. Pruebas fueron llevadas a cabo en dos localidades separadas a diez metros de distancia a de Puerto de los Botes. Una variedad de peces fue vista forrajeando en ambas localidades previo a la descarga de cebo en el agua. Dos manos llenas de cada formulación de cebo fueron liberadas desde la superficie hacia el agua. El comportamiento de los peces fue monitoreado inmediatamente después de la introducción del cebo hasta los siguientes 30 minutos. Los granos también fueron evaluados para notar su consistencia 10 a 30 minutos después de la introducción del cebo.

Cebo seco: Los granos se hundieron casi inmediatamente al fondo del mar. Los peces no aprovecharon el cebo de inmediato una vez fueron liberados en el agua. Después de 10 minutos, unos cuantos peces limpiadores (“cleaner wrasses”) fueron observados “investigando” los granos, pero no comiéndoselos, ni mordiéndolos. Después de 10 minutos, los granos comenzaron a desmoronarse cuando se aplastaban manualmente, pero el centro permanecía duro e intacto. Los peces presentes no mostraron interés alguno en los granos en el fondo del mar. Después de 30 minutos, la mayoría de los granos habían sido desvanecidos en el ambiente, habían sido consumidos o se habían roto en pequeñas partículas y solo el remanente de cinco granos y pequeños fragmentos eran visibles en el fondo del mar. Unos cuantos peces limpiadores (“cleaner wrasses”) fueron vistos

mordisqueando pequeñas partículas de cebo. Cuando fueron aplastados manualmente, los granos se rompieron en partículas que fácilmente fueron dispersadas en el agua.

Cebo húmedo: Los granos se hundieron casi inmediatamente al fondo del mar. Los peces no reaccionaron de inmediato a la introducción de cebo al ambiente. Después de 10 minutos, unos cuantos peces limpiadores ("cleaner wrasses") fueron vistos "besando" o mordisqueando los granos. Unos cuantos peces más grandes que nadaban cercanos no parecían interesados en el cebo. Los granos se mantuvieron totalmente intactos después de la sumersión por 10 minutos en el agua marina. Después de 30 minutos, todos los granos permanecían en el fondo del mar y no se habían desprendido en partículas, pero habían perdido su forma y estructura. Entre cada grano, un pequeño núcleo duro de cebo permanecía sin efecto por la actividad del agua de mar.

Los peces no reaccionaron inmediatamente a la introducción de cebo en el ambiente como se esperaba y los peces grandes no fueron vistos consumiendo los granos. Es posible que los peces hayan sido intimidados por la presencia de los observadores en el agua y alteraran su comportamiento normal. Sin embargo, estos resultados son comparables a pruebas similares conducidas en el atolón de Palmyra cuando 20 especies de peces inicialmente no mostraron interés en los granos de cebo descargados en el agua, y sólo después de las primeras tres pruebas los peces (seis especies) respondieron introduciéndose a la boca, acaparando o consumiendo los granos (Island Conservation 2010a). Esto puede sugerir que mientras más se exponen los granos, puede aumentar más la respuesta de los peces, pero durante la aplicación de cebo para erradicación de ratas, el potencial para que el grano de cebo este a la deriva en el ambiente marino debe ocurrir sólo una o dos veces.

2.3.5 Dispersión Aérea

La dispersión aérea usando helicóptero es una técnica de dispersión de cebo que ha sido usada comúnmente de manera exitosa para la erradicación de ratas en islas a nivel mundial (Howald et. al 2007). Comúnmente en estas erradicaciones de ratas, una aplicación de cebo, a toda la isla es requerida para garantizar la disponibilidad de cebo en cada área potencial ocupada por ratas. La dispersión aérea de cebo es a menudo la única forma de distribuir cebo en un terreno no seguro o inaccesible, debido a su topografía dominada por acantilados o a la presencia de artillería sin detonar (UXO), manteniendo así el personal seguro. Utilizando la dispersión aérea de cebo como el método de aplicación primordial y más conveniente se podría minimizar el riesgo al personal, así como también minimizar la alteración al hábitat terrestre sensitivo presente en Desecheo, permitiendo al Servicio dispersar cebo en todo los hábitats potenciales para ratas en la isla, sin necesidad de poner en riesgo al personal. Más detalles de las técnicas específicas que se podrían emplear para la dispersión de cebo pueden ser encontrados en la Sección 2.3.

2.3.6 Consideraciones de Tiempo

La temporada para las alternativas de acción es un factor importante para determinar la probabilidad de implementación de una erradicación de ratas exitosa, como también el riesgo de impactos negativos de actividades operacionales a los recursos biológicos de Desecheo. La probabilidad de éxito es influenciada por tres factores que dependen de la temporada, 1) los patrones demográficos de la población de ratas local; 2) la disponibilidad de recursos de comida alternativos para las ratas y3) las condiciones del clima local y patrones estacionales que afectarían la viabilidad de conducir las operaciones.

El riesgo de impactos negativos a los recursos biológicos depende de la época de reproducción y los patrones de migración de otras especies distintas a roedores que pueden ser muy vulnerables a la exposición del rodenticida y a la alteración causada por el proceso de aplicación de cebo.

El período de tiempo para la aplicación de cebo bajo cada alternativa será definido por:

- Biología de las ratas
- Patrones del clima
- Productividad de plantas (vegetación)
- Época de reproducción de aves
- Patrones de migración de aves
- Época de reproducción de reptiles

2.3.7 Biología de Ratas y Periodo de Tiempo de la Erradicación

La erradicación de ratas de una isla tiene más probabilidad de ser exitosa si se lleva a cabo intensivamente el proceso del entrampamiento cuando la población está disminuyendo en respuesta a la escasez anual de comida. En este período las ratas están típicamente más estresadas por la alimentación y por tanto, más dispuestas a consumir el cebo (Macdonald et. al. 1999). La probabilidad de éxito en la erradicación también aumenta si la aplicación de cebo se lleva a cabo cuando las ratas no están en reproducción. Durante la época de reproducción de ratas, hay una posibilidad de que las ratas jóvenes permanezcan en el nido al momento de la aplicación del cebo. Estas ratas jóvenes pueden salir de su nido después que todo el cebo a su alrededor ha sido consumido y pueden a partir de ahí volver a poblar la isla. La reproducción está ligada al incremento de la disponibilidad de alimento, la cual está dirigida por factores climáticos. La productividad de invertebrados, reptiles y plantas comienza a aumentar en Desecheo a medida que la lluvia aumenta y la humedad del suelo es reemplazada. Estudios de campo en febrero y marzo 2009 y 2010 (durante la época seca) han indicado que la actividad reproductiva de las ratas es muy baja durante estos meses.

Desde la perspectiva de la biología poblacional de las ratas en Desecheo, el período de tiempo ideal para la erradicación de ratas sería de enero a abril, cuando la isla está comparativamente seca y la productividad de plantas es baja en términos de flores y frutos (véase Sección 3.2.3)

2.3.8 Patrones Estacionales de la Vida Silvestre Nativa

Efectos de las actividades operacionales asociados con la erradicación de ratas (e.j. exposición a tóxicos, operación de helicópteros) en la vida silvestre nativa pueden ser reducidos evitando las estaciones en las cuales un número mayor de animales están presentes, tales como en temporada de migración y reproducción. Actualmente, el tamaño de las poblaciones residentes, migratorias y en reproducción en Desecheo es muy reducido, con pocos individuos presentes (Meier et. al. 1989, Earsom 2003a, b). Estudios de campo en 2009 y 2010 reportaron sólo 17 parejas de charrán monja y una pareja de cervera parda (*Anous stolidus*) en reproducción en 2010 en la isla o en rocas costeras (Island Conservation 2010b). Debido a esto, para determinar un tiempo del año en que las aves tienen el potencial para reproducirse en la isla (y podrían no esperarse su llegada a la isla), se ha utilizado información de la isla de Puerto Rico y sus islas costeras. En hábitats tropicales, los períodos de reproducción de aves son frecuentemente extendidos, en comparación con sistemas templados (Nelson 1983) (véase Sección 3.4.2.5). En las islas adyacentes de Mona y Monito, períodos variables de reproducción de aves han sido reportados entre años, demostrando en algunos años un patrón bi-modal en primavera y otoño (Saliva 2009). Operaciones de dispersión de cebo podrían llevarse a cabo durante los meses en que la reproducción de las aves marinas y terrestres parece reducirse, pero alguna variabilidad en esos meses podría existir entre años y sería difícil predecirse con precisión.

Consideraciones específicas de tiempo para aves incluye lo siguiente:

Períodos de reproducción de aves marinas: la actividad de reproducción de nuevas especies de aves marinas ha sido reportada en otras islas en Puerto Rico en cada mes del año (ver tabla 3.1, Sección 3.4.2.5). Sin embargo, la temporada más alta de reproducción para las dos especies conocidas en Desecheo (charrán monja y cervera parda) es entre junio y agosto. En caso que otras especies lleguen a reproducirse a Desecheo, debido a la actual ausencia de colonias el número total de aves reproduciéndose seria bajo.

Período de reproducción de especies migratorias en verano: típicamente de abril a septiembre; unas cuantas aves terrestres migratorias pueden intentar reproducirse en Desecheo durante el verano.

Periodo de reproducción de aves residentes: generalmente, la abundancia de aves residentes en Desecheo es baja y solo cinco especies residentes han sido confirmadas como en reproducción en la isla de acuerdo a censos recientes.

Véase Sección 3.4.2 para un análisis detallado de la abundancia de aves y patrones estacionales.

2.3.8.1 Consideraciones Climáticas

Las condiciones del clima deben ser bastante tranquilas para dispersar cebo efectivamente usando helicóptero, con una velocidad promedio menor a 30 nudos (35 mph). Es

importante para el éxito de erradicación que la isla entera sea tratada con la dispersión de cebo dentro del tiempo mínimo programado, evitando tratamientos parciales a la isla separados por múltiples días o semanas. Una aplicación rápida y continua previene re-invasiones potenciales de ratas en áreas no tratadas a áreas de la isla previamente tratadas con cebo. Más allá, el cebo usado no resistirá un evento de lluvia significativo, así es que será importante que la aplicación del cebo sea implementada en un día que no se anticipe precipitación en el pronóstico cercano. La época de huracanes en la región del Caribe típicamente comienza en mayo y termina en noviembre, con una actividad general entre junio y noviembre y con un pico de actividad en septiembre (Taylor y Alfaro 2005). Durante este período, tormentas tropicales y huracanes pueden traer lluvias extremas y eventos de viento. Por lo que podría no ser aconsejable planificar una erradicación de roedores durante la estación típica de huracanes debido al riesgo de mucha lluvia y mucho viento y las contingencias logísticas que serían requeridas para operar dentro de este período.

2.3.9 Organización del Proyecto y Operaciones de Apoyo

La aplicación de cebo será organizada en lugares previamente identificados, que funcionaran como la base de operaciones para las actividades de aplicación del cebo. Toda actividad con el helicóptero, gasolina, cebo, equipo y personal entrenado para la aplicación de cebo funcionaría desde la base de operaciones. Cebo, gasolina y todo el equipo será distribuido y almacenado en la base de operaciones previo al comienzo de las actividades de aplicación de cebo, que serán hasta cinco días previo a la aplicación de cebo. Los helicópteros aterrizaran en zonas de aterrizaje designadas situadas en la base de operaciones donde el personal podrá abastecerá el recipiente de cebo, la gasolina del helicóptero y realizar todo el mantenimiento requerido en ese momento. La base de operaciones estaría adecuadamente suplida con gasolina, equipos de seguridad y otros suministros y equipo para respaldar las operaciones del helicóptero y el personal durante el proceso completo de aplicación del cebo. La base de operaciones también requerirá un área designada para las comunicaciones por radio con el piloto del helicóptero y con el personal de emergencia y apoyo, como también para el sistema de información geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) y el apoyo tecnológico para las actividades de aplicación del cebo.

Un campamento sería instalado en la isla para brindar apoyo a ocho empleados por un periodo de dos meses, durante un período antes y después de la aplicación de cebo. El personal sería responsable de realizar actividades de monitoreo pre y post aplicación de cebo y de preparar y manejar el lugar inmediatamente después de las actividades de aplicación de cebo. La preparación del sitio incluirá la colocación del cebo, la gasolina, el equipo y los suministros, así como también la transferencia de personal adicional necesario para la aplicación de cebo. La instalación del campamento requeriría infraestructura temporera incluyendo comunicaciones radiales, casetas y áreas de trabajo. El campamento necesitará ser abastecido cada cierto tiempo y todo el personal suministros y equipo estarán sujetos a prácticas de bioseguridad rigurosas.

Se utilizarían helicópteros para transportar equipo y personal a la isla para el propósito de actividades del proyecto, incluyendo monitoreo pre y post aplicación de cebo. Los vuelos con helicópteros se harán discretamente hacia lugares de aterrizaje predeterminados para evitar o minimizar la perturbación a la vida silvestre. Los helicópteros pueden estar sin operar por cortos períodos de tiempo si fuera necesario y luego operar aterrizando en zonas de designadas en la isla para descargar el personal y el equipo.
Pequeños botes también serían usados para transportar el personal, equipo y para volver a reabastecer el campamento. Los botes atracarían en áreas pre-autorizadas. Todos los helicópteros, botes y el personal tendrían los permisos necesarios para aterrizar en el Refugio.

La operación de aplicación de cebo puede ser organizada desde la isla, desde un bote costero, o desde una localidad adyacente a la isla. La escenificación más segura, más eficiente y costo-efectiva sería desde la Isla de Desecheo. En este escenario, la base de operaciones sería el área de cemento ("helipad") localizada cerca de la costa en el suroeste de la isla. Sin embargo, debido a los cambios potenciales en las estrategias operacionales que puedan ocurrir bajo la recomendación de evaluadores del proyecto, las opción de establecer la base de operaciones desde un bote o desde una localidad en tierra firme en la isla de Puerto Rico se mantendrá disponible. En la eventualidad de que la base de operación fuera establecida en un bote o en Puerto Rico todo el abastecimiento de cebo y gasolina serán conducidos afuera de Desecheo y el helipuerto en la isla sería requerido solo para aterrizajes no programados o de emergencia.

2.3.10 Reduciendo el Disturbio a la Vida Silvestre Durante las Operaciones

Antes del comienzo de las operaciones de erradicación, se identificarán las áreas de vida silvestre sensitivas y el personal será informado de estrategias y técnicas para evitar la perturbación a la vida silvestre siempre que sea posible. Estas técnicas serían implementadas durante las operaciones de erradicación.

Algunos requisitos para el personal podrían ser:

- Moverse suavemente para evitar asustar a las aves.
- Caminar con cuidado evitando pasar por áreas sensitivas y así reducir en lo más posible algún tipo de impacto innecesario.
- Tener un mapa detallado de las áreas sensitivas de vida silvestre.

2.3.11 Protegiendo los Recursos Culturales

No se conoce de recursos culturales o históricos presentes en el Desecheo NWR.

2.3.12 Monitoreando la Eficiencia de la Erradicación

Las ratas en Desecheo serán monitoreadas para inicialmente determinar la efectividad de la aplicación del cebo a corto plazo, durante e inmediatamente después de la aplicación del

cebo. Subsecuentemente, Desecheo será monitoreado a largo plazo por un máximo de dos años después de la erradicación para garantizar el éxito de la operación.

Ejemplos de actividades de monitoreo a corto plazo podrían incluir algunas o todas las siguientes:

- Transmisores de radio adheridos a ratas individuales previo a la aplicación de cebo, podrá permitirle al personal del proyecto seguir los movimientos de una muestra poblacional de ratas en la isla y confirmar su mortalidad.
- Aparatos de detección de roedores después de la aplicación de cebo, como indicadores de mordidas, cámaras a distancia y superficies especiales de rastreo, permitirán al personal monitorear la actividad de ratas durante e inmediatamente después de la aplicación de cebo y hacer comparaciones con niveles de actividad previo a la aplicación de cebo. Estos aparatos detectores de roedores también serán usados en períodos prudentes hasta por un máximo de dos años después de la aplicación para confirmar la erradicación total de roedores.

2.3.13 Monitoreo de las Respuestas del Ecosistema

El Servicio trabajará con otros para conducir un monitoreo biológico, antes y después de la erradicación de ratas, para detectar cualquier cambio positivo o negativo a la biodiversidad nativa. El monitoreo de actividades consistiría mayormente en el conteo de taxones nativos, incluyendo aves y reptiles y continuara periódicamente por cinco años después de la erradicación. Actividades de monitoreo complementario que requieran manejo de animales o alteración del ambiente físico pueden también ser realizadas. Estas actividades complementarias pueden estar sujetas a permisos adicionales si fueran requeridos.

2.3.14 Información Pública

El acceso del público en general a Desecheo está restringido, pero las aguas que rodean las islas proveen oportunidades para el buceo y “snorkel” (buceo con tubo de respiración) desde puertos o muelles en Puerto Rico, incluyendo pero no se limitan a las áreas de Rincón, Mayagüez y Cabo Rojo. Información educativa describiendo la acción de erradicación llevándose a cabo en Desecheo será provista a operadores turísticos que visiten las aguas de Desecheo. Los operadores turísticos también serán provistos con material adicional, incluyendo folletos y carteles para distribuir propiamente entre sus clientes, para garantizar la seguridad pública y como una oportunidad de educación. Investigadores locales con interés en Desecheo también serán informados directamente sobre las actividades y el tiempo de la erradicación.

Todos los usuarios aprobados por el Servicio, incluyendo personal del Servicio, biólogos investigadores y técnicos, contratistas, y voluntarios serán provistos de material informativo que explique el propósito de la erradicación de ratas en Desecheo.

Letreros de advertencia sobre la presencia de pesticida en la isla serán ubicados a lo largo de la costa, en lugares visibles en los puntos de acceso típicos a la isla y de conformidad con las regulaciones de etiquetación de la EPA y del Gobierno de Puerto Rico. Las advertencias serán distribuidas en al menos dos idiomas (español e inglés). La rotulación será instalada para garantizar que aún los visitantes no autorizados a la isla estén conscientes de la presencia temporera de tóxicos.

La prevención de la re-introducción de roedores y respuestas a la reintroducción de roedores posterior a la aplicación de cebo son preocupaciones primarias para el Servicio. Los beneficios esperados a la biodiversidad después de una erradicación de ratas exitosa, pueden ser desperdiciados debido a una re-introducción, o incluso por una rata hembra en gestación. Los roedores pueden ser accidentalmente transportados a las islas desde:

- Paquetes tales como cajas de alimentos, equipo personal y materiales de construcción
- Embarcaciones detenidas en tierra o ancladas/atracadas cerca
- Los desechos que llegan a la costa desde Puerto Rico
- Buques hundidos o inservibles
- Aeronaves que aterrizan en la isla

2.3.15 Prevención de Reintroducción

El Servicio obligará al personal, socios y contratistas viajando a la isla a atenerse y seguir un plan de exclusión que podría incluir las siguientes medidas:

- Asegurarse mediante una inspección física que todos los materiales y equipo transportados a la isla son libres de roedores.
- Manejo apropiado de todas las áreas terrestres comunes para almacenamiento y localización de equipos destinados a la isla, para que no atraigan roedores.
- Transportar materiales a la isla solo en contenedores a prueba de roedores.

La implementación de estas medidas sería revisada e implementada antes de la operación de erradicación de ratas. El total cumplimiento de estas medidas por parte de los usuarios de la isla será totalmente necesario.

El Servicio incluiría, como parte de su campaña de información pública, una petición para que los operadores turísticos marítimos en áreas cercanas a Desecheo mantengan sus botes o embarcaciones sin roedores. Esta petición permitirá que los operadores turísticos hagan su contribución para la protección del ecosistema de la isla

2.3.16 Detección y Respuesta

Después que el servicio determine que la operación de erradicación ha concluido, el personal monitoreará la isla por un período máximo dos años posterior a la aplicación de cebo para confirmar la efectividad de la erradicación. Una combinación de indicadores de

mordida, trampas para roedores y superficies especiales de rastreo serán utilizadas para monitorear la detección de ratas. Los indicadores de mordida se pueden mantener durante todo el año en rutas de posible reintroducción, incluyendo el helipuerto y las playas de arribo localizadas en el suroeste de la isla. En la eventualidad de que se detecten roedores después de completadas las operaciones de aplicación del cebo, será necesario una revisión de la situación para determinar qué tipo de acción se debe tomar, donde tal vez se evalúe la re-aplicación de cebo de detección mediante dispersión aérea, dispersión manual o técnicas de estaciones de cebo.

2.4 Alternativas B y C: La Dispersión Aérea como Técnica de Dispersión Primaria del Producto de Cebo Brodifacoum-25D

2.4.1 Razón

Brodifacoum-25D es un producto de cebo destinado específicamente para uso en proyectos de conservación, que contiene el rodenticida brodifacoum en una concentración de 25 ppm. Brodifacoum es el rodenticida más comúnmente usado para erradicación de roedores en islas (Howald et. al 2007). Más detalles sobre brodifacoum y el producto de cebo Brodifacoum-25D pueden ser encontrados en la Sección 2.3.2.2.

2.4.2 Resumen de Métodos de Dispersión de Cebo

Los granos de cebo conteniendo rodenticida serán aplicados sistemáticamente por un helicóptero a todas las áreas terrestres sobre el nivel del mar en la isla de Desecheo. Las áreas que no pueden ser cubiertas por el helicóptero, por ejemplo las cuevas y rocas costeras, el personal encargado distribuirá los granos de cebo manualmente. Si se observa alguna actividad de roedores posterior al tratamiento (hasta 10 días después), el registro de la etiqueta del cebo puede permitir el uso de estaciones de cebo resistentes o una aplicación directa de cebo en madrigueras que sería llevada a cabo en las áreas donde los roedores se mantienen activos. Estos tratamientos específicos serán mantenidos por el periodo de tiempo que la actividad de roedores sea evidente en el área y que los roedores aparenten estar aceptando el cebo. Si la actividad de roedores no responde al cebo, el uso de cebo carnada cesará y la situación será revisada para determinar qué curso de medida de acción apropiada se debe tomar, que podría incluir la re-aplicación de cebo y/o cebo de detección mediante dispersión aérea, dispersión manual, o técnicas de estaciones de cebo.

Basado en las experiencias aprendidas en la Isla Rata en Alaska, proyectos de erradicación en donde se minimiza el riesgo para las especies no objeto mientras al mismo tiempo se mantiene una alta probabilidad de éxito en la erradicación, han sido tomados en consideración en esta Evaluación Ambiental. Necesidades adicionales tales como una completa planificación de logística, plan de comunicaciones, registro de acciones e impactos serán incorporados en el plan operacional de Desecheo.

2.4.3 Tiempo

Las operaciones de dispersión aérea podrían llevarse a cabo en enero, febrero, marzo o abril.

La dispersión de cebo podría ser completada en 30 días, un período que permitiría dos aplicaciones de cebo cada una separada típicamente por cinco a siete días, con un tiempo de contingencia adicional para considerar alguna demora por el clima y posibles aplicaciones de cebo adicionales, en el caso que se detecten señales de ratas.

La dispersión de cebo puede ser iniciada solo si los pronósticos de las condiciones del clima indican que no hay probabilidades de precipitación en al menos siete días.

2.4.4 Equipo y Materiales

2.4.4.1 Cebo

Bajo las Alternativas B y C, el producto de cebo a usarse sería Brodifacoum-25D. Una descripción detallada de Brodifacoum-25D puede ser encontrada en la Sección 2.3.2.2.

2.4.4.2 Equipo de Dispersión Aérea

La dispersión de cebo aérea podría ser realizada usando mayormente un helicóptero de un sólo rotor o un rotor de cola. Los modelos de helicópteros considerados para uso en la operación podrían incluir el Bell 206B Jet Ranger, Bell 206L4 Long Ranger u otra aeronave de tamaño pequeña a mediana.

El cebo sería dispersado o desde una cubeta especial para cebo suspendida debajo del helicóptero. La cubeta consta de un compartimiento para almacenamiento de cebo, una salida ajustable operada a control remoto para regular el flujo de cebo que sale del compartimiento de almacenamiento y un artefacto de dispersión impulsado por un motor que puede ser encendido (para difundir el cebo sobre un área amplia) o apagado a control remoto, independientemente del flujo de la salida. El artefacto de dispersión incluiría un deflector que puede ser instalado cuando la dispersión direccional (en vez de 360^0) sea necesaria, tal como a largo de la costa para prevenir la el derrame de cebo al ambiente marino.

2.4.4.3 Estaciones de Cebo

Las estaciones de cebo son encierros parecidos a cajas con entradas pequeñas diseñadas para atraer roedores, pero para otras especies como las aves la entrada les resulta difícil. Las estaciones de cebo reducen el riesgo de exposición del rodenticida para las especies no objeto logrando la dificultad de acceso al cebo y reduciendo la cantidad de cebo introducida al ecosistema. Las estaciones de cebo diseñadas para Desecheo tendrían que incluir las siguientes características:

- Una entrada lo suficientemente pequeña para que dificulte la entrada de aves, pero lo suficientemente grande para permitir la entrada de ratas.
- Un esquema de colocación de cebo interior que dificulte el acceso al cebo adentro, para aves y reptiles, pero que provea la mínima dificultad a las ratas. Esto puede ser logrado colocando el cebo detrás de una barrera cerca de la entrada que no permita el acceso al cebo sin entrar totalmente a la estación.
- Un panel de acceso cerrado a prueba de humedad, pero que pueda ser abierto fácilmente por el personal para el re-abastecimiento y mantenimiento.

Un sinnúmero de estaciones comercialmente disponibles cumplen con estos criterios y serán evaluados para la mejor opción, previo a la implementación. Alternativamente, estaciones de cebo pueden ser fabricadas específicamente para este proyecto, conforme a los requisitos descritos en la rotulación del cebo.

2.4.5 Operación para la Aplicación del Cebo

2.4.5.1 Dispersión Aérea

La dispersión del cebo por helicóptero consistiría de múltiples vuelos de baja altitud sobre Desecheo e isletas adyacentes. El régimen de carnada seguiría practicas comunes basadas en erradicaciones de roedores en otros lugares en Estados Unidos y a nivel mundial (Howald et. al. 2007), en los cuales vuelos solapados son efectuados en toda el área interior de la isla y vuelos solapados con un deflector suspendido de la cubeta de cebo (para prevenir la caída del cebo en el ambiente marino) alrededor de la costa. El área de vuelo sería determinada de antemano en pruebas de calibración del cebo en los helicópteros. Operaciones previas han demostrado que un rango de 164 a264 pies (50-75m) puede ser efectivo. Cada vuelo se solapará sobre el anterior por aproximadamente de 25 a50 porciento para garantizar que no haya áreas sin tratar con el cebo.

La carnada o cebo puede ser aplicado en conformidad con un plan de vuelo que tomará en cuenta lo siguiente:

- La necesidad de aplicar cebo uniformemente y prevenir el no tratar algunas áreas o el solapado y dispersión en exceso
- La topografía de la isla
- El actual pronostico de las condiciones del clima
- La necesidad de evitar la dispersión del cebo en el ambiente marino.
- La necesidad de minimizar el disturbio a la vida silvestre nativa.
- La necesidad de minimizar sustancialmente los costos asociados al tiempo de vuelo del helicóptero.

El helicóptero volaría:

- a velocidades entre 25 a50 nudos (29-35 mph o 46-56 km/hr).
- a una altitud promedio de aproximadamente 164 pies (50m) sobre tierra.
- con la cubeta de cebo debajo del helicóptero en una línea recta 49-66 ft (15-20m).

Durante una aplicación a toda la isla todos los lugares de Desecheo estarían sujeto a que el helicóptero pase por lo menos una vez para aplicar cebo o posiblemente más. Sin embargo, sería requerido que el helicóptero viaje a lo largo de toda la isla entre el lugar de abastecimiento de cebo y el lugar de aplicación de cebo, para explorar el área y dar apoyo el personal en tierra. Por lo tanto, es probable que muchos sitios en la isla estuvieran sujetos a que el helicóptero pase varia veces.

Para garantizar la erradicación de ratas, sería necesario llevar a cabo dos aplicaciones de cebo en toda la isla. Cada aplicación ocurriría típicamente entre cinco a siete días de diferencia para minimizar la probabilidad que las ratas competitivamente inferiores o ratas jóvenes sobrevivan la primera dispersión de cebo, porque no tuvieron la oportunidad de consumirlo. Para cada aplicación en toda la isla, habrá probablemente no más de tres días consecutivos de operación.

El cebo será aplicado estrictamente conforme a las limitaciones impuestas por las regulaciones para pesticidas de la EPA (FIFRA). La ración precisa de cebo a aplicarse no excederá la ración establecida por la EPA. Pruebas de campo usando replicas de cebo no-tóxico y realizadas en 2009 y 2010 han demostrado raciones de aceptación (incluyendo consumo y degradación) indicando una ración de aplicación de cebo apropiada para la erradicación de ratas en la isla de Desecheo (véase Sección 2.3.4).

Luego de la aplicación, los granos de cebo serían consumidos o destrozados por las ratas y podrían de la misma forma ser consumidos por otros animales. La exposición de los granos de cebo a mucha humedad degradarían los granos más rápido que los granos que hayan caído en lugares más protegidos. La ración de la aplicación sería calculada para que una cantidad adecuada de cebo esté disponible para el consumo de de las ratas por un período de al menos tres días.

Antes de la aplicación, la calibración entre el piloto, el helicóptero y la cubeta de cebo que será usada en la aplicación debe ser realizada, para garantizar la consistencia y exactitud de la aplicación usando la dispersión de cebo inerte. La calibración ocurrirá sobre un lugar fuera de la isla en condiciones atmosféricas similares a las de la isla de Desecheo.

Para garantizar la aplicación de cebo completa y uniforme:

- La aplicación debe ser monitoreada y grabada digitalmente a bordo del helicóptero usando un aparato de posición global (GPS por sus siglas en ingles) y una barra de navegación para guiar la aplicación con la mayor precisión posible y así prevenir que haya áreas sin tratar y el solapado no intencional en la cobertura de la aplicación de cebo.
- La ración de la aplicación debe ser calculada considerando la ración conocida del flujo de cebo de la cubeta suspendida bajo el helicóptero; la velocidad reportada por el helicóptero y la aplicación de cebo solapada reportada por el sistema de rastreo GPS a bordo del helicóptero.

- La cobertura de la aplicación será revisada a través de la operación usando un sistema de información global (GIS por sus siglas en ingles) y una computadora para identificar las áreas no tratadas.

Ajustes en la ración del flujo de cebo, velocidad del helicóptero y líneas de vuelo serían hechos según sea necesario para cumplir con la ración de aplicación óptima, manteniéndose dentro de los límites legales requeridos por la EPA.

2.4.6 Previniendo la Dispersión de Cebo en el Ambiente Marino

El cebo para roedores no sería distribuido deliberadamente al ambiente marino. Sin embargo, durante la aplicación de cebo en las áreas costeras, podría ocurrir que algunos se caigan en el agua. Todo esfuerzo razonable será hecho para minimizar el riesgo de desvío de cebo al ecosistema marino. El deflector de dispersión estaría sujetado a la cubeta para todas las ocasiones que el helicóptero pase en vuelos de tratamiento a lo largo de la costa incluyendo acantilados costeros. El deflector difundiría el cebo dentro de 120 grados aproximadamente del lado del helicóptero hacia la tierra, para así minimizar el riesgo que el cebo entre al mar. En adición, la cubeta podría ser usada con el motor de dispersión apagado para regar cebo directamente a puntos precisos debajo del helicóptero, a través de la costa de la isla e isletas alrededor.

2.4.7 Cobertura de las Áreas sin Tratar con Cebo

Como resultado de la necesidad de prevenir la dispersión del cebo cerca del ambiente marino, la costa e isletas alrededor de Desecheo, las cuales son hábitat potencial de ratas, podría ser que estas áreas no reciban una cobertura con cebo adecuada mediante la dispersión con helicóptero. En adición, áreas entre cuevas y debajo de rocas sobresalientes pueden estar también por fuera del alcance de la dispersión aérea.

En ocasiones en que sea evidente o se sospeche que alguna área de tierra no recibió una cobertura total, habrá que hacer una dispersión suplementaria sistemática caminando, o usando bote, helicóptero o una combinación de estos. Los helicópteros podrán permanecer inmóvil en el aire por períodos cortos de tiempo durante la aplicación de cebo en la isletas de tierra, bien semanalmente o desde la cubeta con el motor de dispersión apagado para regar directamente a un punto preciso abajo.

Todo el personal que participaría en las adicionales dispersiones manualmente, sería entrenado y evaluado en la aplicación sistemática de cebo a una taza establecida (Buckelew et. al. 2005)

Las estaciones de cebo también podrían ser instaladas en circunstancias limitadas, incluyendo:

- Dentro y en los alrededores de los campamentos.

- En áreas discretas en las cuales las estaciones de cebo reducirían el riesgo de exposición de cebo a una población de vida silvestre potencialmente vulnerable.
- En lugares de llegada a la isla, como helipuertos, puertos y playas.

El cebo utilizado en estaciones de cebo sería idéntico a los granos de cebo utilizados para dispersión.

Todo el personal que manipule el cebo o monitoree la aplicación del cebo en el campo cumplirá con todo los requisitos para el uso de equipo de protección personal (PPE) requerido por la EPA. Toda actividad de aplicación de cebo (dispersión aérea, distribución manual y abastecimiento de estaciones de cebo) será conducida bajo la supervisión de aplicadores de pesticidas certificados por el Gobierno del de Puerto Rico.

2.5 Alternativas D y E: La Dispersión Aérea como Técnica de Dispersión Primaria para el Producto de Cebo Diphacinone-50

2.5.1 Razón

Diphacinone-50 es un producto de cebo destinado específicamente para uso en proyectos de conservación, que contiene el rodenticida diphacinone en una concentración de 50 ppm. Diphacinone es el rodenticida usado para el control de ratas en las ciudades y las áreas agrícolas por décadas y fue recientemente usado con éxito para erradicar ratas en la isla de Mokapu usando una técnica de dispersión aérea (Swenson y Duvall 2007, Dunlevy et. al 2008). Diphacinone es un potencial rodenticida alterno al brodifacoum para la erradicación de ratas en islas y expone a un riesgo menor las aves no objeto en comparación con brodifacoum (Erickson y Urban 2004), pero su record de erradicación exitosa usando la técnica de dispersión aérea es extremadamente limitado. Más detalles sobre diphacinone y el producto de cebo Diphacinone-50 pueden ser encontrados en la Sección 2.3.2.3.

2.5.2 Resumen de los Métodos para la Dispersión del Cebo

El producto de cebo Diphacinone-50 aún no ha sido utilizado exitosamente en la erradicación de ratas en una isla. Sin embargo, Ramik® Green, un producto comparable, ha sido usado en una ocasión para erradicar exitosamente ratas usando el método de dispersión aérea (Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos 2005, Swenson y Duvall 2007, Dunlevy et al 2008, Dunlevy y Swift 2010). Las técnicas específicas y consideraciones para una dispersión aérea exitosa con Diphacinone-50 en gran medida no han sido probadas (pero el producto de cebo específico distribuido de forma aérea en dos islas en Japón (Hashimoto 2010) aún se desconoce). Otros productos de cebo de diphacinone a una concentración de 50 ppm (e.j. Ditrac® Blox™; J. T. Eaton™ Bait Block®) han sido usados exitosamente para la erradicación de ratas cuando han sido distribuido en estaciones de cebo y aplicación manual, como tóxico solo o aplicado en combinación con un segundo tóxico.

Asuntos de seguridad en la isla de Desecheo resultado de la presencia de UXO y lo escarpado del terreno, dictaminan que el uso de estaciones de cebo y dispersión manual como métodos de dispersión primaria no es lo recomendado ni conveniente. Por lo tanto, granos de cebo conteniendo diphacinone serían sistemáticamente aplicados mediante helicóptero a todas las áreas terrestres sobre el nivel del mar en la isla de Desecheo. En áreas donde el cebo no podría ser distribuido por el helicóptero; tales como las cuevas, el personal distribuiría los granos de cebo manualmente. El personal también instalaría estaciones de cebo en un número de lugares limitados.

Si se observa alguna actividad de roedores después del tratamiento (máximo 10 días), el registro de la etiqueta del cebo permite establecer estaciones de cebo resistentes o realizar una aplicación directa de cebo en madrigueras en las áreas en donde los roedores podrían mantenerse activos. Estos tratamientos serán realizados por el tiempo que la actividad de roedores sea evidente en las áreas y que los roedores aparenten estar aceptando el cebo. Si la actividad de roedores no responde a la presencia del cebo, el trabajo cesará y la situación será evaluada para decidir qué acción apropiada se debe tomar, la cual podría incluir la re-aplicación de cebo y/o cebo de detección mediante dispersión aérea, dispersión manual o técnicas de estaciones de cebo.

2.5.3 Tiempo

Las operaciones de dispersión aérea podrían llevarse a cabo en enero, febrero, marzo o abril. Para maximizar la disponibilidad de cebo a las ratas, las aplicaciones aéreas repetidas serían requeridas a través de un período extendido, con cada aplicación planificada entre cinco y siete días de diferencia (véase Sección 2.3.5). La dispersión total del cebo sería completada en un periodo de cuatro meses entre enero y abril ya que es el periodo del año optimo en términos biológicos y climáticos en Desecheo (véase Sección 2.3.6). En adición, se necesitará un tiempo de contingencia para considerar las posibles demoras por el clima y la aplicación adicional de cebo en caso que persistan las señales de presencia de ratas después de la última aplicación. La dispersión del cebo puede ser iniciada solo si los pronósticos de las de condiciones del clima indican que no hay probabilidades de precipitación dentro de al menos siete días.

2.5.4 Equipo y materiales

2.5.4.1 Cebo

Bajo las Alternativas D y E, el producto de cebo usado sería Diphacinone-50. Una descripción detallada de Diphacinone-50 puede ser encontrada en la Sección 2.3.2.3.

2.5.4.2 Equipo de dispersión aérea

El equipo necesitado para la dispersión aérea de Diphacinone-50 no sería diferente al necesitado para Brodifacoum-25D (véase Sección 2.4.4).

2.5.4.3 Estaciones de cebo

Las estaciones de cebo diseñadas para aplicar Diphacinone-50 no sería diferentes a las usadas para Brodifacoum-25D (véase Sección 2.4.4.3).

2.5.5 Operaciones de Aplicación de Cebo

Los métodos estándar para el uso de diphacinone en erradicaciones de ratas, han sido la aplicación manual y la aplicación regular en estaciones de cebo en un período de varios meses a años. En México, Donlan y colegas (2003) aplicaron el cebo diariamente de 5 a 10 días, después semanalmente, por un período de dos meses. El cebo fue subsecuentemente reabastecido cinco veces en los dos años subsiguientes, a una tasa promedio de aplicación de 11.8 kg/ha. En las Islas Vírgenes de Estados Unidos (USVI, por sus siglas en ingles), Witmer y colegas (2007), condujeron una erradicación de ratas aplicando cebo cinco veces en un período de un año; la operación de cebo inicial duró seis semanas; seguido por tres operaciones de dos semanas cada una y la operación final duro cuatro semanas. Durante cada operación de cebo, el cebo fue reabastecido cada uno a tres días. En total, unos 546 kg de cebo fue aplicado en la isla, equivalente a unos 0.027 kg (27 g) de diphacinone activo. En Hawaii, la erradicación de ratas en la isla de Mokolii (1.6 ha) fue lograda usando 11.3 lbs/ac (12.7 kg/ha) de diphacinone, aplicado en estaciones de cebo por un período de 6 meses, con el reabastecimiento de cebo aproximadamente cada dos semanas (Smith et. al 2006). Ambas operaciones de cebo, en las Islas Vírgenes de Estados Unidos y Hawaii, fueron complementadas con trampas para ratas. La réplica de la aplicación de este régimen no ha sido probada en operaciones de dispersión aérea.

En las lslas Falkland, el método estándar fue la aplicación manual de cebo de diphacinone (Ditrac® bloques de cebo). La alta aplicación de cebo (10-20 kg/ha) proveyó una abundancia de bloques de cera y una segunda aplicación de cebo resulto efectiva; debido al frio clima, el cebo estuvo disponible por un periodo que duro meses (Poncet comu. perso.).

2.5.5.1 Dispersión Aérea

Las medidas para dispersión aérea de cebo son las mismas que para brodifacoum. Favor de ver la Sección 2.3.5 para el protocolo de dispersión aérea.

Con el propósito de garantizar una erradicación de ratas exitosa usando diphacinone, sería necesario realizar tres o más aplicaciones en toda la isla para asegurar que permanezcan cantidades suficientes en el suelo para así garantizar que todas las ratas ingieran pequeñas cantidades de cebo consistentemente por un período de 12 días (véase Sección 2.3.2). En adición, múltiples aplicaciones serían necesarias para minimizar la probabilidad que ratas competitivamente inferior o jóvenes sobrevivan la dispersión inicial porque no tuvieron la oportunidad de consumir el cebo.

La aplicación de Diphacinone-50 es dirigida por la regulación de pesticidas (FIFRA) de la EPA. Las instrucciones para el uso indican que el cebo será aplicado a un máximo de 12.5

lbs/ac (13.8 kg/ha) seguido por una segunda aplicación de 12.5 lbs/ac (13.8 kg/ha) entre cinco a siete días después de la aplicación inicial. Si la actividad de ratas persiste después de la aplicación de dispersión aérea, estaciones de cebo resistentes serían instaladas, o el cebo sería distribuido en madrigueras donde la actividad de ratas sea evidente. Si el terreno difícil restringe el uso de estaciones de cebo o la distribución del cebo en madrigueras, entonces la dispersión aérea de cebo continua sería mantenida en áreas donde la actividad de ratas persista por el tiempo en que la actividad fuera evidente. Para cada aplicación aérea de cebo, probablemente no habría más de tres días consecutivos de operación.

Dado que las pruebas de granos de cebo usando granos de brodifacoum de tamaño y matriz similar aplicados con una dosis máxima permisible de 16 lbs/ac (18 kg/ha) seguido por 8 lbs/ac (9 kg/ha) cinco días después, demostraron que el cebo permanecía en el suelo por un máximo de cinco días (véase Sección 2.3.4.2), esto anticipa que la ración máxima de dispersión de Diphacinone-50 de 12.5 lbs/ac (13.8 kg/ha) seguido por una segunda aplicación de 12.5 lbs/ac (13.8 kg/ha) luego de cinco o siete días, sería requerida para garantizar que permanezcan suficientes granos en el suelo para que todas las ratas estén expuestas sobre un período mínimo de cinco días.

Sin embargo, dado que las ratas necesitan una exposición de diphacinone por hasta 12 días para logar una mortalidad del 100 porciento, la cantidad de cebo requerida a ser aplicada para lograr esto necesitaría ser determinado por la ingestión de cebo en pruebas de campo en la isla de Desecheo previo a la erradicación. Estas pruebas usarían una réplica de cebo no tóxico con un biomarcador para medir una cantidad aproximada de aceptación de cebo (incluyendo el consumo y la descomposición) dentro del ambiente de la isla de Desecheo y para demostrar el porciento de ratas que ingirió el cebo (véase Sección 2.3.4.2 para pruebas comparables con Brodifacoum-25D).

Luego de la aplicación, los granos de cebo serían consumidos o destrozados por las ratas y podrían ser igualmente consumidos por otros animales. La exposición de los granos de cebo a mucha humedad degradarían los granos más rápido que los granos que hayan caído en lugares más protegidos. Pruebas de campo con Diphacinone-50 en el atolón de Palmyra indicaron que los granos de cebo no son tan resistentes al clima como Brodifacoum-25W (Island Conservation 2010ª) y se degradarían más rápido luego de un evento de lluvia. Es por esto, que el cebo solo debe ser aplicado si se puede anticipar que no se esperan eventos de lluvia por el tiempo de duración de la operación (hasta 21 días).

Antes de la aplicación, la calibración entre el piloto, helicóptero y cubeta de cebo que será usada en la aplicación debe ser realizada para garantizar la consistencia y exactitud de la aplicación usando la dispersión de cebo no toxico o inerte. La calibración ocurrirá sobre un área de prueba fuera de la isla en condiciones atmosféricas similares a las de la isla de Desecheo.

Para garantizar la aplicación de cebo completa y uniforme:

- La aplicación debe ser monitoreada y grabada digitalmente a bordo del helicóptero usando un aparato de posición global (GPS por sus siglas en ingles) y una barra de navegación para guiar la aplicación con la mayor precisión posible y así prevenir que haya áreas sin tratar y el solapado no intencional en la cobertura de la aplicación de cebo.
- La ración de la aplicación debe ser calculada considerando la ración conocida del flujo de cebo de la cubeta suspendida bajo el helicóptero; la velocidad reportada por el helicóptero y la aplicación de cebo solapada reportada por el sistema de rastreo GPS a bordo del helicóptero.
- La cobertura de la aplicación será revisada a través de la operación usando un sistema de información global (GIS por sus siglas en ingles) y una computadora para identificar las áreas no tratadas.

Ajustes en la dosis del flujo de cebo, velocidad del helicóptero y líneas de vuelo serían hechos según sea necesario para cumplir con la dosis de aplicación óptima, manteniéndose dentro de los límites legales requeridos por la EPA.

2.5.6 Previniendo la Caída del Cebo en el Ambiente Marino

Las medidas para prevenir la caída de cebo en el ambiente marino son iguales a las usadas para la aplicación de brodifacoum. Favor de ver la Sección 2.4.7para detalles.

2.5.7 Cobertura de Áreas sin Tratar con Cebo

Las medidas para garantizar una cobertura total de áreas sin tratar en la aplicación de cebo son iguales a las usadas para la aplicación de brodifacoum. Favor de ver la Sección 2.4.7 para detalles.

La aplicación aérea de cebo siguiendo las regulaciones de EPA solo ha sido probada exitosamente una vez, en una isla de 10 ha, con la dosis nominal de aplicación propuesta de 10 lbs/ac (11.25 kg/ha) aplicado en dos ocasiones, separado por cinco días (Swenson y Duvall 2007). La segunda aplicación aérea intentada en la isla Lehua (117 ha) fracasó usando una ración de aplicación de 12.5 lbs/ac (11.2 kg/ha) aplicada en dos ocasiones entre cinco y siete días de diferencia (Servicio de Pesca y Vida Silvestre 2005).

Dado que solo una operación de erradicación de ratas usando la aplicación aérea de cebo ha sido exitosa (y en una isla muy pequeña) y dado al conocimiento general del mecanismo de acción del diphacinone como un anticoagulante (pequeñas dosis a través de múltiples días consecutivos), operaciones aéreas de aplicación adicionales usando diphacinone serian necesarias para que tenga mayor oportunidad de éxito. Las operaciones de aplicación adicionales, podrían requerir de una estrategia operacional que está fuera de las limitaciones dictadas por las regulaciones de la EPA para el producto de cebo Diphacinone-50. Por ejemplo, podría ser necesario aplicar múltiples (más de dos) aplicaciones a través de varias semanas. Tal estrategia requeriría de más pruebas y si las pruebas son exitosas,

requerirá de cambios a la etiqueta de cebo de la EPA antes de la implementación de la operación.

2.6 Alternativas B y D: Captura de Taxones de Reptiles Endémicos

La captura de taxones de reptiles endémicos sería llevada a cabo como medida de seguridad contra el posible impacto negativo a los reptiles como resultado de la exposición y la mortalidad por el cebo para roedores, durante la operación de erradicación.

En octubre 2010, el Servicio de Pesca y Vida Silvestre llevo a cabo un taller de dos días, para evaluar el riesgo del uso de tóxicos en especies de reptiles que no son el objetivo de la erradicación y para hacer recomendaciones de manejo de esos riesgos. El taller generó unas recomendaciones para el manejo de los riesgos a reptiles por el uso de tóxico en Desecheo, que incluyen:

- La información disponible de los reptiles de Desecheo, el riesgo del tóxico y otros estudios de situaciones a nivel mundial, fueron suficientes para hacer recomendaciones.
- Las densidades de reptiles en Desecheo son lo suficientemente grandes para considerar el cautiverio temporero, pero sí parece haber reducido, sugiriendo que los reptiles sufren el actual impacto negativo de ratas.
- Mantener los reptiles en cautiverio temporeramente por la duración de la operación de erradicación de ratas es una estrategia apropiada. El tiempo de duración en cautiverio podría depender de la estrategia escogida y los residuos del toxico detectados en Desecheo después de la aplicación del cebo.
- Con el propósito de restablecer una especie en Desecheo en caso que ocurra una disminución, entre 20 a 30 parejas de las tres especies de reptiles endémicos a Desecheo podrían ser suficientes para ser mantenidas en cautiverio, los animales podrían ser mantenidos en cautiverio en la isla de Puerto Rico. Discusiones adicionales podrían re-evaluar si las tres especies serán requeridas. Si ningún impacto es detectado en los reptiles como resultado de la aplicación del cebo, los animales en cautiverio podrían no ser liberados debido al riesgo potencial de introducir una enfermedad insólita o patógena de reptiles a Desecheo. En este escenario, los reptiles en cautiverio serían re-distribuidos a instituciones para animales aprobadas por AZA, museos u otras facilidades y cualquier otro individuo que no pueda ser reubicado sería eutanizado. La percepción pública fue reconocida como importante al redistribuir los animales.
- Un estudio sería necesario para evaluar la posible presencia de enfermedades y patógenos en reptiles en Desecheo y en las instalaciones en cautiverio en la isla de Puerto Rico. Este estudio ayudaría a dar a conocer una estrategia de liberación para los reptiles en Desecho, si fuera necesario.
- Como recomendación alterna, los animales podrían ser mantenidos en cautiverio en Desecheo. Esto podría eliminar el riesgo de contagio con alguna enfermedad, podría permitir el uso de encierros al aire libre y el aprovechamiento de la luz solar, como también podría reducir los costos del proyecto. Dentro de este escenario, los reptiles podrían ser liberados en Desecheo en el momento que sea más apropiado.

Sin embargo, se reconoce que la lejanía y dificultad de acceso a la isla y los incidentes asociados con inmigrantes ilegales y transporte de drogas podrían hacer del manejo de los reptiles y la seguridad del personal algo más difícil que tener una facilidad en cautiverio establecida en la isla de Puerto Rico.

- Una operación de cautiverio podría requerir los permisos apropiados de colecta y cautiverio del DRNA, el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos y otras agencias Federales de Estados Unidos o agencias del Gobierno de Puerto Rico.
- Los reptiles podrían ser monitoreados en Desecheo, después de la aplicación del cebo.
- Las consultas técnicas con personal con experiencia en manejo y cautiverio de reptiles deben ser necesarias y un programa en cautiverio de una institución con experiencia zoológica en el manejo y cuidado de reptiles en cautiverio debe ser contratado.
- Los participantes consideraron que el impacto a los reptiles a un nivel poblacional era poco probable, pero que las opciones para las medidas de cautiverio fueron estrategias apropiadas para manejar la incertidumbre de los resultados del uso de tóxicos a reptiles no objeto en Desecheo.

Dentro de las Alternativas B y D, dos diferentes estrategias para la retención de los reptiles en cautiverio son propuestas:

Alternativas B(i) y D(i) recomiendan la siguiente estrategia:

Estrategia (i): los reptiles podrían ser removidos de Desecheo hacia una instalación de cautiverio en la isla de Puerto Rico y la población cautiva podría ser utilizada para re-poblar la isla después de la erradicación, en caso que ocurra una disminución a nivel poblacional en cualquiera de las tres especies endémicas.
Esta estrategia podría:

- Permitir la retención de suficiente diversidad genética para un exitoso restablecimiento de una población silvestre.
- Promover el óptimo manejo y cuidado de animales.
- Permitir la detección de posibles disminuciones poblacionales por un largo periodo de tiempo (no mayor de 3 meses) después de completar la aplicación del cebo.
- No permitir que los animales en cautiverio sean regresados a Desecheo, en caso que no ocurra un impacto a nivel poblacional en los reptiles.

Alternativas B(ii) y D(ii) recomiendan la siguiente estrategia:

Estrategia (ii): los reptiles podrían ser mantenidos en cautiverio en Desecheo en pequeños encierros al aire libre y podrían ser liberados nuevamente en el momento apropiado.
Esta estrategia podría:

- Tener los animales en cuarentena en Desecheo evitando algún impacto potencial debido al toxico.

- Permitir que los animales en cautiverio sean liberados en Desecheo cuando los residuos del toxico sean insignificantes.
- No proveer suficiente diversidad genética para asegurar una supervivencia poblacional a largo plazo, en caso que los animales fueran necesarios para restablecer una población silvestre en Desecheo, porque un número insuficiente de animales podrían ser mantenidos en la Isla. Sin embargo, la captura de animales adicionales podría ser necesaria.
- Permitir solo la detección de posibles disminuciones poblacionales por un corto periodo de tiempo (no mayor de uno mes) después de completar la aplicación del cebo.
- Aumentar el riesgo de mortalidad, daño y escape para los animales en cautiverio porque la lejanía y dificultad de acceso a la isla podrían no permitir el óptimo cuidado a los animales.
- Introducir riesgos asociados con la seguridad del personal durante el tiempo que permanezcan en Desecheo trabajando con los reptiles en cautiverio.

Se debe reconocer que colocar en cautiverio individuos en estado silvestre en Desecho o en la Isla de Puerto Rico, a pesar de tomar todas las medidas de seguridad, presenta riesgos que incluyen posibles deterioros en la condición del cuerpo, mortalidad de individuos, cambios en su comportamiento, enfermedades generadas por la condición de cautiverio, como también enfermedades introducidas a la isla.

2.6.1 Taxones

La siguana de Desecheo, el lagarto común de Desecheo y la salamanquita de Desecheo serían las especies objeto de cautiverio, porque son endémicos a Desecheo; actualmente, estas especies no se encuentran en cautiverio ni en cualquier otro lugar que no sea Desecheo, por lo tanto, impactos a largo plazo a nivel poblacional serían perjudiciales a estas especies. En pruebas de campo en el 2010 usando cebo inerte con el biomarcador demostraron que existen vías para la exposición al rodenticida para la siguana y el lagarto común (Island Conservation 2010c). Las vías de exposición son probablemente primarias (consumiendo el cebo o fragmentos de cebo directamente) o secundarias (comiendo invertebrados u otros reptiles o mordisqueando ratas muertas o reptiles que consumieron el cebo). La salamanquita de Desecheo no fue examinada durante estas pruebas. No es requerido el cautiverio para la Santa Lucia o eslizón ni para la culebra corredora de Puerto Rico debido a que ambas son especies nativas a la isla Puerto Rico y otras isletas terrestres y presentan una amplia distribución y abundancia y en el caso que ocurrieran impactos a nivel de población, Desecheo podría ser repoblado con las mismas especies colectadas en la isla de Puerto Rico. En adición, la erradicación de ratas usando Klerat® (50 ppm brodifacoum) de la isla de Antigua no mostró impacto negativo en la culebra corredora de Antigua (*Alsophis antiguae*) y de hecho, durante 18 meses posteriores a la erradicación la población de corredoras se había más que duplicado en tamaño (Daltry et. a. 2001).

2.6.2 Alternativas B(i) y D(i)

Las Alternativas B(i) y D(i) podrían requerir la captura y transporte de individuos de las tres especies de reptiles endémicos, hacia una instalación especializad en la Isla de Puerto Rico. Los animales podrían estar en cautiverio hasta que los resultados de los censos después de la erradicación indiquen que las poblaciones en vida silvestre hayan sido afectadas por la aplicación de cebo. En caso de no haber un impacto a nivel poblacional, los animales en cautiverio podrían no ser liberados en Desecheo debido al riesgo de introducir una enfermedad que podría impactar las poblaciones silvestres. De ser así, los animales en cautiverio podrían ser depositados en instituciones para animales aprobadas por AZA, museos u otras facilidades y cualquier otro individuo que no pueda ser reubicado sería eutanizado. La percepción pública fue reconocida como importante al re-distribuir los animales. En caso que el impacto a nivel poblacional sea documentado en una o más especies endémicas, un programa de reproducción en cautiverio podría ser establecido con los animales en cautiverio existentes con el propósito de producir progenie que podría restablecer una población en Desecheo. Parejas reproductivas podrían ser seleccionadas para mantener una suficiente heterogeneidad genética en la progenie para asegurar una supervivencia de la población a largo plazo (ver Sección 2.6.2.1). Un programa de reproducción en cautiverio fuera de la isla para restablecer una especie en vida silvestre fue llevado a cabo para restaurar las poblaciones del tuatara (*Sphenodon punctatus*) una especie de reptil críticamente amenazado de extinción en Nueva Zelandia, siguiendo las operaciones de erradicación de ratas en al menos cuatro islas (Keall et al. 2001, Towns 2001). La población total conocida para el tuatara fue colectada entre 1990 y 1992 previo a la erradicación de ratas y localizada en distintas instituciones donde más adelante se reprodujeron en cautiverio; la reintroducción de la progenie como resultado del cautiverio a las islas sin ratas esta actualmente llevándose a cabo.

2.6.2.1 Número de Animales en Cautiverio

La teoría para el manejo de una población, para propósitos de conservación, propone que una población en cautiverio debe retener (entre los individuos) al menos el 90 porciento de la diversidad genética de la población silvestre por 100 años para garantizar la sobrevivencia a largo plazo y la continuidad de procesos evolutivos naturales (Frankham et. al. 2002). Por ejemplo, para la estrategia de recuperación de la serpiente de cascabel de la isla de Aruba (*Crotalus durissus unicolor)*, en peligro de extinción, expertos recomendaron que 150 individuos (como de un 15 porciento al 30 porciento de la población silvestre conocida) sea mantenida en cautiverio con el propósito de mantener el 98 porciento del promedio de su heterocigosidad por un período indefinido (Grupo de Especialistas de Reproducción en Cautiverio 1992). Sin embargo, algunas especies están siendo mantenidas en cautiverio con números similares debido a las limitaciones de recursos; el costo de este compromiso podría ser el aumento de reproducción entre parientes y la reducción en la capacidad en reproducción (e.g. Keall et al. 2001). Para los reptiles de Desecheo, de acuerdo a las, consultas hechas a biólogos de diferentes zoológicos se recomendó que de20 a30 parejas adultas reproductoras de cada especie deberían de ser mantenidas en cautiverio, lo cual es suficiente para obtener la diversidad genética poblacional si los animales subsecuentemente son reproducidos selectivamente para

producir crías para su liberación. Lo que significa que de ocurrir una merma significativa en la población, como resultado de las operaciones de erradicación de ratas, las parejas de reptiles en cautiverio serían establecidas para maximizar la diversidad genética de la población en cautiverio y las crías producidas serían liberadas en la isla de Desecheo una vez los niveles de residuo del toxico sean insignificantes. Esta estrategia (de mantener parejas reproductoras) significa que menos individuos son requeridos para el cautiverio. Esto reduce el impacto de la operación de cautiverio en la población silvestre y hace uso más efectivo de los recursos. La estrategia alternativa (de mantener en cautiverio una proporción representativa de la población) requeriría un número mayor de animales, facilidades de cautiverio más grandes y la remoción de un mayor número de animales envida silvestre tendría un mayor impacto en la población silvestre.

2.6.2.2 Captura y Traslado a las Facilidades en Cautiverio

Los reptiles serían capturados usando estudios estandarizados de reptiles y técnicas de captura, incluyendo, pero no limitado a: captura a mano, con redes o lazadas, cercas de desvió con trampas, trampas de embudo y uso de placas (Blomberg y Shine 1996). Los animales serían transferidos en bolsas de tela a un sitio temporero en Desecheo, previo a la remoción a las facilidades designadas su cautiverio. El área temporera probablemente sería localizada cerca al helipuerto en el suroeste de la isla. El tiempo óptimo para capturar animales sería temprano en la mañana hasta el atardecer en horas de la tarde. El Servicio intentaría capturar un número equitativo de adultos hembras y machos; sin embargo, cualquier animal que aparente estar enfermo o en pobre condición corporal sería liberado otra vez en Desecheo.

Los animales serán transportados a pie desde su sitio de captura al área temporera y mantenidos allí hasta su transferencia fuera de la isla. Cualquier animal capturado tarde en el día sería mantenido durante la noche en el área temporera, antes de ser trasladado a las facilidades de cautiverio en Puerto Rico. El área temporera debe estar bajo sombra (e.j. carpas que provean sombra pueden ser necesarias) para prevenir que los animales se sobrecalienten y se disequen y el área debe ser abastecida con suficientes suministros (e.j. agua, generador, etc.) para proteger los animales y el personal. Debido a los potenciales retrasos por condiciones climáticas que pueden retrasar el traslado de los animales fuera de Desecheo, se necesitaran suficientes suministros para proteger los animales capturados por los días que sean necesarios en la isla. Un pequeño campamento sería necesario en el área temporera para los biólogos encargados de capturar, manejar y transportar los animales. Algunas jaulas pequeñas temporeras pueden ser requeridas en el área para colocar los animales y prevenir la depredación por ratas y cangrejos durante la noche.

Los animales serían capturados y trasladados a las facilidades de cautiverio en la isla entre dos a cuatro semanas antes de la iniciación de las operaciones de aplicación de cebo. Idealmente, los animales podrían ser transportados por helicóptero en horas de la mañana, permitiendo que el personal tenga suficiente luz del día para colocar a los animales en sus jaulas de cautiverio en la isla. Los animales serán transportados en bolsas de tela o bolsas de aire con cremallera, dentro de una caja rígida con suficiente ventilación o un mecanismo de enfriamiento para prevenir el sobre calentamiento. En lo posible, los animales serán transportados diariamente del área de retención temporera en Desecheo a las facilidades

en la isla de Puerto Rico, pero un horario regular de trabajo haciendo el traslado podría tener retrasos por cambios en las condiciones del clima.

2.6.2.3 Monitoreo de Enfermedades

Un riesgo significativo en la estrategia de cautiverio es la introducción de enfermedades o problemas patogénicos a la población de reptiles silvestres en Desecheo mediante la reintroducción de animales capturados. Mientras que es poco probable que la población de reptiles silvestres en Desecheo esté libre de patógenos, los reptiles nativos en la isla de Puerto Rico probablemente tienen una diversidad de patógenos más alta que los encontrados en reptiles de Desecheo y para los cuales estos podrían no son inmunes. Con el propósito de monitorear y manejar patógenos en animales en cautiverio y para entender las limitaciones potenciales de re-poblar la isla posterior a la erradicación, una evaluación de enfermedades en reptiles de Desecheo y reptiles silvestres en las facilidades del cautiverio probablemente sería conducido. Subsecuentemente, cualquier patógeno inusual encontrado mientras se manejan los animales capturados, que no son típicamente encontrados en la población silvestre en Desecheo, sería monitoreado mientras los animales se encuentren en cautiverio.

2.6.2.4 Aspecto de las Facilidades para el Cautiverio

Una facilidad para cautiverio necesitaría: contar con jaulas estándares para reptiles, cajas o encierros; tener acceso a agua limpia, luz natural y artificial, calor como también tener una fuente de energía regular. Las jaulas deben evadir depredadores invasivos como ratas, ratones y gatos salvajes, así como otros reptiles nativos (especialmente serpientes) y minimizar el riesgo que los reptiles de Desecheo se escapen al ambiente natural de Puerto Rico. Dependiendo del comportamiento de la especie, los animales serán mantenidos individualmente o en grupos. El cuidado de los animales necesitaría ser supervisado por personal especializado con experiencia en manejo de reptiles en cautiverio y los cuidadores de animales necesitarían ser entrenados. El manejo diario incluiría la provisión regular de alimento fresco y artificial específicamente para reptiles. Alimento invertebrado comercialmente disponible (e.j. grillos, lombriz de tierra, gusano de polilla) sería necesario, el cual sería enviado a Puerto Rico desde Estados Unidos, o si no hay alimento importado disponible, se produciría en las facilidades del cautiverio. Las facilidades requerirían un área de almacenamiento y preparación de alimentos, un área clínica para manejar situaciones de salud con los animales y la disponibilidad de acceso a alguna consulta veterinaria en caso que se requiera de su apoyo. Estricta cuarentena y medidas de bioseguridad deben ser implementadas para reducir el riesgo de enfermedades potenciales o de dispersión de enfermedades entre los animales.

2.6.2.5 Consideraciones para la Ubicación de las Facilidades para el Cautiverio

La necesidad de reducir el tiempo de viaje desde la isla de Desecheo hasta las facilidades de cautiverio y para crear un ambiente donde la luz del día, el ritmo diario, la temperatura y la

humedad sean similares a Desecheo, se recomendó que las facilidades deben ser establecidas en la isla de Puerto Rico y preferiblemente localizadas en un área seca en la costa oeste. Las facilidades de cautiverio deben ser ubicadas en un sitio donde pueda sacar provecho de la asistencia de expertos locales en manejo de reptiles en cautiverio, ser accesible al personal reclutado para el manejo de las facilidades (cuidadores, personal de mantenimiento, seguridad y visitantes expertos en programas en cautiverio) y estar situado en un área segura. Las facilidades necesitarán acceso regular a agua limpia y electricidad, comida fresca para los animales, así como acceso al correo electrónico y teléfonos para solicitar apoyo de veterinarios y expertos en reptiles. Participantes del taller de reptiles llevado a cabo en octubre 2010 determinaron que el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Cabo Rojo era una localización apropiada para establecer estas facilidades de cautiverio.

2.6.2.6 Retención de Animales y Repoblación en Desecheo

Con la aplicación de cebo anticipada entre enero y abril (temporada biológica ideal), todos los animales necesitarían ser mantenidos en cautiverio por lo menos dos semanas previo a la operación. Capturar y ubicar los animales en cautiverio tomará máximo un mes. Los animales se mantendrán en cautiverio máximo por tres meses para garantizar que los animales capturados estarán disponibles para la repoblación en caso de detectarse una reducción a nivel poblacional en Desecheo. Si no se reporta impactos a un nivel poblacional en Desecheo, los animales no serian liberados debido al riesgo de introducción de patógenos o enfermedades a la población natural de reptiles en Desecheo. En cuyo caso, los animales serían distribuidos y depositados en instituciones zoológicas, museos, universidades u otras facilidades. En la eventualidad que todos los animales en cautiverio no puedan ser reubicados, cualquier individuo restante podría ser eutanizado usando técnicas estándares aprobadas. Por el contrario, si se reporta un alto impacto a nivel poblacional en cualquiera de las tres especies endémicas en Desecheo, la re-población de los animales dependería del momento en que las crías estuvieran disponibles para ser liberadas, así como también del momento en que los niveles de residuos del cebo en el ambiente estén bajo el umbral mínimo para impactos potenciales a largo plazo en la población de reptiles. Los niveles de residuos de cebo serían monitoreados durante la operación de aplicación de cebo. Se puede esperar retrasos en la liberación de animales a Desecheo durante la época de huracanes de junio a noviembre.

Si el impacto a nivel poblacional es registrado en reptiles silvestres, los animales en cautiverio podrían ser manejados para maximizar la diversidad genética en crías, que serían utilizadas para recobrar las poblaciones de reptiles en vida silvestre en Desecheo. Esto resultaría en cambios en la operación de capturar reptiles como método de seguridad y garantía de una especie durante la erradicación de ratas; a un programa de cautiverio, reproducción y reintroducción de especies. De ser necesario, documentación de NEPA, así como otros permisos podrían ser requeridos.

2.6.3 Alternativas B(ii) and D(ii)

Las Alternativas B(ii) y D(ii) podrían requerir la captura y retención temporera de individuos de las tres especies de reptiles endémicos, hacia unos encierros al aire libre en la Isla de Desecheo. Los animales podrían estar en cautiverio hasta que los resultados de los censos después de la erradicación indiquen que las poblaciones en vida silvestre no fueron afectadas por la aplicación de cebo o hasta que los residuos del toxico restantes en el ambiente estuvieran en niveles lo suficientemente bajos para tener un impacto insignificante en los animales liberados. En caso de no detectarse un impacto a nivel poblacional, los animales en cautiverio podrían ser liberados en Desecheo. La cuarentena de especies nativas durante las operaciones de erradicación de ratas ha sido la técnica mas frecuentemente utilizada (e.g. Merton et al. 2002, Butler 2005, Cuthbert 2009). Si los impactos a nivel poblacional fueran detectados en una o más de las tres especies endémicas, una población en cautiverio podría ser subsecuentemente identificada para que produzca la progenie que podría usarse para restablecer una población en Desecheo. Bajo este escenario, un programa de reproducción en cautiverio fuera de Desecheo podría ser necesario, como para las Alternativas B(i) y D(i) (ver Sección 2.6.2).

2.6.3.1 Numero de animales en Cautiverio

El número de animales de cada especie cautivos en Desecheo podría ser determinado por el tamaño y el número de encierros que podrían instalarse de una manera práctica sin causar ningún tipo de impacto irreversible a la Isla debido a las actividades de construcción y manejo de los reptiles. Debido a sus tamaños, se anticipa que grandes cantidades de individuos del lagarto y el geco de Desecheo serán colectadas y retenidas, mientras que pocos individuos de la siguana de Desecheo podrían ser retenidos debido a su gran tamaño, comportamiento territorial, comportamiento agresivo y su amplio ámbito de acción. Se anticipada que no más de 30-40 individuos del geco, no más de 30-40 individuos del lagarto y no más de 20-30 individuos de la siguana de Desecheo (incluyendo machos, hembras y juveniles) podrían ser retenidos en cautiverio.

La teoría de manejo de poblaciones con propósitos de conservación, propone que una población en cautiverio debería contar (entre los individuos) con al menos el 90 porciento de la diversidad genética de la población silvestre por los últimos 100 años para así asegurar una supervivencia a largo tiempo y la continuación de los procesos evolutivos naturales (Frankhman et al. 2002). Sin embargo, algunas especies están siendo retenidas en cautiverio con pequeños números de individuos debido a los escasos recursos con que cuentan los programas; el costo de este programa podría aumentar la endogamia y reducir la capacidad de reproducción (e.g. Keall et al. 2001). Para las Alternativas B(ii) y D(ii), el numero de reptiles retenidos en los encierros en Desecheo podría no ser suficiente para atender en teoría las necesidades genéticas para restablecer una población. Sin embargo, en caso que se detecte una dramática disminución a nivel poblacional inmediatamente después de la aplicación del cebo, animales adicionales podrían ser capturados para establecer una población de reproducción en cautiverio junto con los animales que se tenían previamente en cautiverio.

2.6.3.2 Captura y Traslado hacia los Encierros

Los reptiles serían capturados usando estudios estandarizados de reptiles y técnicas de captura, incluyendo, pero no limitado a: captura a mano, con redes o lazadas, cercas de desvió con trampas, trampas de embudo y uso de placas (Blomberg y Shine 1996). Los animales podrían ser mantenidos en bolsas de tela para el traslado a su respectivo encierro. El tiempo recomendado para la captura de los animales seria temprano en la mañana desde el amanecer hasta el atardecer. El Servicio capturaría un número igual de machos y hembras adultas; sin embargo cualquier animal que presente condiciones de mala salud o su cuerpo se encuentre en mal estado sería liberado. Los animales serian transportados y transferidos a los encierros entre una y dos semanas antes del inicio de las operaciones de aplicación del cebo.

2.6.3.3 Monitoreo de Enfermedades

El monitoreo de enfermedades no será requerido.

2.6.3.4 Características de la Construcción de los Encierros y el Manejo de los Reptiles

Los encierros serian construidos en Desecheo. Debido a las regulaciones de UXO, ninguna excavación puede ser realizada para la construcción, así que los encierros no deben necesitar de ninguna excavación para su establecimiento. Los encierros serian construidos en la base de los valles bajo los árboles para reducir el riesgo que los reptiles de sobrecalienten por el sol. El sitio elegido debe ser de fácil acceso y que pueda ser manejado diariamente por el personal. Sombra adicional seria provista artificialmente para cada encierro. Los encierros serian construidos bajo las condiciones naturales y provistos con hojarasca, corteza terrestre, ramas secas y vivas y rocas. Los encierros no deben permitir la entrada de ratas, hormigas (*Solenopsis* sp.), la culebra corredora de Puerto Rico, la siguana, el zorzal pardo, el falcón común y otros depredadores potenciales. Los encierros deberían también asegurar que los animales en cautiverio no puedan escapar. Adicionalmente, los encierros deben tratar de excluir a los invertebrados que podrían consumir el cebo para ratas. Reptiles en cautiverio podrían ser mantenidos en grupos de machos, hembras y juveniles dependiendo de su comportamiento.

2.6.3.5 Retención de los Animales y Repoblación en Desecheo

Los animales serian colectados aproximadamente una semana antes de la aplicación del cebo y mantenidos en cautiverio por un periodo máximo de un mes inmediatamente después de que la aplicación del cebo haya sido completada. En caso de no detectarse un impacto a nivel poblacional, los animales serian liberados en Desecheo cuando los niveles de residuos del toxico en el ambiente fueran considerados insignificantes para los reptiles. Los niveles de residuo del cebo serian monitoreados durante las operaciones de aplicación del cebo.

En el caso que los impactos a nivel poblacional fueran detectados inmediatamente después de la aplicación del cebo, una población para reproducción en cautiverio podría estar establecida con los animales que se tenían previamente en cautiverio, como también animales adicionales podrían ser capturados. Una población para reproducción en cautiverio podría seguir la descripción del programa descrita en la Sección 2.6.2. Esto daría lugar a un cambio en la operación de reptiles en cautiverio de ser una población segura temporeramente durante la erradicación de ratas a un programa de reintroducción y reproducción en cautiverio. De ser necesario, documentación de NEPA, así como otros permisos podrían ser requeridos.

2.7 Alternativas C y E: No Captura y Cautiverio de Reptiles

Previo a la implementación del proyecto, el Servicio conducirá pruebas en Desecheo como parte de la planificación operacional detallada, incluyendo una examinación específica del potencial de exposición de cebo para animales no objeto de erradicación, especialmente los reptiles. En el 2010, pruebas con cebo no toxico indicaron que existen vías de exposición para el lagarto común y la siguana de Desecheo, indicando que ambas especies estarían en riesgo por la exposición al rodenticida (Island Conservation 2010c). En adición, pruebas de laboratorio para evaluar el efecto de los anticoagulantes brodifacoum y diphacinone en reptiles se están realizando (USDA-AHIS) y pueden ayudar a informar sobre riesgos potenciales a reptiles no objeto. Independientemente, riesgos a reptiles no objeto pueden ser sustancialmente más altos que los estimados en esta evaluación ambiental. Si el Servicio decidiera no mantener reptiles en cautiverio como una acción de mitigación, el Servicio debería a) diseñar acciones de mitigación para reducir los riesgos a especies no objeto o b) determinar que el nivel esperado de exposición no objeto está dentro de los límites aceptables. El Servicio conduciría análisis adicional para NEPA con el propósito de informar estos nuevos hallazgos, de ser lo apropiado.

Tabla 2.4. Resumen Comparativo de Alternativas

Acción	Alternativa B:	Alternativa C:	Alternativa D:	Alternativa E:
	Dispersión aérea de brodifacoum con acciones de mitigación para especies de reptiles	Dispersión aérea de brodifacoum	Dispersión aérea de diphacinone con acciones de mitigación para especies de reptiles	Dispersión aerea de diphacinone
Metodo primario para la dispersión del cebo	Dispersión aérea	Dispersión aérea	Dispersión aérea	Dispersión aérea
Metodos secundarios para la dispersion del	Dispersión manual y estaciones de cebo	Dispersión manual y estaciones de cebo	Dispersión manual y estaciones de cebo	Dispersión manual y estaciones de cebo
Tipo de cebo	Brodifacoum-25D	Brodifacoum-25D	Diphacinone-50	Diphacinone-50
Acciones para reducir el riesgo a las especies de reptiles	(i) Cautiverio en Puerto Rico	Ninguna	(i) Cautiverio en Puerto Rico	Ninguna
	(ii) Cautiverio en Desecheo		(ii) Cautiverio en Desecheo	
Temporada	enero a abril	enero a abril	enero a abril	enero a abril

2.8 Alternativas Descartadas del Análisis Detallado

2.8.1 Estaciones de Cebo y Dispersión Manual

Características como el tamaño de la isla, la topografía escarpada, las pendientes, valles profundos y el estatus del UXO indican que la isla es difícil accesarla caminando y una operación terrestre presentaría dificultades logísticas y un peligro serio a los operadores.

2.8.2 Uso de Otros Tóxicos

El uso de otro rodenticida registrado con la EPA fue descartado para futuras consideraciones, por una o más de las siguientes razones: 1) no hay otro producto actualmente registrado para aplicación aérea con propósitos de conservación 2) la falta de efectividad probada en erradicación de ratas en islas; 3) el desarrollo potencial de que el cebo sea insignificante para la población de ratas existente y 4) la falta de un antídoto efectivo en caso de exposición humana. Cada una de estas situaciones y los rodenticidas son discutidos abajo.

Los programas más exitosos de erradicación de roedores en islas reportados hasta el momento, han usado un tóxico como técnica primaria usando anticoagulantes de "segunda generación", tales como brodifacoum y bromadiolone (230/270, o 85 porciento). Un total de 38 erradicaciones exitosas han usado anticoagulantes de primera generación tal como diphacinone y pindone. Siete conoce de siete erradicaciones donde usaron tóxicos no anticoagulantes incluyendo, strychine, monofluoroacetato de sodio, y cholecalciferol (Howald et. al 2007, Island Conservation información no publicada). Rodenticidas agudos, tal como strychine tienen la capacidad de matar ratas rápidamente después de la primera y única alimentación. Sin embargo, porque los síntomas de envenenamiento aparecen rápidamente, los rodenticidas agudos pueden inducir una alerta de cebo conocida si los animales consumen una dosis sub-letal. Estudios con fosfuro de zinc han demostrado que los roedores asocian los síntomas de toxicidad con cebo que han consumido anteriormente, si el comienzo de los síntomas ocurre tan tarde como la sexta o la séptima hora después de consumirla (Lund 1988). Por lo tanto, cualquier individuo que consuma una dosis sub-letal tiene probabilidad de evadir el cebo en el futuro (Record y Marsh 1988). Además, los rodenticidas agudos son normalmente muy tóxicos a los humanos y no siempre hay disponible un antídoto efectivo. La combinación de estos factores descarta estos rodenticidas de la consideración para la evaluación detallada.

El cholecalciferol, el cual es clasificado como un rodenticida sub-agudo, tiene la capacidad de matar ratas más rápido que los rodenticida anticoagulantes, pero frecuentemente más lento que los rodenticida agudos o severos. El cholecalciferol tiene un nivel de toxicidad bajo para la aves. Ha sido usado para erradicar ratas exitosamente de islas bien pequeñas (Donlan et. al 2003). Estas características muestran al cholecalciferol como un tóxico candidato para erradicación, pero no ha sido probado exhaustivamente para una erradicación eficiente (Howald et. al 2007) o para impactos a especies no objeto. Aunque su uso en Desecheo sería grandemente experimentado en la naturaleza. La presencia de taxones únicos a Desecheo y la necesidad de una alta probabilidad de éxito en el primer

intento de erradicación descalifican a cholecalciferol de la consideración detallada. En adición, no hay producto de cebo (excepto por Brodifacoum-25D y Diphacinone-50) para dispersión aérea, actualmente aprobado por la EPA para propósitos de conservación.

2.8.3 El uso de Enfermedad

Mientras existe una investigación en desarrollo enfocada en el desarrollo de enfermedades para taxones específicos que puedan controlar poblaciones de especies invasivas (tal como por la Organización Científica y de Investigación Industrial del Estado Libre Asociado (CSIRO) www.cse.csiro.au/research/rodents/publications.htm), no hay patógenos eficazmente probados en la erradicación de roedores (Howald et. al 2007). Incluso, un patógeno altamente letal específicamente para ratas sería inefectivo al erradicar ratas en Desecheo, porque si la población de ratas se reduce rápidamente, las tazas de transmisión del patógeno introducido podrían también reducirse siendo así inefectivas para erradicar los individuos restantes. Además, la introducción de patógenos nuevos al ambiente trae riesgos potenciales a especies no objeto. Por tanto, el uso de patógenos esta descalificado de la consideración para evaluación detallada.

2.8.4 Trampas

Esta alternativa podría usar trampas para ratones vivos y/o trampas letales para erradicar ratas. Esta acción es altamente improbable que tenga éxito en Desecheo. El uso de trampas para ratones vivos o trampas letales para remover ratas de un área es un agente fuerte de selección a favor de las ratas que son reaseas a las trampas. Por tanto, luego de un extensivo entrampamiento las únicas ratas que permanecerían serían aquellos cuyo comportamiento hace menos probable que entren a la trampa y estas ratas serían muy difíciles de remover sin la introducción de un método alterno tal como los tóxicos. Más allá, una operación terrestre podría estar tener las mismas restricciones a que las estaciones de cebo y dispersión manual; el tamaño de la isla, lo escarpado del terreno, las pendientes, los valles profundos y el estatus del UXO indican que el acceso caminando a gran parte de la isla es difícil y el uso extensivo de trampas presentaría dificultades logísticas y un peligro serio a los operadores de las mismas. Por tanto, esta alternativa está descartada de la consideración para evaluación detallada.

2.8.5 La introducción de un Depredador

La introducción de depredadores de ratas, tales como las serpientes y los gatos, fue descartado porque el control biológico frecuentemente reduce, en lugar de eliminar totalmente las especies de objeto y por tanto, falla en el logro del beneficio ecológico deseado de alcanzar con la remoción total de ratas. No hay agentes de control biológico efectivos conocidos para ratas en islas y algunas formas de control biológico podrían resultar en daño irracional al ambiente. La introducción de gatos a las islas para el control de roedores invasivos ha sido intentada numerosas veces desde que los exploradores Europeos comenzaron a cruzar los Océanos Pacífico y Atlántico y generalmente ha resultado en un gran impacto a las aves. Cuando las aves marinas están presentes, los gatos

han mostrado una alta depredación en ellas (Atkinson 1985), consumiendo así, menos roedores durante ese tiempo. Cuando las aves marinas dejan las islas al final de la época de reproducción, los gatos cambian de presa consumiendo ratas, lo que permite que la población de gatos se mantenga estable en un nivel más alto que si los roedores no estuvieran presentes en la isla (Atkinson 1985, Courchamp et. al 1999, 2000). Por tanto, las aves son impactadas no solo por roedores, sino también por un número mayor de gatos que son sostenidos por la presencia de roedores en la isla. La introducción de otra especie a la isla puede tener consecuencias severas y permanentes al ecosistema (Quammen 1996). Por tanto, esta alternativa está descartada de la consideración para evaluación detallada.

2.8.6 El control de Fertilidad

La inhibición de la reproducción aparenta ser un método útil para reducir poblaciones de roedores, particularmente en islas que tienen un gran potencial de impactar negativamente a especies no objeto con otras técnicas de erradicación. La inhibición de reproductividad es una alternativa no letal que tiene el potencial de proveer control duradero. No existen productos actualmente reportados en los Estados Unidos para el manejo de fertilidad en roedores y muy poco se sabe sobre los impactos de tratamientos anti-fertilidad en los roedores a nivel poblacional (Jacobs et al 2008). El control efectivo de poblaciones de vida silvestre en libertad requeriría de administración oral o sistemas específicos para especies, que típicamente son virus infecciosos que envía inhibidores reproductivos a una suficientemente alta proporción de animales para afectar el control de la población (Jacobs et. al 2008). El último desarrollo de inhibidores reproductivos para controlar la población de vida silvestre en libertad requiere la resolución de muchos asuntos legales, biológicos, económicos y éticos muy complejos (Guynn 1997) y pueden ser prácticos sólo para animales de larga vida con bajas capacidades de reproductividad, como los caballos (Tobin y Fall 2005). Garantizar que especies no objeto no son susceptibles a agentes de control de fertilidad es tan importante como las garantías requeridas con el uso de tóxicos. Muchas especies de roedores se reproducen durante todo el año, por lo que anticonceptivos orales tendrían que ser ofrecidos periódicamente durante el año para reducir la tasa de reproducción (Fagerstone et. a. 2006). Además, el único sistema de dispersión práctico para esterilizantes sería mediante cebos. Los mismos organismos no objeto que pueden consumir cebos anticoagulantes pueden consumir cebo formulados con otros agentes. Agentes de control de fertilidad podrían esterilizar organismos que consumen el cebo y posiblemente a organismos que ingieren consumidores primarios dependiendo de la naturaleza y especificidad del inhibidor de reproducción. Los esterilizantes no han sido usados mucho en el campo para erradicar roedores y no están actualmente disponibles para uso en los Estados Unidos. De hecho, se piensa que los esterilizantes sólo son útiles para obtener una reducción parcial en la población, pero no para la erradicación total.

2.8.7 Remoción de Ratas con el Objetivo de Control

La red de conservación obtiene logros por el control de ratas exitoso (i.e. reduciendo y manteniendo la población de ratas a niveles extremadamente bajos) en comparación a la erradicación total que puede ser similar. Sin embargo, los riesgos a la vida silvestre no

objeto de operaciones de control son mayores que los riesgos de operaciones de erradicación debido al tiempo indefinido por el cual las operaciones de control deben continuar; la presencia de cebo por un largo tiempo y el disturbio repetido de operaciones de control pone en constante riesgo a la vida silvestre no objeto. En adición, si las operaciones de control programadas son interrumpidas, las ratas pueden reproducirse rápidamente y repoblar la isla logrando los tamaños poblacionales originales, requiriendo una intensificación en operaciones de control nuevamente. El constante mantenimiento de un programa ecológicamente benéfico de control de ratas (i.e. control de la población de ratas en toda la isla a niveles lo suficientemente bajos para eliminarlos como una amenaza al ecosistema) está muy lejos de ser costo-efectivo, aumenta los riesgos de seguridad al personal y no resulta en beneficios de conservación permanente de erradicación de ratas para toda la isla. Es por esto que es descartada de las consideraciones de evaluación detallada.

3 AMBIENTE AFECTADO

3.1 Introducción

Este capítulo está enfocado en temas del ambiente que están directamente relacionados con las condiciones descritas en las alternativas de acción. La descripción del ambiente afectado no pretende ser una descripción completa del área del proyecto. Más bien, se intenta representar las condiciones más relevantes y las tendencias de los recursos que podrían afectar la acción propuesta. La descripción de los recursos de Desecheo presentados en este capítulo serán referenciados en el análisis de impactos potenciales a estos recursos en el siguiente capítulo (Capítulo 4, Consecuencias Ambientales).

3.2 Descripción General de Desecheo

3.2.1 Entorno Geográfico

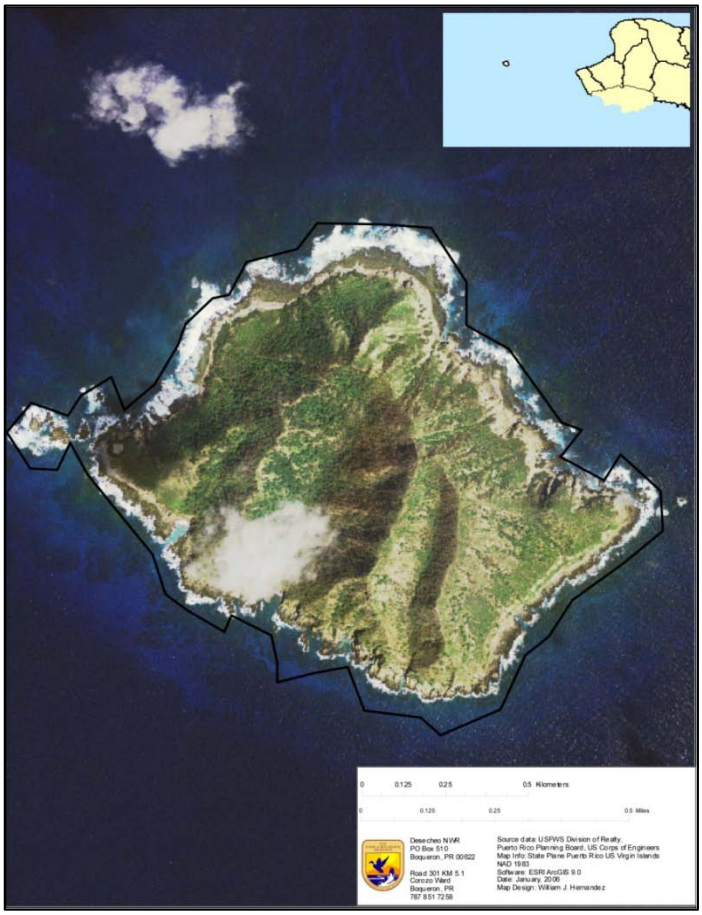
Desecheo está localizado aproximadamente a 13 millas (21 km) al oeste de Rincón, Puerto Rico y aproximadamente a 62 millas (100 km) al este de La Española. Esta isla se asienta en lo alto de una cordillera submarina en la parte noreste del pasaje de la isla de Mona, un estrecho superficial ancho conectando el Mar Caribe con el Océano Atlántico. Las únicas islas de tamaño significativo en el estrecho son Isla Mona, (13,633 acres/5,517 ha) e Isla Monito (37 acres/15 ha), las cuales se encuentran como a 33 millas (53 km) al suroeste de Desecheo (Seiders et. at. 1972).

3.2.2 Topografía

Desecheo es una pequeña isla montañosa de 301 acres (122 ha) (Figs. 3.1 A y B). Tres lados de la isla están definidos por pendientes escarpadas o abruptas que fluctúan entre los 20 y los 35 grados de inclinación. La parte suroeste de la isla tiene tres valles con cordilleras empinadas elevándose hacia el norte (Seiders et al. 1972). El punto más alto de la isla (aproximadamente poco menos de 700 pies/213 m) se encuentra en la cordillera norte de la isla (Morrison y Menzel 1972). La mayor parte de las áreas costeras son rocosas, aunque existen tres pequeñas playas de arena. Varios cayos desprovistos de vegetación se encuentran fuera de las costas de Desecheo.

3.2.3 Clima

El clima local de Desecheo es tropical. La temperatura promedio en la región varía de 66 a 90 grados Fahrenheit (Figura 3.2) (Southeast Regional Climate Center 2010). La precipitación anual en Desecheo se ha reportado entre 750 y 1,039 mm (Morrison y Menzel 1972, Seiders et. al 1972). Los datos de precipitación reportados para la costa oeste de la isla de Puerto Rico sugieren cierto grado de estacionalidad, con un periodo seco desde



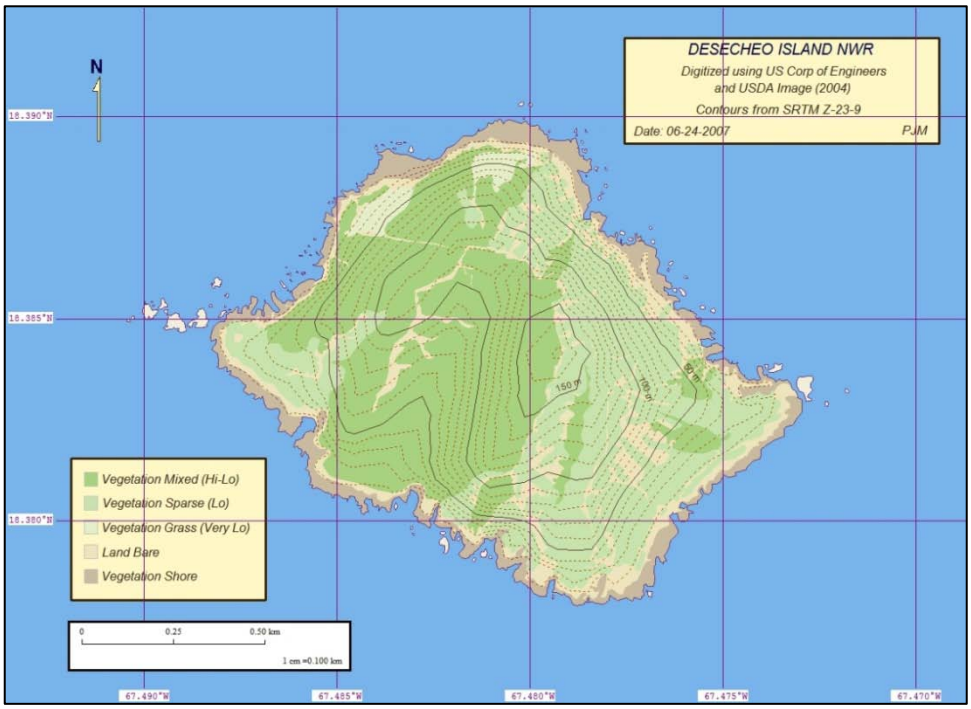


Figura 3.1. (A) Mapa aéreo de la Isla de Desecheo NWR mostrando su localización hacia Puerto Rico; **(B)** Mapa Topográfico de Desecheo NWR.

enero a marzo, un incremento de lluvia en abril y mayo y un periodo alto de lluvia entre julio y octubre - generalmente coincidiendo con la época de huracanes en el Caribe. Sin embargo, variación entre cada año (como se muestra en las barra de error) puede resultar en pequeños cambios en los meses en donde comienzan y terminan las épocas secas y húmedas. En adición, en Desecheo las altas tasas de evaporación combinado con la rápida escorrentía debido a la topografía escarpada puede resultar en una aridez crónica en la isla (Seiders et. al 1972). Los vientos en Desecheo prevalecen del noreste.

Los siguientes datos climáticos (Figura 3.2) resumen la temperatura promedio y la precipitación por mes para la planta nuclear de Rincón, Puerto Rico, desde 1968 hasta 2010. La planta nuclear de Rincón se ubica en la costa de la isla de Puerto Rico, aproximadamente a 13 millas (21 km) al este de Desecheo y siendo el punto oeste de Puerto Rico más cercano a Desecheo, ambas áreas exhiben una climatología similar.

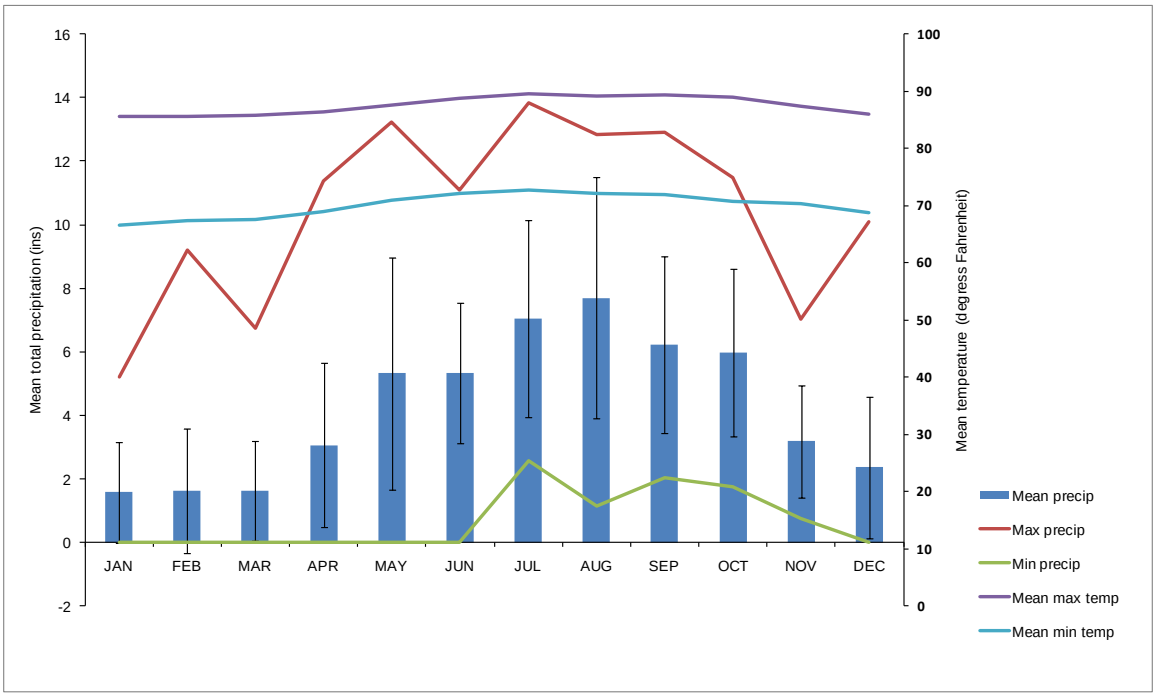


Figura 3.2. Datos promedio mensuales del clima cerca a la Isla de Desecheo (Planta Nuclear de Rincón al noreste de Puerto Rico), entre 1968 y 2010 con desviaciones estándar (barras de error) (Centro Climatológico Regional del Sureste 2011). El eje vertical muestra el promedio mensual de precipitación (barras azules) con las desviaciones estándar de cada mes, líneas rojas indican máxima precipitación mensual y las líneas verdes la mínima precipitación mensual. El eje horizontal muestra el promedio máximo en líneas violetas y las líneas turquesas muestran el promedio mínimo de temperatura (grados Fahrenheit)

3.3 Recursos Físicos

3.3.1 Recursos de Agua

No existen fuentes permanentes de agua dulce en Desecheo (Evans 1989). Aguas superficiales efímeras pueden estar presentes durante y después de eventos de lluvia. Referente a la calidad de agua no hay datos disponibles sobre la calidad de las aguas costeras cerca de la isla. Sin embargo, es poco probable que se encuentre una cantidad significativa de contaminantes en las aguas costeras de Desecheo, dado a la distancia de cualquier recurso significativo de recursos de contaminación. Las fuentes locales de contaminación de agua son probablemente mínimas y probablemente incluyen contaminantes del tráfico de embarcaciones y erosión del terreno de la isla.

Las aguas marinas alrededor de Desecheo son administradas por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales del Gobierno de Puerto Rico como una reserva marina protegida.

3.3.2 Geología y Suelos

Geológicamente, la isla de Desecheo no se considera parte del banco de Puerto Rico (Seiders et al. 1972), pero sí parte de la Formación Río Culebrinas indicando que las islas de Puerto Rico y Desecheo estuvieron probablemente conectadas una vez (Breckon 2000). Sin embargo, se cree que Desecheo se aisló de Puerto Rico antes o durante o del Plioceno (Heatwole et. al 1981). Desecheo está compuesto principalmente de arenisca volcánica del Terciario, con brecha volcánica y piedra lutita, así como de arenisca calcárea y lutita. Existe un banco discontinuo con un origen presumiblemente coluvio marino del Pleistoceno, parte del cual es fosfato cementado de 8 a 12 m sobre el nivel del mar. Porciones de este banco sobre Puerto Canoas y Puerto de los Botes han colapsado recientemente. Existe un banco más bajo de origen mas reciente con depósitos de playa en ensenadas y playas protegidas (Seiders et al. 1972).

3.3.3 Calidad del Aire

No hay reportes sobre la calidad del aire en o en las inmediaciones de Desecheo. En la actualidad no se llevan a cabo actividades que podrían afectar la calidad del aire. Debido a la distancia de la isla a cualquier recurso significativo de contaminación, es poco probable que haya más de una cantidad significativa de contaminantes de aire en Desecheo. Fuentes locales de contaminación (como por ejemplo aquella provocada por embarcaciones, tráfico aéreo y polvo mineral ocasional transportado de África) podrían ser mínimas o poco probables (Kellog y Griffin 2006).

3.4 Recursos Biológicos

3.4.1 Introducción

Históricamente, la isla de Desecheo era una de las principales colonias de aves marinas. Para el Siglo XX un biólogo observando la isla de Desecheo, desde la isla de Puerto Rico, a través de un telescopio, notó "un laberinto de aves revoloteando y dando vueltas en la bruma en que la isla estaba envuelta" (Bowdish 1900). Desecheo pudo haber tenido la colonia reproductiva de boba parda más grande en el mundo, con estimados de hasta 15,000 aves (Meier et. al 1989). Sin embargo, este histórico sitio de reproducción ha sido completamente abandonado actualmente. Observaciones hechas en el 2009 por la organización Island Conservation revelaron que no hay presencia de aves marinas reproductoras y solo una pequeña cantidad de de aves se observaron anidando en la costa y en los cayos en alta mar en el 2010 (Island Conservation 2010b). La extirpación de aves marinas anidando ha sido relacionada a la presencia de mamíferos invasivos incluyendo cabros, monos y ratas (Evans 1989, Breckon 1998, Island Conservation 2010d).

A pesar que los recursos biológicos de Desecheo han sido afectados determinantemente por mamíferos invasivos, así como por alto impacto traído por patrones de uso humano en el pasado, la isla es aún hogar para un sin número de especies endémicas a la isla a pesar de pequeño tamaño. Seis especies endémicas (tres lagartos y tres arácnidos) han sido identificadas en la isla. Además, la isla posee un bosque seco subtropical caducifolio de tierras bajas subtropicales y tipos de hábitat como boscoso y de matorrales, de los cuales solo 3000 ha están protegidas en la isla de Puerto Rico (Helmer et al. 2002). En Desecheo también está presente el cactus higo chumbo, el cual se encuentra en peligro de extinción a nivel federal.

Los recursos biológicos de Desecheo están protegidos a perpetuidad como un Refugio Nacional de Vida Silvestre. Sus aguas circundantes también están protegidas como una reserva marina bajo el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales del gobierno de Puerto Rico. Esto hace de la isla junto con sus aguas circundantes, que sean consideradas especialmente valiosos para proyectos duraderos de restauración ecológica.

3.4.2 Aves en Desecheo

3.4.2.1 Estatus Histórico y Actual

Históricamente, de ocho a nueve especies de aves marinas han sido reportadas apareándose en la isla de Desecheo. La boba parda era la especie más abundante, con números estimados entre 8,000-15,000 individuos en reproducción por año (Wetmore 1918, Noble and Meier 1989) siendo una de las colonias más grandes en la región del Caribe. En los comienzos de los años 1900 se reportaron cerca de 2,000 individuos de boba patirroja (Wetmore 1918). Esta especie era todavía relativamente común para finales de los años 1970, pero disminuyó dramáticamente en Desecheo desde entonces (Meier et al. 1989, Noble y Meier 1989). Wetmore (1918) también reportó más de 2,000 gaviotas cerveras y 1,500 gaviotas monjas anidando en cayos mar afuera y en acantilados de

Desecheo propiamente (algunos de los cuales han sido (*Onychoprion fuscata*)). Individuos de gaviota monja pudieron haber sido confundidos con la gaviota oscura (*Onychoprion fuscata*) ya que la identificación de las dos especies puede ser difícil. Se reportaron también unos cientos de tijeretas (*Fregata magnificens*) y de gaviota gallegas (*Leucophaeus atricilla*) anidando en la isla (Wetmore 1918, Struthers 1927).

Sin embargo, censos biológicos en las décadas siguientes han documentado la desaparición de todas estas colonias. Meier y sus colegas (1989) reportaron una reducción en todas las aves marinas reproductoras entre finales de los años 1970 y 1980, de tal manera que entre 1987 y 1996, solo 120 individuos de 6 especies de aves marinas en o alrededor de la isla pudieron ser contabilizadas (Breckon 1998). Durante estudios de campo llevados a cabo en 2009, no se observaron aves marinas anidando. Sin embargo, en el 2010, 17 parejas de gaviotas monjas y una pareja de gaviota cervera fueron encontradas reproduciendo se en las costas rocosas y en las isletas en alta mar (Island Conservation 2010b).

La introducción del monos rhesus en 1966 aparenta ser el mayor contribuyente a la desaparición de aves marinas en Desecheo (Evans 1989, Meier et al 1989, Noble y Meier 1989). Para las especies de aves marinas de mayor tamaño, la recolección no sustentable o desmedida por los humanos puede haber contribuido a la reducción de la población de aves marinas (Struthers 1927). Las especies de menor tamaño, incluyendo aquellas que intentaban anidar en acantilados, pudieron haber sido depredadas por ratas (Towns et al. 2006). Más allá, la depredación por monos pudo estar enmascarando los impactos de la depredación por ratas, un fenómeno que ha sido documentado para otras especies de aves marinas que anidan en islas (Taylor et al. 2000, Jouventin et al. 2003)

La mayoría de las aves terrestres reportadas para la isla probablemente son especies migratorias o errantes y sólo permanecen en la isla por períodos cortos. De las 354 especies de aves registradas en Puerto Rico, cerca de 133 son conocidas como reproductoras y sobre 200 especies son aves migratorias neo tropicales durante el invierno, transitorios o errantes (Wege and Anadon-Irizarry 2008). Más de 45 especies de aves exóticas han sido reportadas para Puerto Rico y más de 35 están, bien establecidas o en reproducción. Las especies migratorias de invierno típicamente están presentes en Puerto Rico de septiembre a abril, pero pueden observarse tan temprano como en agosto y tan tarde como en junio (Raffaele 1989). Un total de 26 especies de migratorias de invierno han sido reportadas para Desecheo, aunque no todas las especies podrían ser vistas en el mismo año.

Históricamente, tres especies han sido considerados residentes de Desecheo y su reproducción ha sido documentada o sospechada: el pájaro bobo menor, el martin pescador (*Megaceryle alcyon)* y el zorzal pardo (Meier et al. 1989). Sin embargo, en Puerto Rico el martin pescador no es conocido como un ave que se reproduce en la isla, más bien es conocido como un ave migratoria durante el invierno con algunos individuos posiblemente remanentes durante el verano. Meier y sus colegas (1989) reportaron individuos en Desecheo en los meses de junio del 1986 y julio del 1987 y la misma especie fue documentada en junio del 2009 y 2010(Island Conservation 2009b, 2010b) pero sin evidencia de reproducción. El zorzal pardo es el residente más común que se reproduce en

la isla. El zorzal pardo es un ave muy voraz que depreda una serie de vertebrados, incluyendo aves, además de sus huevos y crías. Mientras que la mayoría de los eventos de depredación de nidos reportados, han sido de aves paseriformes (Arendt 2006), los zorzales pardos también son conocidos por impactar la cotorra puertorriqueña (*Amazona vittata*) (Snyder et al. 1987) y el falcón de sierra (*Accipiter striatus)* (Delannoy 1997), ambos en peligro de extinción. Los zorzales pardos han sido relacionados con la desaparición del cuervo pescuesiblanco (*Corvus leucognaphalus*) de Puerto Rico (Wiley 2006). Históricamente, otras especies, tales como la tortola cardosantera probablemente anidaron en números significativos en la isla (Wetmore 1918) y algunos individuos todavía podrían ser residentes. En el 2009 y 2010, durante censos realizados a través de toda la isla y observaciones de comportamiento, también confirmaron actividades de reproducción del falcón común (*Falco sparverius*), pitirre (*Tyrannus dominicensis*), ostrero (*Haematopus palliates*) y la posible reproducción del julian chivi (*Vireo altiloquus*) y del guaraguao colirojo (*Buteo jamaicensis*). Sin embargo, desde los años 1960, la fauna de aves terrestres de Desecheo ha sufrido una suerte similar a las aves marinas. La depredación por monos y ratas probablemente ha disminuido las densidades del zorzal pardo y la posible extirpación del pájaro bobo menor el cual no ha sido visto en los últimos años.

3.4.2.2 Registro de Especies

Al menos 67 especies de aves han sido registradas de la isla de Desecheo desde el año 1900 (Apéndice I). Esto incluye 31 especies que son residentes durante todo el año en Puerto Rico y 30 especies migratorias que pasan el invierno en Puerto Rico (26 especies) o son migratorias primaverales que permanecen en Puerto Rico durante el verano para reproducirse y partir en otoño (cuatro especies). Tres especies de gaviotas (oscura, monja y cervera) se reproducen en Puerto Rico en el verano, pero mayormente se mantienen mar afuera para el resto del año mientras que la gaviota gallega también se reproduce en el verano pero permanece alrededor de las costas durante el resto del año, aventurando en ocasiones mar afuera y moviéndose entre las islas (véase Tabla 3.1). Cuatro especies de aves (garzón cenizo, (*Ardea herodias*), martinete (*Butorides virescens*), y a boa común (*Nyctanassa violacea*) y playero sabanero (*Charadrius vociferus*)) residen permanentemente en Puerto Rico a lo largo de todo el año; sin embargo, el número de individuos podría estar aumentando por especies migratorias adicionales durante el invierno. Una especie, el julián chivi, es mayormente una especie migratoria de primavera que se reproduce en Puerto Rico en el verano, pero es conocido que algunas aves permanecen en Puerto Rico durante el invierno también. Cuatro especies (ganga (*Bartramia longicauda*), golondrina parda (*Riparia riparia*), golondrina horquillada (*Hirundo rustica*) y la reinita rayada (*Dendroica striata)*) son transeúntes visitantes de Puerto Rico, que pasan por la isla durante los períodos de migración en primavera u otoño o en ambos. El paso de migratorios transitorios es a menudo impredecible y grandes bandadas pueden aparecer y continuar su migración de repente (véase Sección 3.4.2.3). Una especie adicional, el pájaro bobo piquiamarillo (*Coccyzus americanus*), tiene una población reproductiva durante el verano en Puerto Rico que también puede aumentar por transeúntes en primavera y/o migratorios en otoño. Finalmente, avistamientos de tres especies ("Don Juan grande" (*Nyctibius griseus)*, picotera (*Bombycilla cedrorum*), vencejo

alpino (*Apus melba)*) en Desecheo sólo han sido reportados una vez y son accidentales o errantes a la región, ocurriendo fuera de su distribución normal.

De las 67 especies registradas en Desecheo, 41 han sido vistas en los últimos 10 años desde el 2000 y siete fueron registrados por primera vez en la isla en el 2009 y 2010 (Apéndice I). La suma reciente de estos siete reportes sugiere que los nuevos avistamientos ocurren con regularidad y que la lista de especies reportadas para Desecheo es (y siempre será) incompleta. Esto es particularmente relativo a especies migratorias, donde los patrones anuales de dispersión pueden ser influenciados por factores climáticos y ambientales en cualquier otro lugar dentro de su ruta de migración. De los siete nuevos récords, cinco fueron especies migratorias a Puerto Rico. De las 26 especies remanentes que no han sido avistadas en Desecheo en los últimos 10 años, todos los récords, excepto uno (gaviota oscura) fueron reportadas por primera vez en 1987 por Meier y sus colegas (1989). Esto incluyó ocho especies que son conocidas como residentes permanentes en Puerto Rico (incluyendo tres especies introducidas, veterano (*Estrilda melpoda*), pandillero (*Lonchura cucullata*), periquito de La Española (*Aratinga chloroptera*)) y 18 especies que son migratorias transitorios en Puerto Rico en invierno y en verano. De particular interés es la ausencia actualmente del pájaro bobo menor que ha sido visto frecuentemente en los tres estudios de campo en 1987 por Meier y sus colegas (1989). Las últimas observaciones para esta especie en la isla fueron de un solo individuo en el 2001 y en el 2003.

Cuatro especies de aves marinas (chirre (*Phaeton lepturus*), boba enmascarada (*Sula dactylatra*), gaviota real (*Thalasseus maximus*), gaviota piquiaguda (*Thalasseus sandvicensis*), nunca han sido reportadas para la isla de Desecheo, pero han sido observados mar afuera. Unas cuantas bobas enmascaradas fueron vistas en el 2009 mar afuera de Desecheo en grandes bandadas de bobas patirrojas y otras aves marinas (Island Conservation data sin publicar). Bowdish (1902) reportó rabijuncos alrededor de la isla, pero no pudo identificar las aves por especie. Estas cuatro especies son comunes en Puerto Rico y actualmente se reproducen en las islas de Mono y Monito, 33 millas (53 Km) al suroeste, con excepción de la gaviota real, la cual se reproduce en islas cercanas a la costa este de Puerto Rico (Saliva 2009).

3.4.2.3 Patrones Estacionales de las Aves

Las operaciones de dispersión de cebo, según descritas en el capítulo 2, serán programadas a efectuarse durante los meses en que la presencia y actividad de reproducción de las aves sea probablemente baja. De las aves marinas, en los últimos 10 años desde 2000, sólo 17 parejas de gaviotas monjas y una pareja de gaviota cervera han sido reportadas con actividad reproductiva en Desecheo (véase Apéndice I). Además, las pocas especies de aves terrestres registradas como residentes en Desecheo (véase arriba) están presentes aparentemente en bajas densidades, por lo tanto el número de parejas en reproducción es probablemente bajo. En el 2003, el pobre estado de las aves terrestres fue demostrado solo cuando dos zorzales pardos fueron capturados en 256 horas de muestreo usando redes (Earsom 2003a). Igualmente, en el 2009 y 2010, un promedio de solo 9.6 de 30 (32 porciento) estaciones de puntos de conteo fueron ocupadas por ocho especies de aves

terrestres; de los cuales los más comunes fueron el zorzal pardo (18 porciento), el falcón común (8 porciento), y el falcón peregrino (4 porciento) (Island Conservation datos no publicados).

Por tanto, en términos de la programación operacional, para determinar cualquier patrón potencial de reproducción que no ha sido reportado en años anteriores, debemos usar datos de aves que puedan reproducirse y patrones de residencia de cualquier otro lugar en la región.

3.4.2.4 Aves terrestres y Aves Acuáticas

El período de migración de invierno para aves migratorias neo tropicales a la región del Caribe es típicamente de septiembre a abril. De las 59 especies de aves terrestres y aves acuáticas (excluyendo aves marinas) reportadas para Desecheo, 26 son migratorias a la región del Caribe permaneciendo en Puerto Rico por el periodo de invierno (Apéndice I). De éstas, cinco especies también tienen poblaciones residentes durante todo el año y 14 han sido reportadas en Desecheo en los últimos 10 años. Un plan operacional entre enero y abril podría solaparse y confligir con parte del período en que estas aves estarían residiendo durante el invierno. Algunas especies, tales como la ganga y la golondrina horquillada son migratorias transitorias, pasando por Puerto Rico en la primavera (abril-mayo) o el otoño (agosto – octubre) o en ambas y son raramente vistas en los meses de invierno. Estas especies, han sido reportadas en tránsito durante su migración. Si tal concentración fuese a ocurrir en Desecheo durante el plan de erradicación de roedores, un mayor número de aves anticipadamente podría estar en riesgo debido a la operación. Esto fue demostrado por Meier y sus colegas (1989) quienes reportaron numerosos avistamientos de reinita rayada desde el 15 al 26 de octubre del 1987; incluyendo más de 100 individuos el 21 y 22 de octubre, los cuales no se volvieron a ver en la isla después de cuatro días. Unas cuantas especies, tal como la viuda (*Himantopus mexicanus*), el julián chivi y la golondrina caribeña (*Progne dominicensis*) son aves migratorias durante el verano (marzo –octubre) que llegan en Puerto Rico para reproducirse, pero invernan en otras regiones. Para estas especies, un plan operacional de erradicación de enero a abril puede confligir con una parte bien temprana de la fase de reproducción. Finalmente, algunas especies reportadas para Puerto Rico son consideradas errantes o accidentales, éstas son aves que son raramente vistas en la región Caribe central y que están fuera de sus áreas normales de distribución. Estas especies podrían aparecer al azar durante los períodos migratorios de primavera y otoño y su presencia en Desecheo entre enero y abril seria impredecible.

De las 59 especies de aves terrestres y aves acuáticas (excluyendo las aves marinas) reportadas para Desecheo, 30 (incluyendo 4 migratorios que se reproducen en verano) son residentes que se reproducen en Puerto Rico, de los cuales 21 especies han sido reportadas para Desecheo en los últimos 10 años. Sin embargo, se presume que sólo ocho especies se reproducen. Un plan operacional entre enero y abril podría solaparon parte de la estación de reproducción para estas especies. A pesar de la diversidad de especies de aves reportadas para Desecheo desde los años 1900, el total de individuos migratorios y aves

terrestres residentes y aves acuáticas presentes en la isla en un momento dado, es considerado pequeño. Para las especies residentes que se reproducen en Desecheo la densidad estimada es baja.

3.4.2.5 Aves Marinas

En latitudes estacionales de lugares templados, la reproducción de aves marinas ocurre en un ciclo anual marcado por cambios en el fotoperiodo y temperatura. También la fecha anual de la puesta de huevos de las poblaciones de aves marinas en islas o regiones es bien consistente. En contraste, todas las aves tropicales del Orden Pelecaniformes muestran un extenso ciclo de reproducción y un período de tiempo de puesta de huevos, que es ligeramente estacional (Nelson 1983). En algunos casos la época de puesta de huevos, parece no estacional, aunque cada especie en una población dada puede tener un poco de actividad, amplia y detectable para esa actividad en particular. Adicionalmente, algunas aves marinas tropicales se reproducirán más de una vez en el año, resultando en una extensión del ciclo de reproducción a través del mismo. Otras especies se reproducen menos de una vez al año. En algunos lugares, la boba parda y la boba pati-azul (*Sula nebouxii),* llevan a cabo más de un ciclo de reproducción en un año, mientras que las tijeretas normalmente se reproducen una vez cada dos años. Además, la misma especie puede reproducirse anualmente y este hecho puede estar relacionado a la estación en el lugar específico (e.j. boba patirroja en Isla Navidad (Christmas Island) en el Océano Indico), pero éstas se reproducen de manera no estacional y menos de una vez por año en otra localidad (Islas Galápagos). La reproducción de aves marinas tropicales también puede extenderse por intentos de anidaje subsecuentes si fracasan la primera vez. La sincronización para reemplazar la puesta de huevos puede ser variable y mal definidos ya que frecuentemente responden a fluctuaciones en disponibilidad de alimento. El reemplazo de la puesta de huevos dentro de dos o tres semanas de la pérdida de éstos puede ocurrir en las tres bobas pantropicales. En situaciones donde ocurren fracasos en intentos de reproducción los huevos podrían ser abandonados y pueden sobrevenir antes de que un reemplazo de la puesta sea depositado (Nelson 1983). En conclusión las aves marinas tropicales son menos estrictas en sus temporadas de sus ciclos y estrategias de reproducción, en comparación con las especies de regiones templadas, resultando en fluctuaciones menos predecibles en una colonia en reproducción.

Poco se sabe sobre los ciclos de reproducción de aves marinas en la isla de Desecheo. No se ha reportado ningún comportamiento reproductivo para la mayoría de las aves marinas desde finales de los años 1980 y no se han llevado a cabo monitoreos exhaustivos sobre el ciclo de reproducción de las aves marinas. Por lo tanto, para anticipar el impacto potencial a aves marinas en Desecheo como resultado de un plan operacional de roedores, necesitamos extraer información de la misma especie reproduciendo se en islas adyacentes cercanas. Las islas de Mona y Monito se ubican a algunas 50 millas (80 km) de la costa oeste de Puerto Rico y algunas 33 millas (53 km) del suroeste de Desecheo. Siete especies de aves marinas anidan en las dos islas, las cuales eran conocidas históricamente por anidar en Desecheo, con la excepción del pelícano pardo que no anida en las islas de Mona o Monito (Tabla 3.1).

En las islas cercanas de Mona y Monito, se han reportado temporadas variables de reproducción de aves marinas por años, demostrando en algunos de estos un patrón bi-modal más alto en las estaciones de primavera y otoño (Kepler 1978). Los sulidae, tales como la boba parda y la boba patirroja, pueden ser residentes y/o reproducirse en las islas a través de todo el año. La boba parda tiene una época de reproducción flexible. Algunas colonias se reproducen durante algunas temporadas, mientras otras no poseen temporadas específicas de reproducción y se puede encontrar nidos en cualquier etapa de desarrollo durante todo el año. Los picos altos de reproducción pueden ser variables, ya que algunas colonias muestran épocas de reproducción prolongadas o picos de reproducción diferentes en años distintos. Saliva (2009) reportó picos altos en la época de reproducción para la boba parda entre diciembre y marzo, mientras que Kepler (1978), reportó en la isla de Monito, ciclos anuales de reproducción pero con variaciones en la sincronización del esfuerzo reproductivo principal; el primer ciclo ocurriendo de marzo a abril del 1969 y el segundo ciclo ocurriendo de septiembre a octubre del 1973. De igual manera, la boba patirroja puede anidar durante todo el año, pero con picos de reproducción entre febrero y junio (Saliva 2009). Kepler (1978) reportó temporadas de reproducción variables para la boba patirroja. Esta especie puede anidar hasta dos veces al año, la primera temporada ocurre entre marzo y abril y la segunda se extiende de agosto a noviembre. La gaviota gallega es típicamente más sincronizada en su esfuerzo reproductivo, llegando alrededor de mediados de abril para aparearse y establecer territorios a mediados de mayo. Los picos altos de reproducción se han observado en mayo, junio y julio y algunas actividades de anidaje en agosto. De manera similar, la tijeretas también están sincronizadas. En la isla de Monito esta especie anida en grandes números de diciembre a mayo (Saliva 2009) y desde finales de octubre hasta los comienzos de diciembre (Kepler 1978), esto es a pesar de que los huevos y las crías en varias etapas pueden observarse durante todo el año.

Tabla 3.1 Temporadas de reproducción de aves marinas en las islas de Puerto Rico, Saliva (2009) y Kepler (1978). Nota: gris claro = registro de reproducción, gris oscuro = pico alto de reproducción.

Species	Island	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
White-tailed tropic bird	Mona & Monito												
Brown booby	Mona & Monito												
Red-footed booby	Mona & Monito												
Magnificent Frigatebird	Monito												
Laughing Gull	Mona & Monito												
Brown Noddy	Mona & Monito												
Sooty tern	Mona												
Bridled tern	Mona & Monito												
Brown pelican	Puerto Rico-general												

3.5 Protección legal especial para aves en Desecheo

3.5.1 Ley de Especies en Peligro de Extinción

En Desecheo no se conocen aves protegidas por la Ley de Especies en Peligro de Extinción (ESA, por sus siglas en inglés). El pelicano pardo (*Pelecanus occidentalis*) el cual es un residente regional, fue removido de la lista de la ESA en noviembre 2009.

3.5.2 Ley del Tratado de Aves Migratorias

La mayoría de las aves listadas arriba están protegidas bajo la Ley de Tratado de Aves Migratorias. Esta ley generalmente prohíbe la toma de aves migratorias sin permiso. En enero 2010, el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre autorizó un permiso de uso especial para la toma incidental de aves migratorias para la "erradicación o control de especies invasivas" (Servicio de Pesca y Vida Silvestre 2010b). El permiso especial misceláneo permitirá la toma no intencional de aves migratorias para proyectos con propósitos de beneficiar a aves migratorias. El Servicio planifica solicitar el permiso especial misceláneo bajo la ley del Tratado de Aves para la acción propuesta en la erradicación.

3.6 Vida Silvestre Terrestre en Desecheo

3.6.1 Reptiles

Los reptiles endémicos incluyen la salamanquita del Desecheo (*Sphaerodactylus levinsi*), el lagarto común de Desecheo (*Anolis desechensis*) y la siguana de Desecheo (*Ameiva desechensis*). En adición a las especies endémicas, 2 especies nativas, la Santa Lucía o eslizón (*Mabuya sloanii*) y la culebra corredora de Puerto Rico (*Borikenophis portoricensis*), también habitan la isla. El estatus taxonómico de la culebra corredora está en debate, ya que puede ser la misma especie encontradas en la isla de Mona (*Borikenophis variegatus*), o podría ser una subespecie endémica única de Desecheo, a pesar que no se ha completado ningún trabajo genético o taxonómico (Henderson y Powell 2009) (M.Evans y J. Schwagerl pers. comm. 2007). No se conoce de herpetofauna introducida en Desecheo.

La culebra corredora de Puerto Rico se alimenta principalmente de otros reptiles, aves pequeñas y anfibios (Meier y Noble 1991, Rodríguez-Robles 1992, Rodríguez-Robles y Leal 1993, Leal y Thomas 1994, Henderson y Sajdak 1996). Esta especie se puede encontrar típicamente bajo rocas, en pastizales abiertos, bosques, áreas costeras y bajo nidos de termitas (Pérez-Rivera y Vélez Jr. 1978, Schwartz y Henderson 1991, Rivero 1998, Rodríguez-Robles 2005, Barun et al. 2007). La temporada de reproducción principal de esta especie es entre marzo y abril con un tamaño de camada de aproximadamente cuatro a 10 huevos (Shwartz y Henderson 1991, Rivero 1998).

La siguana de Desecheo se alimenta principalmente de insectos, caracoles de tierra, huevos de *Anolis* y salamanquitas (Lewis 1989). La especie se encuentra en áreas costeras, en matorrales de cactus, en pastizales o en áreas con exposición solar máxima (Evans et al.

1991). Las siguanas se reproducen en los meses de verano entre junio y agosto, durante días largos y raramente se reproducen en invierno o el otoño. Existe una correlación directa en el tiempo y el inicio de reproducción con la extensión del día. Los tamaños típicos de camada de huevos fluctúan entre 2 a 3 huevos por nido y varias hembras pueden contribuir con huevos en los nidos, dificultando el determinar el número de huevos que una hembra individual pone en una temporada (Rodríguez-Ramírez y Lewis 1991, Rivero 1998).

El lagartijo de Desecheo tiene un nicho estructural y una ecología general similar a la del lagartijo común (*Anolis cristatellus*) en la isla Puerto Rico y ambos son considerados lagartijos de tronco-suelo y forrajeros, según los ecomorfos definidos en Gorman y Stamm (1975), Meier y Noble (1991). Observaciones incidentales recopiladas durante monitoreos de aves por Meier y Noble (1991) sugieren que las especies fueron encontradas típicamente en áreas de bosques con dosel, en bosques deciduos y cerca de la costa sobre la línea de vegetación. Individuos de esta especie fueron raramente encontrados en el matorral de cactus espinoso, en pendientes altas o en las crestas de las montañas. Los investigadores observaron las especies alimentarse de frutos, moscas en la playa, saltamontes, polillas y huevos de otros lagartijos. A pesar de que no hay datos sobre la temporada de reproducción del lagartijo de Desecheo sobre el tamaño promedio de la camada, podemos deducir alguna información de la ecología del *Anolis cristatellus,* una especie similar encontrada en la isla de Puerto Rico. Henderson y Powell (2009) establecieron que para el lagartijo común, la actividad reproductiva masculina está en su pico entre marzo y agosto y que las hembras no se reproducen durante la época seca de invierno. El tamaño promedio de camada es un huevo; sin embargo la puesta comunal de huevos ha sido reportada en numerosas ocasiones, con huevos depositados debajo de troncos, piedras o pilas de rocas o en escombros en la base de los árboles.

Mientras que hay información limitada de la salamanquita del Desecheo, en general reptiles del género *Sphaerodactylus* se alimentan principalmente de termitas, arañas, isópodos, hormigas, gasterópodos, y pequeños sapos (Thomas y Kessler 1996). El hábitat típico para las salamanquitas y para la salamanquita del Desecheo, es bajo rocas o madera, en pendientes bajas, en áreas boscosas y de sombra y en la hojarasca (Heatwole 1968, Meier y Noble 1990a, Schwartz y Henderson 1991, Herrera-Giraldo 2009). La sincronización duración y comienzo de la estación de reproducción para las salamanquitas está directamente relacionada a la duración del día; por lo tanto, la reproducción es típicamente durante el verano de junio a agosto y raramente se llevan a cabo, si acaso en enero (López-Ortiz y Lewis 2002).

La Santa Lucía o eslizón típicamente se alimenta de ninfas de grillos, sapos, cucarachas e isópodos (Currat 1980, Schwartz y Henderson 1991, Rivero y Segui-Crespo 1992). Las lucías son encontradas principalmente en la base de los árboles, matorrales secundarios, palmas de coco, bajo rocas, alrededor de bromelias terrestres y en matorrales de cactus espinosos (Schmidt 1928, Thomas y Thomas 1977, Meier y Noble 1990b, Schwartz y Henderson 1991, Rivero 1998). El comienzo de la temporada de reproducción no está claro; sin embargo, el tamaño típico de camada fluctúa de 3 a 5 huevos (Schwartz y Henderson 1991).

Información sobre la ecología de los reptiles de Desecheo, abundancia y distribución poblacional a través de la isla es limitada. Solo existe un estudio de la salamanquita del año 1987, que reporta densidades de 3 a19 animales en 125m^2 de área boscosa y sugiere que el lagarto es probablemente una especie obligada a áreas de bosque (Meier y Noble 1990a). La Santa Lucía fue la primera y única especie registrada para la Isla de Desecheo en 1987, donde fue observada principalmente en comunidades de matorral de cactus espinoso (Meier y Noble 1990b). Observaciones previas de campo sugirieron que el lagartijo endémico y la siguana fueron abundantes (Earsom 2002, Island Conservation 2009).

Estudios de campo llevados a cabo en 2009 y 2010 proporcionaron datos principalmente sobre la densidad y abundancia de la población del lagartijo de Desecheo, la salamanquita, *Ameiva* o siguana y sobre la culebra corredora. Usando diferentes, pero estandarizadas técnicas de estudio, la población total para la siguana del Desecheo fue estimada en 7,469 individuos (1,800 – 13,137; 95 porciento intervalo de confianza para el lagartijo de Desecheo fue de 52,111 individuos (31,464 – 72,758; 95 porciento intervalo de confianza y para la salamanquita el estimado fue de 13,261 individuos (8,796 – 19,991; 95 porciento intervalo de confianza). Sin embargo, los estimados poblacionales para la salamanquita de Desecheo varían entre tipos de hábitats con estimados mucho más bajos en pastizales, (1,179 individuos: 464 – 2,998; 95 porciento intervalo de confianza), que en hábitats boscosos (7,328 individuos: 4,535 – 11,840; 95 porciento intervalo de confianza). Los estimados de densidad para el lagartijo y la siguana de Desecheo fueron influenciados por el tipo de hábitat con densidades mayores en hábitats de bosques y matorrales, comparados con pastizales y hábitat de costa rocoso (Island Conservation, datos no publicados). La densidad de la culebra corredora de Puerto Rico fue generalmente baja a través de la isla, con un promedio de solo 7 individuos reportados por hectárea.

3.6.2 Murciélagos

El estatus de los murciélagos terrestres nativos en Desecheo es desconocido. Wetmore (1918) reportó "unos cuantos murciélagos" en la isla en 1912, que luego Breckon (1998) especuló era el murciélago pescador *Noctilio leporinus.* En junio 2010 durante estudios de campo algunos murciélagos de tamaño mediano fueron observados en las noches alrededor del helipuerto, pero no fueron identificados. Un total de 13 especies de murciélagos están presentes en Puerto Rico, de las cuales seis son endémicas a las Indias Occidentales y una de estos es endémico a la región conocida con el banco de Puerto Rico.: murciélago pescador (*Noctilo leporinus), m*urciélago barbicacho (*Mormoops blainvillii)*, murciélago bigotudo mayor (*Pteronotus parnellii*), murciélago bigotudo menor (*Pteronotus quadridens*), murciélago frutero común (*Artibeus jamaicensis*), murciélago hocico de cerdo (*Brachyphylla cavernarum*), murciélago de las flores (*Erophylla sezekoni bombifrons*), murciélago lengüilargo (*Monophyllus redmani*), murciélago frutero nativo (*Stenoderma rufum),* murciélago ali-oscuro (*Eptesicus fuscus*), murciélago rabi-peludo (*Lasiurus borealis*), murciélago de techos (*Molossus molossus*), and murciélago viejo(*Tadarida brasiliensis*) (Baker y Genoways 1979, García et al. 2005).

3.6.3 Invertebrados

Se conocen tres invertebrados endémicos en Desecheo, dos arañas (*Clubiona desecheonis* [Clubionidae] y *Camillina desecheonis* [Gnaphosidae; previamente *Zelotes desecheonis*]) y el escorpión látigo de Desecheo (*Schizomus Desecheo* [Schizomidae]) (Platnick y Shadab 1982, Camilo y Cokendolpher 1988). Se cree que el escorpión látigo de Desecheo está restringido al valle central de la isla debido a la carencia de vegetación adecuada y la carencia de hojarasca en otras partes de la isla (Camilo y Cokendolpher 1988). Estos individuos son probablemente depredados por ratas, mientras que los cabros también han restringido la disponibilidad de su hábitat al alterar la vegetación. Se conoce muy poco sobre la fauna invertebrada de la isla y los endémicos de otras islas pueden permanecer sin descubrir.

Los cangrejos ermitaños (*Coenobita clypeatus*) y cangrejos terrestres (*Gecarcinus ruricola*) están presentes en la isla, siendo los cangrejos ermitaños más abundantes. Poblaciones regionales de ambas especies se están reduciendo, como resultado de la sobre-captura para consumo de personas y carnada para pesca (Nieves-Rivera y Williams Jr. 2003). La captura de cangrejos está prohibida en Desecheo y la colecta no autorizada es poco probable.

3.6.4 Animales Invasivos no Nativos Introducidos

Las cabras silvestres (*Capra hircus*) estuvieron presentes en la isla en 1788, pero para el 1912 pudieron haber desaparecido (Wetmore 1918) porque ningún otro autor reportó su presencia hasta finales de los años 1960 (Woodbury et al. 1971). Sin embargo, para los 1990, la presencia de cabros aumentó y hubo señales obvias de impactos, causados por la significativa destrucción de la vegetación y erosión del suelo. Las actividades de erradicación comenzaron en 1988 (Earsom 2003b) y los cabros fueron removidos totalmente para el 2010 (K. Campbell com. pers.).

Los gatos silvestres (*Felis silvestris catus*) fueron reportados en Desecheo en el 1966 (Morrison y Menzel 1972). Entre 1985 y 1987, 9 gatos machos fueron removidos de la isla, que en aquel momento se pensaba era una introducción reciente (Morrison y Menzel 1972, Evans 1989). Ningún gato ha sido reportado desde que el último fue removido en 1987.

En el 1966, 56 monos rhesus fueron introducidos en Desecheo como parte de un programa de investigación iniciado por el Instituto Nacional de Salud, Departamento de Salud, Educación y Bienestar de Estados Unidos. Debido a su impacto a las colonias de aves marinas (Noble y Meier 1989), se han realizado varios intentos para removerlos de la isla, pero sin éxito (Herbert 1987, Evans 1989). Desde el 2009, el Servicio y Island Conservation ha realizado otro esfuerzo de erradicación de monos y han reducido grandemente su población. Actualmente, se sabe que solo un individuo permanece en la isla. El personal del Servicio continuará su esfuerzo hasta que la completa erradicación de monos haya sido confirmada.

3.6.4.1 Ratas Negras

Las ratas negras (*Rattus rattus*) fueron reportadas y colectadas por primera vez en Desecheo para el 1912, al tiempo en que eran abundantes (Wetmore 1918). Las ratas negras son nativas del subcontinente de India, pero actualmente se pueden encontrar alrededor de todo el mundo como una especie invasiva. Esta especie prefiere mas los hábitats arbóreos en comparación con las ratas pardas o marrones (*R. norvegicus*) o las ratas polinesias (*R. exulans*), pero igualmente pasan mucho tiempo en el suelo.

Las ratas son omnívoras generalistas, adaptando constantemente sus hábitos alimenticios para aprovechar los alimentos ricos en nutrientes y fáciles de conseguir en su ambiente. Sin embargo, son considerados también "neofóbicos", o cautelosos de objetos nuevos en su ambiente, incluyendo lo que podría ser un alimento potencial. Las ratas al principio podrían evitar alimentos nuevos, luego prueban pequeñas cantidades y solo consumen alimentos nuevos después de exponerse a ellos en múltiples ocasiones. Las ratas en Desecheo han sido documentadas consumiendo lagartijos juveniles y muchas culebras corredores muestra de esto son las cicatrices en las colas, encontradas en culebras, que se piensan fueron causadas por roedores (Island Conservation 2010c).

Las poblaciones de ratas en regiones templadas experimentan reducciones durante el invierno debido a la merma en fuentes naturales de alimento y la falta de reproducción. Debido a climas menos extremos y la disponibilidad de recursos alimenticios durante todo el año, la abundancia de ratas en climas tropicales es generalmente más alta que en regiones templadas frías. En contraste a las regiones templadas, una densidad mayor de ratas es más común en los meses más húmedos del invierno tropical y una disminución en la abundancia de ratas y su estatus reproductivo ocurre en los meses secos de verano. Esto también podría ser causado por la duración del día así como por los cambios climáticos estacionales (Tamarin y Malecha 1971, 1972, Madsen y Shine 1999). Por lo tanto, en Desecheo la población de ratas es probablemente más alta que en otras islas comparables en tamaño pero localizadas en una región templada. En este caso las ratas se reproducen durante gran parte del año con una temporada de reproducción que no ha sido claramente definida. Sin embargo, durante dos monitoreos de campo de 2 semanas llevados a cabo en febrero y marzo del 2009 y 2010 (en época seca), no se observaron señales de desarrollo fetal o lactancia en las ratas atrapadas. Aunque no se ha llevado a cabo ningún estudio poblacional con las ratas negras en Desecheo, otros estudios han demostrado similar nivel de reproducción en las ratas negras durante todo el año en climas tropicales (Strecker et al. 1962, Brooks et al. 1994, Tobin et al. 1994).

3.7 Ecosistemas Intermareales y Costas Cercanas a Desecheo

Puerto Rico tiene uno de los más grandes arrecifes de coral contiguos en la región del Caribe de los Estados Unidos. Este sistema comprende el archipiélago y nueve millas náuticas alrededor de las islas (Aguilar-Perera et al. 2006). Desecheo está adyacente a uno de los arrecifes más profundos en el archipiélago, alcanzando profundidades de hasta 131 pies (40 m) (García-Sais et al. 2004, referencia en (García-Sais et al. 2008). El arrecife está compuesto de aproximadamente un 70 porciento de coral vivo y se considera que está en

condiciones prístinas (Reefkeeper International y Comité Pro-fondo Marina de Desecheo 1997). La sección norte de la isla tiene una plataforma insular estrecha debido al impacto fuerte de las olas, limitando el área dónde los arrecifes de coral se pueden desarrollar. Por el contrario, la sección sur de la isla tiene una plataforma más ancha donde un área vasta de arrecife se ha desarrollado (García-Sais et al. 2008). Se conoce que el coral cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis)*, declarado como amenazado en la lista federal de especies en peligro, se encuentra en las afueras de la costa suroeste de la isla de Desecheo.

El Gobierno de Puerto Rico ha designado el arrecife de coral alrededor de Desecheo como área marina protegida (MPA, por sus siglas en inglés) con la designación legal de reserva marina protegida y una zona de no pesca (Aguilar-Perera et al. 2006). Más allá, la reserva marina de Desecheo es administrada por el DRNA de Puerto Rico y es considerada un "lugar de monitoreo de alta prioridad" (García-Sais et al. 2008). Durante varios monitoreos, los arrecifes alrededor de Desecheo fueron considerados como muy saludables con solo 1 a10 porciento de áreas afectadas por enfermedades de coral y de 1 a 5 porciento impactado por el blanqueamiento de coral dependiendo de la época. García-Sais et al. (2001) estableció que si la cubierta de coral vivo es utilizada como un criterio principal, el sistema de arrecifes encontrado en Puerto de los Botes y Puerto Canoas al sur de Desecheo podría ser clasificado como el mejor desarrollado de todo Puerto Rico. En general, los arrecifes se componen aproximadamente de 44 porciento de coral duro o calcáreo, 25 porciento de algas, 4 por de ciento de coral suave y 11 porciento de otros organismos. El restante 16 porciento de la cubierta de fondo está compuesta de arena y piedra (Reefkeeper International y Comité ProFondo Marino de Desecheo 1997).

La especie de coral dominante alrededor de la isla incluye el "Boulder star coral" (*Montastrea anularis*), "finger coral" (Porites porites),"lettuce coral" (*Agaricia agaricites*), "mustard-hill coral" (*P. astreodes*) y el "great star coral" (*M. cavernosa*) (Garcia-Sais et al 2008b). En adición a esto, el ya listado a nivel federal como especie amenazada coral cuerno de alce "Elkhorn coral" (*Acropora cervicornis*) puede ser encontrado en el Arrecife "Candyland" fuera de la costa suroeste de Desecheo. El coral cuerno de alce (*Acropora palmata*) está también listado a nivel federal como especie amenazada y es probable que se encuentre en las aguas poco profundas alrededor de Desecheo (Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (SNPM), comunicación personal), aunque no hay estudios que confirmen esto. El SNPM ha catalogado las aguas alrededor de Puerto Rico e islas asociadas como hábitat critico designado para el coral cuerno de alce y cuerno de ciervo, esto incluye todas las aguas con profundidades de 98 pies (30 m) y poco profundas hasta la línea de marea (NOAA 2010). Adicionalmente, tres especies de coral se han encontrado o se sospechan estar presentes en Desecheo y ahora son considerados como "especies candidatas" por la ley de especies en peligro (ESA, por sus siglas en ingles): *Montastraea annularis*, *M. faveolata*, *M. franksi* (Registro Federal 2010). Una determinación final de que alguna de estas especies se garanticen como especies amenazadas o en peligro se tomara en un futuro cercano (NOAA 2011a).

La especies de peces dominantes en las aguas alrededor de Desecheo incluyen el "blue chromis (*Chromis cyanea*), "Brown chromis" (*Chromis multilineata*), "fairy basslet" (*Gramma loreto*), "masked goby" (*Coryphopterus personatus*),"peppermint goby"

(*Coryphopterus lipernes*), “creole wrasse” (*Clepticus parrae*), “bluehead wrasse” (*Thalassoma bifasciatum*), “yellow-head wrasse” (*Halichoeres garnoti*), “clown wrasse” (*Halichoeres maculipinna*), “bicolor damselfish” (*Stegastes partitus*) “sharknose goby” (*Gobiosoma evelynae*) (García-Sais et al. 2008b).

La tortuga verde (*Chelonia mydas*) y la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) ambas listadas como especies amenazadas y en peligro de extinción respectivamente bajo la Ley de Especies en Peligro de Extinción han sido observadas en las aguas marinas adyacentes a Desecheo. El carey es el visitante más común, alimentándose de esponjas en los arrecifes de la isla. El ambiente marino alrededor de Desecheo no es compatible con las praderas marinas que son típicamente hábitat de forrajeo de las tortugas verdes. Mientras que Desecheo no posee un abundante hábitat de anidaje parecido a las playas típicas utilizadas por tortugas marinas, señales de anidaje de carey fueron observados en 1986 y 1987en una playa de gravilla en la isla (Evans 1989). También se documentó un nido incidental en una pequeña playa cerca del helipuerto al suroeste de la isla. Recientemente, en el 2008 se reporto un carey en el arrecife de Puerto Canoas, durante un censo (Garcia-Sais et al. 2008b).

Es de conocimiento general que el tinglar (*Dermochelys coriacea*), especie en peligro de extinción anida dentro de la Región Caribeña de Estados Unidos, en las Islas Vírgenes, (Santa Cruz, San Tomas, St. John) en Culebra, Vieques e Isla Mona y en varias playas en la isla de Puerto Rico. El tinglar ha sido reportado en aguas fuera de la costa de la isla de Desecheo siendo Desecheo un lugar de anidaje poco probable, ya que no posee el hábitat de playa apropiado para esta especie.

3.8 Mamíferos Marinos

Un total de 17 especies de ballenas y delfines han sido registradas en aguas alrededor de Puerto Rico, las Islas Vírgenes de Estados Unidos y las Islas Vírgenes Británicas. Mientras que algunas especies son vistas durante todo el año, los avistamientos generalmente aumentan en diciembre, con su época más alta en febrero y disminuyendo en marzo (Mignucci-Giannoni 1998). Las especies más comunes son las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*), que comprenden el 79 porciento de todos los avistamientos entre 1952 y1989 (Mignucci-Giannoni 1998). En el Atlántico oriental, las ballenas jorobadas se reproducen principalmente a lo largo de la cadena de las Antillas, pero se concentran en el norte-central y noreste Caribeño en áreas de menos de 200 m de profundidad. En estas áreas las crías principales de reproducción y crianza están restringidas a dos pequeños bancos al norte de la República Dominicana. Las ballenas jorobadas son usualmente vistas en pequeños grupos en un promedio de dos individuos y son consideradas una población mayormente transitoria con individuos que permanecen no más de dos semanas, con la excepción de agregaciones de madre-ballenato las cuales son avistadas ocasionalmente. Una mayor concentración de ballenas jorobadas ha sido reportada a través de la costa noroeste de Puerto Rico donde los animales se congregan en las afueras de Punta Higüero en Rincón, y en las afueras de Punta Agujereada en Aguadilla. Ballenas han sido observadas también cerca de las islas de Mona y Desecheo. En el noreste

del Caribe, ballenas jorobadas tienen una marcada estacionalidad reproductiva entre noviembre y mayo, con el pico de la temporada desde las primeras dos semanas de febrero hasta mediados de marzo.

Otros reportes de ballenas y delfines avistados mar afuera de la isla de Desecheo incluyen la "shortfin pilot whales" (*Globicephala macrorhyncus*), "spinner dolphins" (*Stenella longirostris*), y "minke whales" (*Balaenoptera acutorostrata*). Las otras 13 especies de mamíferos avistadas en la región incluyendo las afueras de la costa de la isla de Mona, incluyen el delfín común (*Delphinus spp.*), delfín gris (*Grampus griseus*), ballena asesina (*Orcinus orca*), orca falsa (*Pseudorca crassidens*), delfín manchado del Atlántico (*Stenella frontalis*), delfín de hocico estrecho (*Steno bredanensis*), delfín hocico de botilla (*Tursiops truncatus*), cachalote pigmeo (*Kogia breviceps*), cachalote (*Physeter macrocephalus*), ballenato de Cuvier (*Ziphius cavirostris*), ballena sei (*Balaenoptera borealis*) y ballena de aleta (*B. physalus*). Una especie adicional, el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), es conocida por un cráneo encontrado en la isla de Santa Cruz.

La población del manatí antillano en Puerto Rico es bien pequeña y bien distribuida, con sólo poco más de 100 animales reportados (Powell et al. 1981, Mignucci-Giannoni et al. 2000). Estos animales son más comunes a través de las costas con una plataforma costera y numerosas bahías que proveen condiciones adecuadas, praderas marinas extensas y agua dulce. Sin embargo, el manatí es el mamífero marino que comúnmente se encuentra muerto en las aguas de Puerto Rico, reportando un 44 porciento de todos los varamientos de mamíferos marinos en la isla desde 1980 (Mignucci-Giannoni et al. 2000). Las causas de mortalidad han sido atribuidas a la caza, el enredo accidental en redes, colisiones con embarcaciones de motor, captura y otras interacciones relacionados con los humanos.

3.9 Vegetación Terrestre

La isla de Desecheo cae dentro de la zona de vida bosque seco subtropical y es dominado por bosques caducifolios en los valles y bajas pendientes, con comunidades de arbustos, pastizales y cactus que dominan las crestas y laderas expuestas (Breckon 2000, Helmer et al. 2002).

Woodbury et al. (1971) describió la vegetación de Desecheo como un mosaico de parchos de hierba, matorrales, bosques de cactus candelabro y bosque semi-caducifolio. El bosque semi-caducifolio es dominado por *Bursera simaruba* y es encontrado mayormente en valles más húmedos y barrancos. Mucha de la vegetación detiene su crecimiento durante la temporada seca (noviembre a marzo). La diversidad florística de la isla ha sido dramáticamente reducida por el impacto de cabros, monos, ratas y en menor grado por el impacto del hombre (Breckon 2000). En una revisión de la flora de la isla, Breckon (2000) documentó 64 extirpaciones sospechadas de una flora original de 166 especies de plantas. Sin embargo, desde la reducción significativa en el número de cabros en la isla, la biomasa de vegetación ha aumentado (J. Schwagerl comunicación personal 2007), pero la diversidad de plantas luego de la recuperación aún no ha sido documentada. Desecheo no tiene plantas endémicas, pero es hábitat de siete especies endémicas a las Antillas Mayores

e islas adyacentes, así como el higo chumbo enlistado como amenazado por la ley federal de especies en peligro y que florece en la noches (Breckon 2000). Esta especie ha sido extirpada de la isla p de Puerto Rico y presenta poblaciones naturales restrictas a las islas de Mona, Monito y Desecheo.

3.10 Especies Amenazadas y en Peligro de Extinción Listadas Bajo la Ley Federal de Especies en Peligro de Extinción

El higo chumbo (amenazado) se encuentra naturalmente en las islas de Desecheo, Mona y Monito. Esta especie fue relativamente común en el sureste de Puerto Rico, en el pasado. Las poblaciones en la isla de Desecheo están mucho más reducidas, con solo nueve individuos contabilizados en el 2003 (Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos 2010a). Monitoreos recientes en el 2010 y 2011 han identificado 39 individuos o agrupaciones de plantas y los rasgos morfológicos en estas plantas sugieren que ha ocurrido un reciente crecimiento desde la reducción en números de cabras silvestres y monos rhesus introducidos (Island Conservation, datos no publicados). Las cabras y los monos rhesus han sido reportados alimentándose de los cactus.

El carey (en peligro de extinción) es observado frecuentemente en las aguas alrededor de Desecheo, las cuales proveen excelentes áreas de forrajeo, aunque la isla no aparenta proveer hábitats apropiados para el anidaje.

La tortuga verde (amenazada) puede ser ocasionalmente encontrada en las aguas alrededor de Desecheo, aunque el hábitat cercano a la costa no provee extensas praderas de hierbas marinas preferidas por tortugas verdes para su alimentación. Es poco probable que las muy limitadas playas de la isla de Desecheo sirvan como hábitat de anidaje para estas especies.

El tinglar (en peligro de extinción) no ha sido reportado en las aguas costeras de Desecheo, y la isla no provee el hábitat apropiado para el anidaje de esta especie. Sin embargo, la especie es pelágica y se sabe que anida en la Isla de Mona, localizada a 33 millas (53 km) al sureste de Desecheo, de manera que avistamientos ocasionales de animales fuera de la costa de Desecheo no debería ser inusual.

El coral cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*) (amenazado) es conocido del Arrecife "Candyland", aproximadamente a un cuarto de milla al suroeste de Desecheo.

La ballena jorobada (en peligro de extinción) ha sido reportada frecuentemente en las afueras de las costas de Desecheo, especialmente en el periodo de invierno de diciembre a marzo.

Las ballenas de aleta, sei, ballena asesina y cachalotes (en peligro de extinción) no han sido reportadas en las costas de Desecheo, pero han sido observadas dentro de la región en las afueras de Isla de Mona a 33 millas (53 km) al suroeste de Desecheo.

El pelícano pardo, el cual es un residente regional, fue sacado de las listas en noviembre 2009.

3.11 Ambiente Social y Económico

3.11.1 Historia

En el 1912, 14 años después que España cedió el control de Puerto Rico a los Estados Unidos, el Presidente Taft designó Desecheo como una reserva para el anidaje y reproducción de poblaciones de aves marinas. En el 1940, el Presidente Franklin Roosevelt transfirió la titularidad al Departamento de Guerra, el cual usó la isla como un campo de tiro hasta 1952. De 1952 al 1960 la Fuerza Aérea de Estados Unidos usó la isla como centro de entrenamiento de sobrevivencia. En 1966, la isla fue transferida al Instituto Nacional de Salud, quien introdujo 56 monos rhesus a la isla para investigación médica. Finalmente, en 1976 Desecheo fue transferida al Servicio y fue designado como un Refugio Nacional de Vida Silvestre para el propósito de protección y restauración de poblaciones de aves marinas.

Históricamente, Desecheo ha sido usado para numerosas actividades humanas. Antes y después de que a la isla le fuera otorgado el estatus de protección en 1912, agricultores y pescadores intentaron introducir ganado y preparar los bosques para colectar y colectar huevos y aves de las colonias de aves marinas. Tras la Segunda Guerra Mundial, la isla fue usada como campo de tiro y bombardeo y luego como un lugar de entrenamiento de sobrevivencia. En 1965 la isla fue declarada propiedad militar excedente y en julio del1966 fue adquirida por el Departamento de Salud, Educación y Bienestar de los Estados Unidos, bajo cuya administración se estableció una colonia de monos rhesus en el 1966 (Morrison and Menzel 1972).

Desecheo tiene dos áreas de bombardeo que fueron establecidas durante la Segunda Guerra Mundial: el Campo de Tiro del Este y el Campo de Tiro del Oeste. Cada uno de estos es de 649 acres y fueron utilizados para ejercicios de bombardeo de radar de alto nivel y prácticas de tiro usando armamento pequeño de 100 lbs ó menos. Además, existe un área grande de captación de agua localizada en el lado oeste de la isla, el cual ahora da acceso a la isla en helicóptero.

3.11.2 Propietarios, Manejo y Accionistas Mayoritarios

El Refugio Nacional de Vida Silvestre de la isla de Desecheo es administrado por el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre, como parte del Sistema Nacional de Refugios del Caribe. El Refugio incluye el ambiente terrestre de la isla de Desecheo y los cayos que rodean la isla. Las aguas que rodean Desecheo son manejadas por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico como una reserva marina protegida de 677 ha (Aguilar-Perera et al. 2006). Esta reserva es una de las dos reservas marinas reconocidas legalmente en Puerto Rico, aunque existen otras 35 áreas marinas protegidas alrededor de Puerto Rico.

3.11.3 Uso Recreacional y Estético

Desecheo no está abierto al público sin un permiso especial de uso (SUP, por sus siglas en inglés) y no apoya ninguna actividad recreacional regular o provee servicio alguno al público general.

El ambiente marino que rodea Desecheo es usado regularmente para buceo recreacional y "snorkeling". Los botes pesqueros atracan en la isla ocasionalmente para resguardarse durante tormentas severas. El acceso a Desecheo es difícil por las corrientes extremadamente fuertes, un número limitado de lugares de desembarco y las grandes rocas mar afuera. Cuando las condiciones son favorables, existen tres playas donde las embarcaciones pequeñas pueden atracar generalmente en la mañana (Breckon 1998).

3.11.4 Usos No Autorizados

Desecheo es ocasionalmente usado como punto de escala de tráfico ilegal de droga e inmigrantes intentando entrar ilegalmente a los Estados Unidos. Durante los años 1990 hubo un promedio de tres desembarcos en Desecheo de inmigrantes ilegales por año, con un estimado de 125 individuos detenidos anualmente en aguas adyacentes. En los últimos tres años, se reportaron 5 desembarcos en Desecheo y un promedio de 60 individuos detenidos cada año en la isla. La mayoría de la individuos detenidos son personas provenientes de Cuba y la República Dominicana (Servicio de Pesca y Vida Silvestre, datos no publicados).

Navegantes recreativos y pescadores pudiesen desembarcar ocasionalmente en Desecheo para explorar o para colectar recursos marinos (tales como el bulgao, *Cittarum pica*) de los arrecifes cercanos (en violación con las regulaciones de la Reserva Marina). Este patrón de uso es considerado poco común (Servicio de Pesca y Vida Silvestre comunicación personal).

3.11.5 Recursos Culturales y Valor Histórico

No hay recursos culturales o históricos conocidos en Desecheo y no se conoce sobre la existencia de artefactos pre-Colombinos en Desecheo.

4 CONSECUENCIAS AMBIENTALES

4.1 Propósito y Estructura de las Consecuencias Ambientales

El Capítulo 4 analiza las consecuencias ambientales de las alternativas presentadas en el Capítulo 2. Para propósitos de comparación, el Capítulo 4 también incluye un análisis similar a las consecuencias de no tomar acción para dirigir el problema de invasión de ratas negras en la isla de Desecheo. El propósito del análisis de los impactos en este capítulo es determinar si algunas de las consecuencias ambientales identificadas pueden ser de importancia.

El término "de importancia", de acuerdo a las regulaciones de la Agencia de Protección Ambiental (40 CFR 1508.27), está compuesto por *contexto* por el cual una acción puede llevarse a cabo y la *intensidad* en que dicha acción impacte el ambiente. "Contexto" es el escenario bajo el cual el impacto es analizado, tal como un lugar en particular; la región afectada, o la sociedad como un todo. "Intensidad" es una medida de severidad del impacto. Determinar la intensidad de un impacto requiere la consideración del contexto apropiado, así como un número de otras consideraciones, incluyendo lo siguiente:

- El grado en el cual una acción afecta la salud o seguridad pública.
- *Las características únicas del área geográfica (*e.j. definición histórica o cultural, especialmente en tierras protegidas, áreas ecológicas críticas)
- El grado en el cual los impactos de una acción podrían ser altamente *controversiales*. El grado en el cual los impactos posibles de una acción son *altamente inciertos, o envuelven riesgos únicos o desconocidos.*
- El grado en el cual una acción podría i) *establecer un precedente para futuras acciones con efectos reveladores; y/o* ii) *representar una decisión en principio* sobre una futura consideración.
- Si una acción está relacionada a otras acciones de importancia acumulativas se considera de importancia si se puede anticipar un impacto acumulativo en el ambiente.
- El grado en el cual una acción podría afectar adversamente propiedades enlistadas o elegibles para ser enlistadas en el Registro Nacional de Lugares Históricos, o pueden causar *pérdida o destrucción a recursos científicos, culturales o históricos.*
- El grado en el cual la acción puede afectar adversamente una especie amenazada, o en peligro de extinción; o el hábitat crítico, según enlistado bajo la *EPA*.
- Si la acción amenaza violar regulaciones locales o federales impuestas para la protección del ambiente.
- Situaciones ambientales ya señaladas.

Los impactos pueden ser *beneficiosos o adversos*. Una consecuencia ambiental puede ser considerada de importancia aún cuando el efecto es beneficioso.

4.2 Recopilación de Información para Efectos Ambientales Potenciales

El Servicio compiló en este análisis una lista de efectos ambientales, o temas de impacto que requieren consideraciones específicas en este análisis. Esta lista de temas fue realizada mediante un proceso de recopilación de información que incluyó discusiones informales con representantes de agencias gubernamentales, grupos e individuos con experiencia relevante o interés en la isla de Desecheo (véase Sección 1.8)

En este análisis, el efecto potencial de importancia de cada alternativa incluyendo la alternativa de no acción será discutida independientemente para cada situación ambiental considerada.

4.3 Temas de Impacto

Los temas de impacto analizados en este documento incluyen:

- Impactos a recursos físicos
- Recursos del agua
- Geología y suelos
- Impactos a recursos biológicos
- Impactos a especies vulnerables a uso tóxico
- Forrajeros terrestres e intermareales
- Impactos a especies vulnerables a la perturbación
- Efectos indirectos a recursos biológicos
- Impactos al ambiente social y económico
- Impactos a visitantes al refugio
- Impactos a recursos históricos y culturales
- Impactos acumulativos
- Compromiso irreversible o irremediable a recursos
- Impacto a largo plazo.

Una descripción breve de muchos de estos temas pueden ser encontrados en la Sección 1.8.

4.4 Aspectos del Ambiente que han sido Excluidos del Análisis Detallado

4.4.1 Calidad del Aire

Los impactos de las alternativas en la calidad del aire en la isla de Desecheo no serán analizados en detalle, porque no hay actividades que puedan representar un cambio medible a los niveles de de polución del aire causados por botes en aguas cercanas y aeronaves. Las operaciones de los helicópteros que se llevarán a cabo como parte de cada alternativa no tendrán impactos de importancia en la calidad del aire local o regional.

4.4.2 Justicia Ambiental

Los impactos de las alternativas con respecto a justicia ambiental, dispuesta por la Orden Ejecutiva 12898 del 1994 para identificar y señalar el potencial de que la ubicación de la operación no imponga un impacto ambiental desproporcionado sobre minorías o poblaciones con desventajas socioeconómicas; no serán analizados en detalle porque no hay minorías o poblaciones con desventajas socioeconómicas que puedan ser afectadas por cualquiera de las alternativas.

4.4.3 Mamíferos Marinos

Los impactos potenciales por actividades de erradicación de ratas a cetáceos en las aguas que rodean Desecheo no serán analizados en esta evaluación ambiental, excepto si surge algún indicio de amenaza. Las probabilidades de exposición de cetáceos al brodifacoum o diphacinone serían insignificantes. Ambos, brodifacoum y diphacinone tienen baja solubilidad en el agua (brodifacoum 0.24 mg/L a un pH 7.4, (Agencia de Protección Ambiental 1998); diphacinone 0.3 mg/L (Extoxnet 1996)) y su concentración más alta requeriría que los mamíferos marinos consumieran cantidades enormes de cebo para manifestar una respuesta sub-letal por rodenticida.

Existe un potencial disturbio físico hacia cetáceos con el uso de botes alrededor de la isla de Desecheo como parte de las operaciones de erradicación. NOAA (2008) ha establecido protocolos para navegantes para evitar colisiones o choques entre botes y especies marinas. Botes pequeños serán usados durante la erradicación y los operadores de los mismos conocerán y pondrán en práctica los protocolos establecidos por NOAA.

4.4.4 Peces Marinos

Los impactos potenciales por actividades de erradicación de ratas a peces marinos en las aguas que rodean Desecheo no serán analizados en esta evaluación ambiental, dado que la probabilidad de impactos medibles por cualquier acción alternativa en las poblaciones de peces es insignificante:

- La cantidad de cebo que entraría en el ambiente marino como resultado de la dispersión aérea sería bajo; esto como resultado de las medidas de mitigación descritas en el capítulo de alternativas (Capítulo 2) para evitar distribución de cebo en el océano.
- En las pruebas de desintegración de cebo en Desecheo, el placebo Brodifacoum-25D, se desintegró o desapareció inmediatamente del ambiente dentro de los siguientes 30 minutos, y los peces se mostraron desinteresados (Island Conservation 2010b).
- En pruebas de desintegración de cebo en Nueva Zelandia, cebos de prueba no tóxicos distribuidos en el mar se desintegraron dentro de los siguientes 15 minutos (Empson y Miskelly 1999).
- En pruebas hechas en el sur de California, Alaska, Hawaii y el Pacifico ecuatorial, especies de peces marinos no mostraron interés en los granos de placebo de cebo

que entraron en las aguas cercanas (Howald et al. 2005a, Buckelew et al. 2006)(Island Conservation información no publicada).

- En pruebas hechas en el atolón de Palmyra, 20 especies de peces no mostraron interés en granos de cebo depositados en la columna de agua durante las primeras tres pruebas. Sin embargo, en pruebas subsiguientes seis especies de peces mordisquearon, agarraron o consumieron los granos de cebo, lo cual indica que el aumento en exposición puede aumentar el interés de los peces (Island Conservation 2010a).
- Las aguas cercanas que rodean Desecheo son extremadamente profundas con profundidades de hasta 130 pies. Por esta razón, la mayoría de los peces tendrían que consumir los cebos en la medida que van cayendo por la columna de agua.
- Estudios de peces marinos después de la erradicación de ratas en Isla Kapiti (Nueva Zelandia) no mostraron evidencia que la densidad de peces haya sido afectada por la operación (Empson y Miskelly 1999).
- Luego de un derrame accidental de 20 toneladas del cebo brodifacoum en las aguas marinas en Nueva Zelandia en 2001, se detectaron concentraciones medibles de brodifacoum en el agua 36 horas después del derrame, pero que estaban bajo MLD (< 0.02 ppm) para el día nueve. Los residuos en muestras de peces, colectadas 14 a 16 días después del derrame estaban bajo MLD.
- Ambos, brodifacoum y diphacinone tienen baja solubilidad en el agua (brodifacoum 0.24 mg/L a un pH 7.4, (Agencia de Protección Ambiental 1998); diphacinone 0.3 mg/L (Extoxnet 1996)).
- Después de dos operaciones aéreas de erradicación de ratas en Hawaii en los años 2008 y 2009, no se detectó niveles de diphacinone en muestras de varias especies de peces (Gale et al. 2008, Orazio et al. 2009).
- Durante la erradicación de ratas en la Isla de Anacapa, buzos observaron el comportamiento de los peces con relación al cebo que accidentalmente entro en el ambiente marino, como resultado de esto, ningún pez fue observado consumiendo cebo. Todos los peces y muestras de agua evaluadas resultaron negativas para concentraciones de brodifacoum después de la aplicación (Howald et al 2010).

4.4.5 Coral Cuerno de Ciervo y Cuerno de Alce

Los impactos potenciales de la erradicación de ratas al coral cuerno de ciervo y cuerno de alce en las aguas que rodean Desecheo no serán analizados en esta evaluación ambiental, excepto si surge alguna amenaza significativa. Las probabilidades de exposición del coral a brodifacoum o diphacinone serían insignificantes. El coral cuerno de ciervo es conocido por estar localizado en los arrecifes de Puerto de los Botes y Puerto Canoas aproximadamente a un cuarto de milla de la costa de Desecheo a profundidades de 15-23 metros (Garcia-Sais et al. 2001), aunque investigadores creen que los corales cuerno de ciervo y el cuerno de alce podrían ser encontrados más cercano a Desecheo en aguas menos profundas. Para nuestro conocimiento, no hay estudios que hablen sobre los efectos de rodenticidas en especies de corales, aunque los datos sugieren que especies de invertebrados no son afectados (véase Sección 4.6.3.5). Por lo tanto, la posibilidad de exposición de corales a algún toxico que podría entrar al agua es insignificante debido a la distancia de los corales a Desecheo, la

rápida acción de las olas que podría posiblemente dispersar los tóxicos y la baja posibilidad que los tóxicos podrían afectar los invertebrados. En adición, ambos brodifacoum y diphacinone tienen baja solubilidad al agua (brodifacoum 0.24 mg/L a un pH 7.4, (Agencia de Protección Ambiental 1998), diphacinone 0.3 mg/L (Extoxnet 1996)).

Existe un potencial disturbio o daño físico con el uso de botes alrededor de la isla de Desecheo como parte de las operaciones de erradicación. NOAA (2008) ha establecido protocolos para navegantes para evitar colisiones o choques entre botes y especies marinas. Botes pequeños serán usados durante la erradicación y los operadores de los mismos conocerán y pondrán en práctica los protocolos establecidos por NOAA, así como también serán advertidos sobre cómo y cuándo evitar áreas de arrecifes poco profundas en los alrededores de Desecheo.

4.5 Consecuencias: Recursos Físicos

4.5.1 Recursos de Agua

4.5.1.1 Análisis para Recursos de Agua

Los impactos de importancia en la calidad del agua fueron analizados para las alternativas identificadas con respecto a los posibles impactos físicos y biológicos adversos debido a la aplicación de cebo en la isla de Desecheo. La calidad del agua en Puerto Rico es regulada por la Junta de Calidad Ambiental, la cual requiere que las aguas del estado cumplan con unos criterios mínimos para un número de usos designados.

Las ratas en Desecheo son frecuentemente encontradas en o alrededor de la costa. Por estas razones, es esencial que los manejadores apliquen el rodenticida en y alrededor de la costa para garantizar la eliminación de ratas invasivas en la isla, con un mínimo de derrame en las aguas que la rodean. En este momento, se podría requerir permisos adicionales para el uso de pesticidas desde el aire alrededor de la costa para cumplir con las normas actuales de la Ley Federal de Agua Limpia (CWA, por sus siglas en inglés) de la EPA, debido a que el derrame de cebo en cualquiera de las aguas de los Estados Unidos incluyendo océanos y mares requiere de un permiso de National Pollutant Discharge Elimination System (NDPES).

Mientras, la Ley Federal de Agua Limpia prohíbe la descarga de “contaminantes” en aguas de Estados Unidos. En el año 2007, la EPA clarificó su interpretación del término “contaminante” para excluir a los pesticidas que pueden entrar al agua cuando son aplicados para el control de plagas que ocurren “sobre o cerca de” los cuerpos de agua (71 CFR 227 pp. 68483-68492). Esta regulación fue anulada por la 6ta Corte de Circuito de Apelaciones en 2009; subsecuentemente la EPA recibió una suspensión hasta el 9 de abril del 2011. Coincidiendo con la Ley de Agua Limpia, esta Evaluación Ambiental cumplirá con todos los requerimientos que dicta la ley, aunque se prevé que cierta cantidad de cebo podría caer accidentalmente en las aguas alrededor de Desecheo durante la erradicación de ratas programada para el 2012.

No existen recursos de agua fresca natural o agua que se pueda consumir en Desecheo.

4.5.1.2 Alternativa A: No Acción

Bajo la alternativa de no acción, no habría derrame de cebo dentro de las aguas marinas cercanas a la costa.

4.5.1.3 Alternativas B y C

Probablemente algunos granos de cebo caigan en las aguas marinas cerca de las orillas de Desecheo durante operaciones de distribución aérea de cebo. Sin embargo, las técnicas de distribución de cebo descritas incluyen medidas de mitigación para limitar la entrada de cebo en los cuerpos de agua a un nivel muy por debajo de la cantidad de cebo distribuido en la orilla de la costa adyacente.

Aún si el cebo entra en los cuerpos de agua alrededor de Desecheo en una tasa máxima de aplicación, lo cual sería poco probable que contribuya a niveles de detección de brodifacoum en la columna del agua. La baja solubilidad en el agua y la fuerte afinidad química de brodifacoum a la matriz de los granos de cebo previene grandemente que el rodenticida entre a ambientes acuáticos, por vía directa o por escorrentía.

Pruebas ambientales durante erradicación de roedores y pruebas de erradicación en el sistema marino actual de California y otros lugares no detectaron brodifacoum en muestras de agua marina recolectadas después de la aplicación de cebo (Howald et al. 2005a, Buckelew et al. 2006, Buckelew et al. 2009, Island Conservation, información no publicada). Sin embargo, durante una operación de erradicación de ratas en las islas Aleutianas, Alaska, en el 2008, se detectó residuos de brodifacoum sobre el MLD en dos de 22 muestras de agua fresca colectada en dos lagos. Debido a que la aplicación directa de cebo a los lagos fue prevenida mediante zonas de exclusión dispersando aéreamente el cebo alrededor de los lagos, estas zonas fueron expuestas al cebo manualmente, esto trajo como conclusión que la detección de residuos puede haber surgido de: (a) contaminación de la muestra por el colector, (b) Caída de cebo en el lago por el acción del viento durante la dispersión manual, o (c) escorrentía de arroyos (que no fueron excluidos del cebo) al sistema de lagos. Modelando el número de granos de cebos que se requiere para lograr los niveles de residuos detectados, un fragmento de un cebo equivalente al uno porciento del tamaño de un grano de cebo (2 g) podría resultar en una concentración de residuo > 20 veces mayor a los detectados. Por lo tanto, la contaminación por una partícula de cebo por un minuto en una mano o la ropa durante una colección de muestra podría haber sido suficiente para resultar en el residuo detectado (Buckelew et al. 2009).

El agua para el consumo del personal en Desecheo será suplida a la isla en contenedores de agua sellados y protegidos de la entrada de cebo durante las actividades de distribución de cebo. En resumen, se estima que la distribución aérea de cebo resultaría en un riesgo de poca importancia a las columnas de aguas marinas y al suplido de aguas para el consumo.

4.5.1.4 Alternativas D y E

Es probable que algunos granos de cebo puedan caer en las aguas marinas cerca de las orillas de Desecheo durante operaciones de distribución aérea de cebo. Sin embargo, las técnicas de distribución de cebo descritas incluyen medidas de mitigación para limitar la entrada de cebo en los cuerpos de agua a un nivel muy por debajo de la cantidad de cebo distribuido en la orilla de la costa adyacente.

Aún si, si el cebo entra en los cuerpos de agua alrededor de Desecheo en una tasa máxima de aplicación, sería poco probable que contribuya a niveles de detección de diphacinone en la columna del agua. La baja solubilidad den el agua y la fuerte afinidad de diphacinone a la matriz de los granos de cebo previene grandemente la entrada del rodenticida a ambientes acuáticos, por vía directa o por escorrentía.

Luego de la aplicación aérea de 7,800 lbs. de diphacinone (granos de cebo para roedores Ramik® Green) para la erradicación de ratas en Lehua Island, Hawaii, en enero 2009, no se detectó diphacinone en las aguas marinas que rodean Lehua (Orazio et al. 2009). Similarmente, luego de la distribución aérea del mismo producto en febrero 2008 aplicado en una tasa nominal de 10 lbs./acre en dos aplicaciones separadas tratando la costa y las pendientes con el doble de la cantidad de cebo para cada aplicación, la concentración de diphacinone en las aguas marinas era bajo el MD (90 ng/L) (Gale et al. 2008).

El agua para el consumo del personal en Desecheo será suplida a la isla en contenedores de agua sellados y protegidos de la entrada de cebo durante las actividades de distribución de cebo. En resumen, se estima que la distribución aérea de cebo resultaría en un riesgo de poca importancia a las columnas de aguas marinas y al suplido de aguas para el consumo.

4.5.2 Geología y Suelos

4.5.2.1 Análisis para la Geología y los Suelos

Los mayores temas de interés para los recursos geológicos y de suelo de Desecheo son 1) el daño permanente a la piedra volcánica fragmentada, 2) el aumento en la erosión del suelo, 3) la reducción en fertilidad del suelo y 4) la contaminación de suelos.

4.5.2.2 Alternativa A: No Acción

Bajo la alternativa de no acción, las ratas permanecerían en la isla y continuarían construyendo madrigueras en áreas con suficiente suelo. A través de comparaciones de islas invadidas por ratas e islas libre de ratas, se ha mostrado que las ratas reducen la fertilidad del suelo y la diversidad y abundancia de fauna en el suelo mediante la depredación de aves marinas y por lo tanto interrumpen la transferencia de nutrientes del mar a la tierra generado por las aves marinas (Fukami et al. 2006, Towns et al. 2009). Consecuentemente, bajo la alternativa de no acción, se mantiene la reducción de fertilidad del suelo y la diversidad de invertebrados.

4.5.2.3 Alternativas B y C

Las actividades operacionales en las Alternativas B y C no tendrían un impacto notable en la erosión del suelo, la formación de rocas o contaminación de suelos. La instalación y mantenimiento de estaciones de cebo en circunstancias limitadas podrían tener un alto impacto al suelo y rocas, pero estos impactos no serían de importancia y serían principalmente en la orilla de la costa y alrededor del helipuerto. La extremadamente baja concentración de brodifacoum en granos de cebo no conduciría a contaminación medible del suelo. En un monitoreo ambiental luego de la erradicación de ratas en la Isla Anacapa usando brodifacoum en granos, todas las muestras de suelo colectadas resultaron negativas para residuos de brodifacoum (Howald et al. 2010). Sin embargo, pruebas de suelo en el atolón Palmyra en 2010 demostraron concentraciones bien bajas de residuos de brodifacoum en el suelo, colectado directamente bajo un grano de cebo individual (muestra de suelo hasta 20 cm de profundidad) por hasta 50 días; pero sólo dos de 48 muestras tuvieron concentraciones lo suficientemente altas para ser cuantificadas; todas las demás muestras dieron valor de cero (no detectable)(Island Conservation 2010a).

4.5.2.4 Alternativas D y E

Las actividades operacionales en las Alternativas D y E no tendrían un impacto notable en la erosión del suelo, la formación de rocas o contaminación de suelos. La instalación y mantenimiento de estaciones de cebo en circunstancias limitadas podrían tener un alto impacto a los suelos y rocas, pero estos impactos no serían de importancia y serían primordialmente en la orilla de la costa y alrededor del helipuerto. La extremadamente baja concentración de diphacinone en granos de cebo no conduciría a contaminación de suelo medible. Muestras de suelo colectadas después de la aplicación aérea de cebo diphacinone en la isla de Lehua en Hawaii, resultó en poco a ninguna detección en concentraciones de diphacinone (Orazio et al. 2009). Sin embargo, pruebas de suelo en el atolón Palmyra en 2010 demostraron concentraciones bien bajas de residuos de diphacinone en suelo colectado directamente bajo un grano de cebo individual (muestra de suelo hasta 20 cm de profundidad) por hasta 28 días, pero sólo dos de 48 muestras tuvieron concentraciones lo suficientemente altas para ser cuantificadas, todas las demás muestras dieron valor de cero (no detectable)(Island Conservation 2010a).

4.6 Consecuencias: Recursos Biológicos

4.6.1 Introducción

Para que este proyecto sea considerado una restauración exitosa, los beneficios a largo plazo de la erradicación de ratas deben superar cualquier impacto potencial al ecosistema asociado con la implementación del proyecto. Se espera que la erradicación de ratas tenga beneficios para un número de animales y plantas que están siendo afectados negativamente actualmente por la presencia de ratas. Sin embargo, es crucial identificar los impactos biológicos potenciales por las operaciones de erradicación, incluyendo mortalidad y daño a especies sensitivas de vida silvestre como resultado de la ingestión del rodenticida y/o perturbación por las operaciones del proyecto. Más allá, es importante

identificar cualquier recurso biológico que esté actualmente dependiente de la invasión de ratas en cierta capacidad y pueda ser afectada negativamente una vez las ratas sean removidas. El análisis de impactos en este documento a los recursos biológicos identificará los beneficios (efectos positivos) y los costos (efectos negativos) de tóxicos usados y actividades que serían usadas para distribuir el cebo para lograr la erradicación de ratas.

Aunque los impactos a los recursos biológicos de cada alternativa serán examinados con respecto a individuos de una serie de especies, el foco primario será analizar si los impactos a un recurso particular (especies o grupo taxonómico) pueden ser considerados de importancia de acuerdo a los criterios de definición general descritos en la Sección 4.6.2. El concepto de importancia será definido por separado para cada tema analizado. En algunos casos, los impactos a nivel individual (i.e. mortalidad o modificación de comportamiento) deben ser considerados como importantes si el individuo es una especie de interés (enlistado como amenaza o en peligro de extinción por la *Ley de Especies en Peligro de Extinción*) a menos que los impactos a ese individuo puedan ser mitigados a un nivel de importancia muy bajo. Un ejemplo de este escenario es el impacto que la implementación del proyecto tiene en las especies enlistadas por la *Ley de Especies en Peligro de Extinción*. En la mayoría de los casos en Desecheo, los impactos a organismos individuales, aunque son importantes, pueden no cualificar como un impacto significativo a la población. En otras palabras, es poco probable que especies con poblaciones relativamente grandes sean afectados negativamente por la implementación del proyecto, porque típicamente ellos tienen una amplia distribución y son capaces de recuperarse rápido de impactos. Los resultados del análisis de riesgo de especies específicas contribuirán al análisis general de importancia para cada especie, pero no deberá sustituir la determinación del concepto de importancia para cada tópico de impacto. El concepto de importancia para especies no incluidas en la lista de especies en peligro de extinción se determina por cualquier acción que podría impactar la población regional o global de una especie dada.

Si bien los impactos de cada alternativa pueden ser analizados con una confianza considerable a corto plazo, es más difícil predecir repuestas específicas y exactas a la erradicación a largo plazo. Aunque la determinación general de la respuesta del ecosistema a la erradicación de ratas en Desecheo incluye demasiadas variables para analizar con precisión en este documento, información de erradicaciones de ratas de otras islas puede ser usada para predecir respuestas al ecosistema a largo plazo. Siempre que sea posible, esta información será usada para ayudar a determinar efectos a largo plazo en las secciones de análisis incluidas próximamente. Además, las alternativas serán analizadas para efectos directos e indirectos por la exposición a tóxico, riesgo toxicológico, riesgo por perturbación, y la extensión del riesgo del tóxico o perturbación a recursos biológicos. Finalmente, los impactos acumulativos serán analizados al identificar todos los proyectos pasados, presentes y futuros que podrían contribuir al impacto general de las alternativas y al determinar la extensión del impacto de los efectos combinados de todos los proyectos identificados a los recursos biológicos y físicos de Desecheo.

4.6.2 Evaluación de la Importancia de los Impactos a Recursos Biológicos

4.6.2.1 Introducción

De acuerdo a lo descrito en la Sección 4.1, el término de importancia está compuesto por el contexto de una acción y la intensidad en que dicha acción impacta el ambiente. En las alternativas analizadas en esta evaluación, la acción por sí sola tiene un contexto bien limitado y específico al lugar. Sin embargo, muchas de las especies que se encuentran en Desecheo tienen oportunidades grandes de esparcimiento o interacción global y regional, a nivel poblacional con otros individuos, que pueden estar distribuidos sobre un área más grande que Desecheo. En adición, la erradicación exitosa de especies invasivas ha demostrado la recuperación significativa de poblaciones de islas de varios taxones luego de la erradicación, independientemente de la mortalidad de algunos individuos durante o después de una operación de erradicación (véase Sección 1.4.1.3). Por lo tanto, el contexto más apropiado dentro del cual se debe considerar los impactos a recursos biológicos es a un nivel poblacional en lugar del nivel individual. La intensidad de los efectos depende de la multitud de variables diferentes para cada taxón. Este análisis subrayará protección legal adicional (Ley de Especies en Peligro de Extinción (ESA por sus siglas en inglés) y la Ley de Protección de Mamíferos Marinos (MMPA, por sus siglas en inglés) para determinar la intensidad de un impacto a especies. En otras palabras, los impactos a especies que le han sido asignadas protección legal específica bajo la ESA o la MMPA serán considerados como "más intensas" que los impactos similares a especies no están protegidas bajo estas leyes.

Para todos los recursos biológicos analizados, excepto aquellos identificados en la sección de "consideraciones especiales", el potencial para establecer el grado de importancia será determinado usando las siguientes guías:

- ¿Existe una alta probabilidad de que la población de reproducción global de un organismo experimente cambios notables que no sean contrarrestados por migración?

- ¿Existe una alta probabilidad que los impactos a organismos en Desecheo puedan ser medibles en cualquier otro lugar en la región insular Caribeña?

4.6.2.2 Consideraciones de Especial Importancia para Especies Listadas en la ESA

El cactus higo chumbo es la única especie en tierra encontrada en Desecheo que está en la lista federal de especies en peligro de extinción. En adición, hay cuatro especies incluidas en la lista de la ESA localizadas en el ambiente marino alrededor de Desecheo: el carey, en peligro de extinción; el tinglar, en peligro de extinción; y la tortuga verde y el coral cuerno de ciervo, amenazados de extinción. La inclusión en la ESA les provee un contexto para el análisis de impactos los cuales les reducen su umbral de importancia. Este análisis identificará cualquier especie incluida en la lista de la ESA y cualquier hábitat crítico designado bajo la ESA que pueda ser afectado por las alternativas. Aguas marinas hasta 30 metros de profundidad alrededor de Desecheo han sido clasificadas, por el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS, por sus siglas en inglés), como hábitat crítico para

el coral cuerno de ciervo, el cual requeriría que el personal de erradicación mitigue cualquier acción alrededor de la costa durante las operaciones de erradicación para minimizar cualquier impacto potencial al hábitat designado como crítico. Las consideraciones de importancia de impactos serán determinadas por separado, pero el estatus de las especies incluidas en la lista de la ESA que se afecten recibirán atención especial. En una consulta informal de Sección 7 de la ESA se indicó que las especies incluidas en la lista de especies en peligro o amenaza de extinción y los hábitats críticos en o cerca de Desecheo "no tienen probabilidad de afectarse adversamente" o que no se anticipan efectos ante las actividades de erradicación de ratas.

- Para el cactus higo chumbo, el punto de importancia para los efectos por las actividades de erradicación será establecido en una acción que impacte adversamente uno o más cactus individuales.

- Para el carey, la tortuga verde y el tinglar, el punto de importancia para los efectos por las actividades de erradicación será establecido ante una acción que pueda causar la mortalidad de una o más tortugas.

- Para el coral cuerno de ciervo el punto de importancia para los efectos por las actividades de erradicación será establecido en una acción que probablemente cause mortalidad a uno o más colonias de coral.

Las regulaciones de la Ley de Especies en Peligro de Extinción (ESA) también obliga a las agencias federales a garantizar que las acciones que tomen no tengan probabilidad de "poner en peligro o dañar la continuidad de la existencia de las especies incluidas en la lista de la ESA o resultar en la destrucción o modificación adversa del hábitat designado como crítico (ESA Sección 7(a) 2 1973). Si una acción federal tiene probabilidad de afectar adversamente una especie incluida en la lista de la ESA o un hábitat designado como crítico, la agencia que llevaría a cabo la acción debe comenzar un proceso formal de consulta con el Servicio o con el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas para determinar si la acción pondría en peligro la sobrevivencia de las especies.

4.6.2.3 Consideraciones de Especial Importancia para las Especies Protegidas bajo la Ley de Protección de Mamíferos Marinos

La inclusión en la Ley de Protección de Mamíferos Marinos les provee un contexto para el análisis de impactos los cuales les reducen su umbral de importancia. Las regulaciones de la Ley de Protección de Mamíferos Marinos generalmente prohíben matar, lesionar o dañar o perturbar los mamíferos marinos, pero existe la posibilidad de permitir excepciones a esta prohibición para acciones que puedan impactar un mamífero marino si el impacto es más bien incidental y no intencional en la acción. Este análisis identificará el potencial para impactos a mamíferos marinos que puedan requerir permisos adicionales bajo la Ley de Protección de Mamíferos Marinos.

A las especies protegidas bajo la Ley de Protección de Mamíferos Marinos que se encuentran en o alrededor de Desecheo se les dará un umbral de importancia especial para minimizar los impactos negativos.. Por lo tanto, el umbral de importancia ante los efectos a mamíferos marinos se establecerá si una acción causa la mortalidad de un animal individual. Las regulaciones de la Ley de Protección de Mamíferos Marinos prohíben la "perturbación" de mamíferos marinos, que es un umbral de impacto más bajo que la mortalidad. "Perturbación" de acuerdo a la definición de la Ley de Protección de Mamíferos Marinos no constituirá por sí sola un impacto de importancia en este análisis, pero otras circunstancias potenciales (incluyendo análisis de impactos acumulativos) pueden, no obstante contribuir a una determinación general de impactos de importancia.

- Para la ballena jorobada, rorcual sei, ballena de aleta, ballena asesina y ballena cachalote, el umbral de importancia será establecido de acuerdo a la definición dada por la Ley de Protección de Mamíferos Marinos, en el Nivel A, Comportamiento de perturbación : "cualquier acto que lesione o tenga el potencial de lesionar un mamífero marino en estado silvestre" (MMPA 515.18(A)).

4.6.2.4 *Consideraciones Especiales Significativas para Aves Listadas bajo la Ley de Aves Migratorias (MBTA, por sus siglas en inglés)*

La inclusión en la Ley de Aves Migratorias les provee un contexto para el análisis de impactos los cuales les reducen su umbral de importancia para este análisis. Bajo la Ley de Aves Migratorias se incluye la búsqueda ilegal, tomar, cazar, colectar, capturar o matar, cualquier ave migratoria, nido, o huevo de cualquier especie bajo esta ley. A las especies listadas bajo la Ley de Aves Migratorias que se encuentran en o alrededor de Desecheo se les dará un umbral de importancia de consideración especial para minimizar impactos negativos. Todas las aves que se encuentran en la isla de Desecheo están protegidas por la Ley de Aves Migratorias. Por lo tanto, el umbral de definición de importancia ante los efectos a aves se establecerá si una acción causa la mortalidad de un animal individual.

Bajo ciertas circunstancias donde el objetivo es erradicar o controlar especies invasivas, el Servicio puede proveer un permiso especial bajo la Ley de Aves Migratorias que permite el "take", incluyendo mortandad, de individuos listados para "proyectos donde el solicitante demuestre que se esperan beneficios para las aves migratorias". Estos proyectos son consistentes con la misión de conservación de aves del Servicio y con el énfasis de la Administración en el control de especies invasivas (Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos 2010b). El Servicio cumplirá con los requerimientos de la Ley de Aves Migratorias previo a la implementación de cualquiera de las cuatro alternativas.

4.6.3 Impactos Directos de la Alternativa A (No Acción) en los Recursos Biológicos

4.6.3.1 Introducción

Si no se toma acción con respecto a las ratas negras invasivas en Desecheo, los impactos a los recursos biológicos de la isla continuarían. Esta sección resume los impactos conocidos

y los sospechados provocados por la rata negra en los recursos biológicos de la isla de Desecheo.

El impacto por ratas invasivas más mencionado en el ecosistema de islas es la extinción de especies endémicas. Las ratas invasivas (*Rattus* sp.) son responsables por un 40 al 60 porciento estimado de todas las extinciones de aves y reptiles (Análisis de Island Conservation de la información del Centro de Monitoreo de Conservación Mundial)(Atkinson 1985) y han causado la extinción de mamíferos endémicos, aves e invertebrados en islas mundialmente (Andrews 1909, Hindwood 1940, Daniel y Williams 1984, Meads et al. 1984, Atkinson 1985, Tomich 1986).

4.6.3.2 Impactos a Reptiles

Las ratas son conocidas como depredadores directos de especies de reptiles, y estudios adicionales han reportado beneficios a reptiles por la erradicación de ratas (Towns et al. 2001, Bellingham et al. 2009). Se ha documentado que las ratas del Pacífico han afectado la densidad, estructura demográfica, reclutamiento, y condición corporal de la especie de lagarto endémico a Nueva Zelandia conocido como tuatara, mediante la depredación directa y la competencia por alimento (Cree et al. 1995, Towns et al. 2007) y después que las ratas fueron removidas la proporción de tuataras juveniles aumentó hasta 17 veces y la condición corporal de los adultos masculinos y femeninos también mejoró. Luego de la erradicación de ratas en algunas islas en Antigua, la población endémica de la culebra corredora de Antigua (*Alsophis antiguae*) se duplicó después de 18 meses de la no presencia de ratas (Daltry 2006). Además, las ratas consumen insectos y otros invertebrados de los cuales muchos reptiles dependen como un recurso de alimento primario (Towns et al. 2009, J. St. Clair et al. 2011)(véase Sección 1.4.1.1). Las ratas también podrían alterar las comunidades vegetales depredando las semillas, suprimiendo el reclutamiento de plántulas y dispersando semillas de hierba mala, las cuales probablemente impactarían el hábitat adecuado disponible para reptiles (Allen et al. 1994, Williams et al. 2000, Campbell y Atkinson 2002). La persistencia de ratas en la isla continuaría causando un impacto negativo a especies de reptiles y llevaría a la extinción a algunas poblaciones endémicas. A continuación un desglose de los impactos percibidos que las ratas tienen en las especies de reptiles en Desecheo.

<u>Culebra corredora de Puerto Rico</u>

Impactos por Ratas: Las ratas alteran la formación floral de la isla, lo cual podría impactar el hábitat de la culebra corredora. Las ratas depredan probablemente a individuos juveniles de la culebra corredora, como también se conoce que en otros lugares han causado daño físico al atacar a adultos de *Alsophis* sp. (Daltry et al. 2001). En Desecheo se ha observado daño similar por ratas (Figura 4.1). La dieta de la culebra corredora y de las ratas coincide a tal grado que ambas depredan a los lagartijos, gecos, y siguanas juveniles, lo cual actúa como una especie de competencia por recursos impactando potencialmente la población de culebras corredoras en Desecheo. Los impactos de ratas también han sido inferidos por la duplicación de la población del culebra corredora de Antigua en 18 meses después de la erradicación de ratas (Daltry et al. 2001).

Figura 4.1. Cicatrices observadas en la corredora de Puerto Rico, se cree que son resultado de ataques de ratas, Desecheo 2010.

Siguana o Ameiva de Desecheo

Impactos por Ratas: Las ratas alteran la formación floral de la isla, lo cual podría impactar el hábitat de la siguana. Las ratas son consideradas una potencial fuente de competencia por recursos alimenta ricios porque las siguanas y las ratas consumen invertebrados terrestres, lagartijos y gecos juveniles e incluso adultos. Además, las ratas podrían impactar directamente la estructura demográfica de la población de la siguana por depredación directa e indirectamente por la competencia por recursos de alimentos. Además es probable que las ratas consuman huevos de iguana.

Lagartijo común de Desecheo

Impactos por Ratas: Las ratas alteran la formación floral de la isla, lo cual podría impactar el hábitat del lagartijo de Desecheo. Las ratas son consideradas una fuente potencial de competencia por recursos alimenticios porque los lagartijos de Desecheo y las ratas consumen invertebrados terrestres. Además, las ratas podrían impactar la estructura demográfica de la población de los lagartijos directamente por depredación e indirectamente por la competencia por recursos alimenticios. En Desecheo, se observó una rata intentando depredar un lagartijo juvenil, lo que sugiere que las ratas son depredadores directos de lagartijos (Island Conservation 2010c). Además es probable que las ratas consuman huevos de lagartijo.

Eslizón o Lucía

Impactos por Ratas: Las ratas alteran la formación floral de la isla, lo cual podría impactar el hábitat de la lucía. Las ratas son consideradas una fuente potenciadle competencia por recursos alimenticios porque las lucías y las ratas consumen invertebrados terrestres. Además, las ratas podrían impactar la estructura demográfica de la población de la lucía directamente por depredación e indirectamente por la competencia por recursos alimenticios.

Salamanquita o geco de Desecheo

Impactos por Ratas: Las ratas alteran la formación floral de la isla, lo cual podría impactar el hábitat del geco de Desecheo. Las ratas son consideradas una fuente potencial de competencia por recursos alimenticios porque los gecos de Desecheo y las ratas consumen invertebrados terrestres. Además, las ratas podrían impactar la estructura demográfica de

la población del geco directamente por depredación e indirectamente por la competencia por recursos alimenticios. Además, es probable que las ratas consuman huevos del geco.

Tortuga Carey

Impactos por Ratas: Se conoce que las ratas impactan la tortuga marina carey en otros lugares, al depredar los huevos de tortuga y las crías y asediar a las hembras adultas que intentan anidar (Witmer et al. 1998). En Desecheo los intentos de anidaje han sido incidentales (Evans 1989) y la isla no tiene abundancia de playas apropiadas para que las tortugas se arrastren, por lo que el potencial para los impactos de ratas a tortugas es bajo. Las tortugas son frecuentemente vistas forrajeando en el ambiente marino que rodea la isla.

Tortuga Verde

Impactos por Ratas: En Desecheo no se conoce de impactos a tortugas verdes por ratas, porque la isla no cuenta con hábitats apropiados para que las tortugas se arrastren, no se conoce de reproducción de tortugas en Desecheo y solo son vistas en el ambiente marino que rodea la isla.

Tortuga Tinglar

Impactos por Ratas: En Desecheo no se conoce de impactos al tinglar por ratas, porque la isla no cuenta con hábitats apropiados para que las tortugas se arrastren, no se conoce de reproducción de tortugas en Desecheo y sólo son vistas en el ambiente marino que rodea la isla.

4.6.3.3 Impactos a Aves Marinas en Reproducción

Se conoce que las ratas impactan significativamente a aves marinas al depredar huevos, pichones y adultos; resultando en intentos fallidos de reproducción y causando reducciones poblacionales (Atkinson 1985, Towns et al. 2006, Jones et al. 2008). Aunque el impacto general por ratas en aves marinas es perjudicial a todas las familias de aves marinas, algunas son más susceptibles que otras, dependiendo de los rasgos de historia de vida, morfología y comportamiento. Por ejemplo, las aves marinas que anidan en madrigueras y en grietas sufren los impactos mayores, mientras las especies más grandes y las gaviotas son más resistentes. Las especies más pequeñas son más impactadas que las especies de mayor tamaño y las aves marinas que experimentan depredación de ratas a través de todas sus etapas de vida (huevos, pichones, adultos) tienen el impacto más alto por ratas (Jones et al. 2008). Donde las ratas co-existen con otros depredadores (tal como aves depredadoras) el impacto directo colectivo por depredadores introducidos a las aves marinas es mayor que la suma de los impactos individuales, porque las ratas también actúan como recursos alimenticios a depredadores de alto nivel cuando las aves marinas están ausentes de la isla (Moors y Atkinson 1984, Atkinson 1985). Dado al extenso conocimiento de impactos de ratas en aves marinas mundialmente, el siguiente análisis incluye los impactos anticipados de ratas en especies de aves marinas en Desecheo. Las aves son agrupadas por hábitos similares de anidaje. La boba enmascarada, la gaviota real y la gaviota piquiaguda no están incluidas en este análisis porque: solo han sido observadas

fuera de la costa de Desecheo; nunca han sido reportadas en la isla; Desecheo no cuenta con hábitats de anidaje apropiados para la boba enmascarada y la gaviota piquiaguda es una especie errante de la región. Aunque el chirre también ha sido reportado fuera de la costa de la isla, fue incluido en este análisis porque podría habitar en Desecheo en ausencia de ratas.

Aves marinas de gran tamaño con anidaje en suelo – *boba parda, pelícano pardo*
Impactos por ratas: Las ratas impactan a las aves marinas grandes de anidaje terrestre por la depredación de huevos y pichones.

Aves marinas de tamaño pequeño con anidaje en suelo – *gaviota monja, gaviota oscura, gaviota gallega*
Impactos por ratas: Las ratas impactan a las aves marinas pequeñas de anidaje terrestre por la depredación de huevos y pichones y presentan el potencial de depredar aves adultas causando daño y mortalidad.

Aves marinas con anidaje en árboles – *tijeretas, boba patirroja*
Impactos por ratas: Las ratas impactan a las aves marinas con anidaje en árboles por la depredación de huevos y pichones. Además, las ratas podrían impactar indirectamente a las aves marinas con anidaje en árboles mediante la alteración de hábitats de anidaje como resultado de la depredación de semillas y de retoños.

Aves marinas de tamaño pequeño con anidaje-en suelo y en árboles – *gaviota parda, chirre*
Impactos por ratas: las gaviotas pardas anidan en el suelo o en la vegetación, tal como ramas de árboles u horquillas, como también en la base de las hojas de palmeras, cactus, y hojas. El chirre anida en acantilados rocosos y en grietas en el suelo o en grandes cavidades en los troncos de los árboles o en sus ramas. Las ratas impactan las aves marinas pequeñas que anidan en el suelo y en los árboles depredando los huevos y pichones con el potencial también de depredar los adultos causando daño y mortalidad. Las ratas también podrían impactar el chirre al competir por cavidades de anidaje en árboles. Además, las ratas podrían impactar indirectamente a las aves marinas de anidaje en el suelo y en árboles mediante la alteración de hábitats de anidaje como resultado de la depredación de semillas y de retoños.

4.6.3.4 Impactos a Aves Terrestres

Las ratas frecuentemente compiten con las aves terrestres por alimentos y podrían depredar directamente los huevos, pichones y adultos de especies más pequeñas. La fauna de aves terrestres de Desecheo esta empobrecida y la depredación por ratas aparenta haber extirpado al menos una especie: el pájaro bobo menor y ha reducido la población residente del zorzal pardo. En el 2003, el pobre estado las de aves terrestres fue demostrado cuando solo dos zorzales pardos fueron capturados en 256 horas de campo (Earsom 2002). Igualmente, en el 2009 y el 2010, solo 9.6 de 30 (32 porciento) estaciones de punto de conteo fueron ocupadas por ocho especies de aves terrestres (Island Conservation información no publicada). Si las ratas persisten en la isla, se espera que las

poblaciones de aves terrestres se mantengan bajas y podría resultar en la extirpación total de especies residentes remanentes. El siguiente análisis incluye los impactos anticipados por ratas a especies de aves terrestres en Desecheo. Las aves son agrupadas por forrajeo, reproducción y hábitos migratorios similares (véase Sección 3.4.2.3 para una descripción de patrones de migración de aves en Puerto Rico). Las descripciones de hábitats y de las dietas de diferentes especies indican los parámetros que probablemente son representativos de las especies en Desecheo, no en su distribución a nivel mundial.

Aves Residentes Permanentes y de Verano en Puerto Rico

Aves rapaces – *guaraguao colirrojo*, *falcón común*
Impactos por ratas: Las ratas impactan a las aves rapaces residentes reproductoras al depredar los huevos y pichones. Además, la dieta de las ratas y las aves rapaces residentes podrían solaparse, ya que ambas depredan la herpetofauna nativa y endémica de Desecheo. Por ejemplo los lagartijos son el recurso alimenticio primario para el falcón común en el Caribe (Cruz 1976) y en Desecheo, los falcones comunes y las ratas han sido documentados consumiendo lagartijos (Island Conservation 2010d). Se conoce que el guaraguao colirrojo consume especies de A*nolis*, A*meiva*, y B*orikenophis* (*Alsophis*) en la isla de Puerto Rico (Santana y Temple 1988). Por lo tanto, la presencia continua de ratas podría ser una competencia alimentaria para estas aves y podría potencialmente impactar su abundancia en Desecheo.

Forrajeros acuáticos costeros – *playero turco, ostrero, viuda, martin pescador, yaboa común, martinete, garza blanca y garzón cenizo*
Impactos por ratas: Las ratas impactan a los forrajeros acuáticos costeros al depredar los huevos y pichones. Durante la reproducción, las ratas también podrían causar perturbación física al arrebatar las aves de sus nidos. Las ratas también podrían impactar forrajeros costeros porque su dieta coincide; ambos las ratas y los forrajeros costeros comen invertebrados y peces pequeños. Todos los forrajeros acuáticos costeros mencionados arriba se alimentan de invertebrados acuáticos a cierto grado, siendo los ostreros especialistas en bivalvos y las ya boas común especialistas en crustáceos. Además, el Martín pescador el martinete y la garza blanca también se alimentan de pescado y depredan a los reptiles. Por lo tanto, la continuidad de la presencia de ratas podría ser una competencia por alimentos para estas aves y podría potencialmente impactar su abundancia en Desecheo. El impacto de ratas en la viuda es probablemente mínimo, ya que esta especie habita primordialmente en aguas dulce o hábitats de agua salubre y es muy raro que use las costas marinas; sólo ha sido reportada en Desecheo en una ocasión en el 2010 y su presencia en la isla es probablemente accidental. El impacto por ratas al martin pescador aparenta ser limitado, ya que sus dietas no coinciden.

Aves insectívoras de suelo – *playero sabanero, garrapatero*
Impactos por ratas: Las ratas impactan a las aves insectívoras de suelo al depredar los huevos y pichones. Durante la reproducción, las ratas también podrían causar perturbación física al arrebatar las aves de sus nidos. Además, la dieta de las ratas y los insectívoros terrestres coinciden. Ambos el p*layero sabanero y el garrapatero* forrajean en

invertebrados grandes y el garrapatero podría depredar reptiles. Por lo tanto, la continuidad de la presencia de ratas podría ser una competencia por recursos alimenticios para estas aves y podría potencialmente impactar su abundancia en Desecheo. Además, las ratas podrían impactar la abundancia y diversidad de la fauna invertebrada disponible para las aves insectívoras de suelo debido a los cambios en comunidades vegetales, como resultado de la depredación de semillas, dispersión de maleza y la perturbación de ciclos de nutrientes causados por la reducción de actividades de aves marinas en Desecheo.

<u>Aves insectívoras aéreas</u> – *golondrina Caribeña, golondrina de cuevas*
Impactos por ratas: Es poco probable que las ratas impacten las golondrinas caribeñas o las golondrinas de cuevas en reproducción, ya que sus nidos estarían inaccesibles a las ratas. Sin embargo, ambas especies consumen insectos voladores y la depredación de insectos por ratas en Desecheo podría resultar en una reducción de recursos alimenticios para esta especie. Por lo tanto, la continuidad de la presencia de ratas podría resultar en una competencia por recursos alimenticios para estas aves y podría potencialmente impactar su abundancia en Desecheo. Además, las ratas podrían impactar la abundancia y diversidad de la fauna invertebrada disponible para las aves insectívoras aéreas debido a los cambios en comunidades vegetales como resultado de la depredación de semillas, dispersión de maleza y perturbación de ciclos de nutrientes causados por la reducción de actividades de aves marinas en Desecheo.

<u>Aves forrajeras de dosel</u> – *julián chivi, pitirre*
Impactos por ratas: Las ratas impactan a las aves forrajeras de dosel al depredar los huevos y pichones. Durante la reproducción, las ratas también podrían causar perturbación física al arrebatar las aves de sus nidos. Además, la dieta de las ratas y de las aves forrajeras de dosel podría solaparse; ambos el julián chivi y el pitirre forrajean en hábitats de invertebrados terrestres grandes, incluyendo escarabajos, lepidópteros, libélulas, y huevos y larvas de invertebrados. Por lo tanto, la continuidad de la presencia de ratas podría ser una competencia por recursos alimenticios para estas aves y podría potencialmente impactar su abundancia en Desecheo. Además, las ratas podrían impactar la abundancia y diversidad de la fauna invertebrada disponible para las aves forrajeras de dosel, a través de cambios en comunidades vegetales como resultado de la depredación de semillas, dispersión de maleza y perturbación de ciclos de nutrientes causados por la reducción de actividades de aves marinas en Desecheo.

<u>Aves forrajeras de dosel y suelo</u> – *pájaro bobo piqui-amarillo, pájaro bobo menor*
Impactos por ratas: Las ratas impactan a las aves forrajeras de dosel y suelo al depredar los huevos y pichones. Durante la reproducción, las ratas también podrían causar perturbación física al arrebatar las aves de sus nidos. Además, las dietas de las ratas y de las aves forrajeras de dosel y suelo podrían solaparse ya que ambas, las ratas y las especies de aves forrajeras de dosel y suelo se alimentan de insectos grandes y lagartijos pequeños. El pájaro bobo piqui-amarillo se alimenta de insectos grandes, tal como las orugas, saltamontes y grillos. Aunque los pájaros bobo piqui-amarillos cazan su presa dentro del dosel y en las ramas de los árboles, las aves podrían ocasionalmente perseguir lagartos en el suelo entre la vegetación. El pájaro bobo menor depende fuertemente de los huevos y larvas de insectos e insectos adultos y tiene una preferencia para las orugas peludas y otros

insectos de movimiento lento. En Granada, el pájaro bobo menor consume muchos lagartijos particularmente durante la época seca cuando son más visible (Wunderle 1981). Por lo tanto, la continuidad de la presencia de ratas podría ser una competencia por recursos alimenticios para estas aves y podría potencialmente impactar su abundancia en Desecheo. Además, las ratas podrían impactar la abundancia y diversidad de la fauna invertebrada disponible para las aves forrajeras de dosel y suelo, a través de cambios en comunidades vegetales como resultado de la depredación de semillas, dispersión de maleza, y perturbación de ciclos de nutrientes causado por la reducción de actividades de aves marinas en Desecheo.

Aves omnívoras – *ruiseñor, tordo lustroso, garcita del ganado, zorzal pardo*
Impactos por ratas: Las ratas impactan a las aves omnívoras al depredar los huevos y pichones. Durante la reproducción, las ratas también podrían causar perturbación física al arrebatar las aves de sus nidos. Además, las dietas de las ratas y de los omnívoros podrían solaparse. Las cuatro especies mencionadas podrían forrajear en el dosel de los árboles o en el suelo y depredar invertebrados terrestres y artrópodos, tales como saltamontes, arañas y pequeños reptiles tales como lagartijos y gecos. El tordo lustroso también consume semillas y granos y el ruiseñor consume frutas. La garcita de ganado es sobre todo utilitaria, consumiendo una gran variedad de invertebrados y vertebrados, incluyendo las garrapatas (*Acarina*), lombrices de tierra (*Oligochaeta*), cangrejo (*Decapoda*), milpiés (*Diplopoda*), cienpiés (*Chilopoda*), peces, sapos y aves (incluyendo huevos y anidaje). Por lo tanto, la continuidad de la presencia de ratas podría ser una competencia por recursos alimenticios para estas aves y podría potencialmente impactar su abundancia en Desecheo. Además, las ratas podrían impactar la abundancia y diversidad de la fauna invertebrada disponible para las aves omnívoras, a través de cambios en comunidades vegetales como resultado de la depredación de semillas, dispersión de maleza y perturbación de ciclos de nutrientes causados por la reducción de actividades de aves marinas en Desecheo.

Aves frugívoras – *paloma blanca coronada, paloma turca*
Impactos por ratas: Las ratas impactan a las aves frugívoras al depredar los huevos y pichones. Durante la reproducción, las ratas también podrían causar perturbación física al arrebatar las aves de sus nidos. Además, la dieta de las ratas y de las frugívoras podría solaparse, ya que ambas, las ratas y las especies de aves frugívoras se alimentan de frutas. Además, la paloma blanca coronada también consume semillas y algunos invertebrados pequeños como avispas y caracoles terrestres. Por lo tanto, la continuidad de la presencia de ratas podría ser una competencia por recursos alimenticios para estas aves y además podrían impactar potencialmente su abundancia en Desecheo.

Aves frugívoras y granívoros: especies introducidas –*periquito de la Española*
Impactos por ratas: Es poco probable que las ratas puedan impactar la reproducción de los periquitos de la Española. Esta es una especie introducida a Puerto Rico y solo se ha reportado un individuo errante en Desecheo. Si arribaran individuos adicionales a Desecheo, su dieta podría solaparse con la dieta de las ratas, ya que ambos, las ratas y los periquitos se alimentan de frutas, semillas y el capullo de las flores y hojas. Por lo tanto, la continuidad de la presencia de ratas podría ser una competencia por recursos alimenticios para estas aves y podría potencialmente impactar su abundancia en Desecheo. Sin

embargo, siendo esta una especie introducida, su permanencia a largo plazo en términos poblacionales no sería motivada.

Aves granívoras – *tórtola cardosantera, tórtola blanca*
Impactos por ratas: Las ratas impactan a las aves granívoras al depredar los huevos y pichones. Durante la reproducción, las ratas también podrían causar perturbación física al arrebatar las aves de sus nidos. Además, las dietas de las ratas y de las granívoras podrían coincidir, ya que ambas, las ratas y las especies de aves granívoras se alimentan de semillas y granos. En particular, la tórtola cardosantera y la tórtola blanca forrajean de alimentos en el suelo principalmente. Aunque son principalmente granívoros, ambas especies también se alimenta de pequeños invertebrados, tal como el caracol. La continuidad de la presencia de ratas podría ser una competencia por recursos alimenticios para la tórtola cardosantera y la tórtola blanca y podrían impactar su abundancia en Desecheo.

Aves granívoras: especies introducidas no nativas – *gorrión común, diablito, veterano*
Impactos por ratas: Las ratas impactan a las aves granívoras al depredar los huevos y pichones. Durante la reproducción, las ratas también podrían causar perturbación física al arrebatar las aves de sus nidos y podrían depredar aves adultas mientras duermen o permanecen en sus nidos. Además, las dietas de las ratas y de las aves granívoras podrían solaparse, ya que ambas las ratas y las especies de aves granívoras se alimentan de semillas y granos. El gorrión común, el diablito y el veterano son especies no nativas introducidas en Puerto Rico. Se alimentan primordialmente de pequeñas semillas y hierbas, plantas herbáceas y maleza, pero estacionalmente también se alimentan de pequeños invertebrados. La continuidad de la presencia de ratas podría ser una competencia por recursos alimenticios para estas aves y podrían potencialmente impactar la abundancia de estas especies en Desecheo, pero siendo esta una especie introducida, su permanencia a largo plazo en términos poblacionales no sería motivada.

Aves nectivoras – z*umbador antillano*
Impactos por ratas: Las ratas impactan las aves nectivoras al depredar los huevos y pichones. Durante la reproducción, las ratas también podrían causar perturbación física al arrebatar las aves de sus nidos y podrían depredar aves adultas. Además, las dietas de las ratas y de las aves nectivoras podrían solaparse, ya que las ratas y el zumbador antillano se alimentan de flores y pequeños invertebrados. La continuidad de la presencia de ratas podría ser una competencia por recursos alimenticios para el zumbador antillano y podría impactar su abundancia Desecheo.

Aves Migratorias de Invierno en Puerto Rico

Aves rapaces –*falcón peregrino, águila pescadora, gavilán rastrero, esmerejón*
Impactos por ratas: No es de conocimiento que estas especies de aves rapaces migratorias de invierno se reproduzcan en Desecheo. Parte de la dieta de las ratas y el falcón peregrino podría solaparse, ya que los peregrinos han sido observados depredando la *Ameiva* endémica (Island Conservation 2010c), pero la mayor parte de la dieta de las ratas y estos rapaces no es similar. Por lo tanto, sería poco probable que la continuidad de la presencia

de ratas impacte la abundancia de las aves rapaces migratorias en Desecheo. Sin embargo, considerando que las aves marinas y las aves costeras son un recurso significativo de alimento para los falcones peregrinos, los impactos de ratas en la abundancia de aves marinas en Desecheo podrían indirectamente afectar la densidad del falcón peregrino en Desecheo al reducir un recurso alimenticio para estas aves.

Aves forrajeras acuáticas costeras – *playero manchado*
Impactos por ratas: No es de conocimiento que estas especies de aves forrajeras acuáticas costeras se reproduzcan en Desecheo. Las ratas podrían impactar al playero manchado al solaparse la dieta con las ratas, ya que, ambas, las ratas y los playeros manchados consumen pequeños vertebrados. Aunque los playeros manchados se alimentan principalmente a través de la orilla de las costas, también se alimentan de una diversa gama de invertebrados acuáticos y terrestres incluyendo, mosquitos (*Diptera*), efímeras (*Ephemeroptera*), moscas domésticas y de establo (*Diptera*), saltamontes y grillos (*Orthoptera*), escarabajos (*Coleoptera*), orugas (*Lepidoptera*), lombrices (*Annelida*), moluscos y crustáceos, peces y arañas (*Araneae*). Por lo tanto, la continuidad de la presencia de ratas podría ser una competencia por recursos alimenticios para los playeros y podría potencialmente impactar su abundancia en Desecheo.

Aves insectívoras de suelo – *ganga, reinita acuática norteña, pizpita de mangle*
Impactos por ratas: No es de conocimiento que estas especies de aves insectívoras de suelo se reproduzcan en Desecheo. Las ratas podrían impactar las aves insectívoras de suelo al solaparse la dieta con las ratas, ya que las ratas y las tres especies mencionadas se alimentan de pequeños insectos. Por lo tanto, la continuidad de la presencia de ratas podría ser una competencia por recursos alimenticios para estas aves y podría potencialmente impactar su abundancia en Desecheo. Además, las ratas podrían impactar la abundancia y diversidad de la fauna invertebrada disponible para las aves insectívoras de suelo, debido a los cambios en comunidades vegetales como resultado de la depredación de semillas, dispersión de maleza y perturbación de ciclos de nutrientes causados por la reducción de actividades de aves marinas en Desecheo.

Aves insectívoras aéreas – g*olondrina horquillada, golondrina parda, golondrina bicolor, vencejo alpino, "Don Juan grande", chotacabras de paso*
Impactos por ratas: No es de conocimiento que estas especies de aves insectívoras aéreas se reproduzcan en Desecheo. Las ratas podrían impactar especies insectívoras aéreas a través de la depredación de insectos en Desecheo resultando en la reducción de recursos alimenticios para estas especies. Por tanto, la continuidad de la presencia de ratas podría ser una especie de competencia de alimento para estas aves y podría potencialmente impactar su abundancia en Desecheo. Además, las ratas podrían impactar la abundancia y diversidad de la fauna invertebrada disponible para insectívoras aéreas, a través de cambios en comunidades vegetales como resultado de la depredación de semillas, dispersión de maleza y perturbación de ciclos de nutrientes causado por la reducción de actividades de aves marinas en Desecheo. Sin embargo, el "Don Juan grande" y el vencejo alpino son especies errantes en la región del Caribe y sólo un individuo de cada especie ha sido reportado en Desecheo. Por tanto, la continuidad de presencia de ratas es improbable que tenga impacto medible en la abundancia de estas especies en Desecheo.

Aves forrajeras de dosel – *vireo ojiblanco, reinita azul, birijita coronada, birijita común, reinita galana, birijita Castaña, reinita rayada, birijita de garganta amarilla, birijita atigrada, reinita picatierra, reinita encapuchada, chipe azul olivo norteño*
Impactos por ratas: No es de conocimiento que estas especies de aves forrajeras de dosel se reproduzcan en Desecheo. Las ratas podrían impactar las aves forrajeras de dosel porque la dieta se solapa, ya que las ratas y las aves forrajeras de dosel se alimentan de una gama de pequeños insectos, incluyendo escarabajos, larvas de Lepidoptera, y moscas. Por lo tanto, la continuidad de la presencia de ratas podría ser una competencia por recursos alimentarios para estas aves y podría potencialmente impactar su abundancia en Desecheo. Además, las ratas podrían impactar la abundancia y diversidad de la fauna invertebrada disponible para las aves forrajeras de dosel debido a los cambios en comunidades de vegetación como resultado de la depredación de semillas, dispersión de maleza, y perturbación de ciclos de nutrientes causado por la reducción de actividades de aves marinas en Desecheo.

Aves frugívoras – *picotera*
Impactos por ratas: La picotera es una especie errante del Caribe y ha sido reportado en esta región muy raras veces y sólo un individuo ha sido reportado en Desecheo. Por lo tanto, sería poco probable que la presencia de ratas tenga un impacto medible en la abundancia de la picotera en Desecheo. Sin embargo, si el número de aves en Desecheo aumentara en el futuro, podría haber alguna competencia por la coincidencia de dieta entre las ratas y las picoteras, ya que ambas consumen frutas. Por lo tanto, la continuidad de la presencia de ratas podría ser una competencia por recursos alimenticios para estas aves y podría potencialmente impactar su abundancia en Desecheo.

Aves frugívoras/granívoras – c*olorín azul*
Impactos por ratas: No es de conocimiento que estas especies de aves frugívoras/granívoras se reproduzcan en Desecheo. Las ratas podrían impactar las aves frugívoras/granívoras por la coincidencia en dieta, ya que ambas las ratas y el colorín azul se alimentan de frutas, semillas, pequeños invertebrados e insectos. Por lo tanto, la continuidad de la presencia de ratas podría resultar en una competencia por recursos alimenticios para estas aves y podría potencialmente impactar su abundancia en Desecheo. Además, las ratas podrían impactar la abundancia y diversidad de la fauna invertebrada disponible para el colorín azul debido a los cambios en comunidades de vegetación como resultado de la depredación de semillas, dispersión de maleza y perturbación de ciclos de nutrientes causados por la reducción de actividades de aves marinas en Desecheo.

4.6.3.5 Impactos a Invertebrados

Aun cuando el impacto directo de ratas a invertebrados no es muy conocido y difícil de demostrar, algunos casos han sido reportados, incluyendo la depredación directa de ratas a moluscos (Parisi y Gandolfi 1974), la reducción de caracoles terrestres asociados a ratas en Hawái, Samoa Americana y Japón (Hadfield et al. 1993, Cowie 2001, Chiba 2010) y los efectos negativos en la abundancia y estructura de edad de invertebrados intermareales (Navarrete y Castilla 1993). Se conoce que el comportamiento de los cangrejos terrestres cambia del día a la noche en presencia de ratas invasivas y con la remoción de ratas, los

cangrejos han retornado a sus hábitats nocturnos (Burggren y McMahon 1988). Es probable que este cambio en comportamiento sea debido a la competencia por alimento y otros recursos entre cangrejos y ratas.

Se conoce que las ratas impactan negativamente las especies de coral.

Dado al conocimiento limitado en impactos directos de ratas a invertebrados, los siguientes son impactos anticipados de ratas en especies de invertebrados conocidos en Desecheo:

Arácnidos – *araña endémica (Clubiona desecheonis), araña endémica (Camillina desecheonis), escorpión endémico de Desecheo (Schizomus desecheo).*
Impactos por ratas: Las ratas podrían impactar los arácnidos y escorpiones al depredar los huevos, a los jóvenes y a los adultos. Sin embargo, como existe tan poca información sobre estos y otros arácnidos en Desecheo, no podemos evaluar del todo los impactos de ratas en arácnidos o sus hábitats en la isla.

Cangrejo terrestre común
Impactos por Ratas: Se conoce que los cangrejos terrestres cambian su comportamiento en la presencia de ratas invasivas y que con la remoción de ratas los cangrejos retornan a sus hábitats nocturnos (Burggren y McMahon 1988). Es probable que este cambio en comportamiento sea debido a la competencia por alimento y otros recursos entre cangrejos y ratas. Específicamente, las ratas son una fuente potencial de competencia por alimento, porque ambos las ratas y los cangrejos consumen invertebrados, frutas, semillas y animales muertos. Además, las ratas y los cangrejos también compiten por las madrigueras. Más allá, las ratas han sido documentadas depredando cangrejos terrestres comunes en el atolón de Palmyra (Wegmann 2008).

Cangrejo ermitaño
Impactos de ratas: Las ratas impactan a los cangrejos ermitaños al competir con ellos por recursos alimenticios, porque ambos consumen invertebrados, frutas, semillas y animales muertos.

4.6.3.6 Impactos a la Vegetación

Las ratas invasivas se alimentan oportunísimamente de plantas y alteran las comunidades florales de los ecosistemas en los cuales habitan (Campbell y Atkinson 2002) y en algunos casos degradan la calidad del hábitat de anidaje para aves y reptiles que dependen de la vegetación. Los impactos de ratas podrían contribuir a la extinción de plantas poco comunes (Meyer y Butaud 2009), depredando semillas de plantas nativas (Sheils y Drake 2010), promoviendo la dispersión de maleza (Williams et al. 2000, Sheils 2011) y reduciendo la germinación de semillas. El incremento en la regeneración del bosque una vez las ratas fueron removidas implica que la vegetación es impactada por las ratas (Allen et al. 1994). Se anticipa que si las ratas persisten en Desecheo continuarían alterando las comunidades de plantas en la isla, así como impactarían negativamente a las aves, reptiles, y poblaciones de invertebrados a través de la degradación y alteración del hábitat. Basado

en el conocimiento de impactos de ratas a las comunidades vegetales mundialmente, los siguientes son los impactos anticipados que las ratas podrían tener en la vegetación de Desecheo:

Higo chumbo

Impactos por ratas: Las ratas son omnívoras y se alimentan de animales y plantas, incluyendo frutas, semillas, flores y capullos de hojas, plantones y hojas. Por lo tanto, es probable que las ratas se alimenten de frutas y semillas de higo chumbo. Las ratas, por lo tanto podrían reducir el número de cactus por la depredación de semillas y plántulas. Más allá, las ratas han sido documentadas en la isla cercana de Mona forrajeando en frutas de cactus adultos (Fig. 4.2) (Rojas-Sandoval y Meléndez-Ackerman 2009). Si las ratas persisten en Desecheo potencialmente podrían prevenir el desarrollo de plantas en retoño y contribuir a la disminución del tamaño de la población de cactus en la isla.

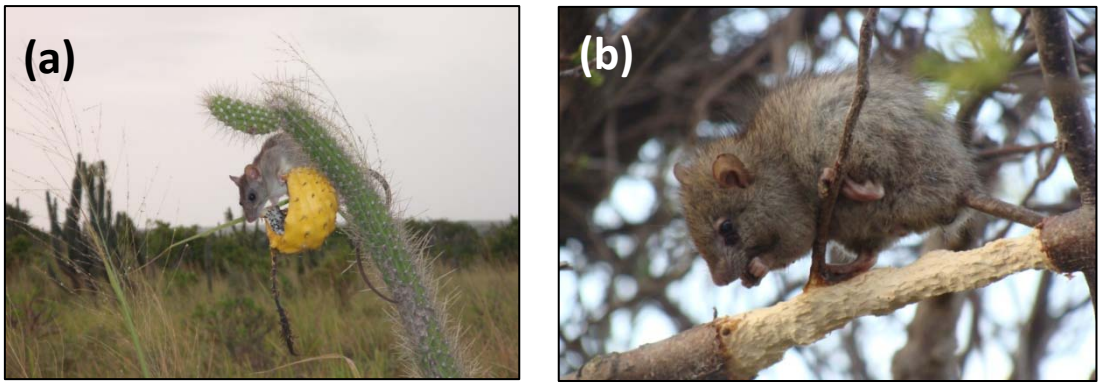


Figura 4.2. Ratas negras forrajeando en la fruta del higo chumbo, Isla Mona Puerto Rico (Foto: J. Rojas-Sandoval en Rojas-Sandoval y Meléndez-Ackerman 2009), (b) Daño causado por la rata negra al árbol de almacigo (*Bursera simaruba*), Desecheo NWR Marzo 2011.

Otra vegetación/flora

Impactos por ratas: Es probable que las ratas depreden semillas, frutas, flores y plántulas de especies de plantas nativas en Desecheo, reduciendo las tasas de reclutamiento natural (Sheils y Drake 2010). Además, se conoce que las ratas distribuyen semillas de maleza invasiva (Williams et al. 2000, Sheils 2011). Si las ratas no son removidas podrían causar potencialmente un cambio en la estructura de la comunidad de plantas en la isla debido a la depredación y dispersión de semillas.

4.6.4 Impactos de las Alternativas de Acción a los Recursos Biológicos

4.6.4.1 Análisis estructural para los impactos a los recursos biológicos vulnerables al uso de tóxicos

Los riesgos de impactos por los rodenticidas brodifacoum o diphacinone a un animal individual son determinados por dos factores (Erickson y Urban 2004):

- la probabilidad de que un individuo podría ser expuesto al tóxico, y

- el grado de toxicidad del tóxico hacia ese individuo

Desde la perspectiva de riesgos por el rodenticida, las alternativas difieren en la toxicidad de los dos compuestos y en la toxicidad distinta de cada tóxico entre especies y en ocasiones dentro de las mismas especies.

4.6.4.2 Exposición

La exposición al tóxico depende principalmente de dos factores:

- Los hábitos forrajeros, preferencias de dieta, patrón de comportamiento y otras características que aumentan o disminuyen la exposición al rodenticida;
- La disponibilidad del rodenticida en el ambiente local.

Para la erradicación de roedores, brodifacoum y diphacinone son aplicados por ingestión oral; las plagas consumen el tóxico por vía directa, al consumir granos de cebo (exposición primaria), o por vía indirecta a través del consumo de tejidos de animales contaminados (exposición secundaria). Las moléculas de brodifacoum y diphacinone se adhieren fuertemente a la matriz de los cebos de granos y ambos tienen una baja solubilidad en agua (brodifacoum 0.24 mg/L pH 7.4, (Agencia de Protección Ambiental 1998); diphacinone 0.3 mg/L, (Extoxnet 1996)). En la medida en que el cebo de grano se desintegra, las moléculas no aparentan filtrar en el suelo o en la vegetación a través de la humedad o precipitación. Una vez el grano se desintegra en partículas tan pequeñas que la mayoría de los animales forrajeros no la pueden consumir, convirtiendo el tóxico en uno no disponible para el consumo primario. Eventualmente las moléculas remanentes de un grano totalmente desintegrado se descomponen en componentes no tóxicos incluyendo dióxido de carbono y agua.

Exposición Primaria
Es más probable que las especies de aves granívoras y omnívoras, particularmente las aves omnívoras carroñeras, consuman el cebo, en comparación con las especies carnívoras, herbívoras o insectívoras, porque la matriz del cebo está compuesta principalmente de grano. Es poco probable que las especies carnívoros e insectívoros en Desecheo puedan consumir intencionalmente el cebo en granos como alimento.

Exposición Secundaria
El ingrediente activo (el rodenticida) en el cebo para roedores podría ser almacenado temporeramente en los tejidos corporales de los consumidores primarios (ratas u otros animales que consumen el cebo) y otros animales podrían adquirir el ingrediente activo al consumir o mordisquear a los consumidores primarios (exposición secundaria). Diferentes taxones muestran variación en la cantidad de tiempo que retienen el tóxico anticoagulante en sus cuerpos (Erickson y Urban 2004). En ratas de laboratorio dosificados con la concentración sub-letal de brodifacoum en sus riñones tomó entre 80 a 350 días para reducirse por un 50 porciento (Erickson y Urban 2004).

Yu et al. (1982) mostró que en ratas administradas con una sola dosis de diphacinone a 0.18 o 0.4 mg ai/kg, aproximadamente un 70 porciento de la dosis fue eliminada por heces fecales y 10 porciento por la orina dentro de los siguientes ocho días, mientras que 20 porciento de la dosis fue retenido en tejidos corporales. Los ratones administrados con una dosis única de 0.6 mg ai/kg eliminaron la mayor parte de diphacinone dentro de los siguientes cuatro días y sólo siete porciento fue retenido en tejidos corporales (Erickson y Urban 2004).

Para los invertebrados, el mecanismo de retención exacto de brodifacoum y diphacinone no es claro, pero generalmente se conoce que la mayoría de los invertebrados sólo retienen tóxicos brevemente en su sistema digestivo y no en tejidos corporales (Booth et al. 2001).

4.6.4.3 Toxicidad

La toxicidad de un compuesto particular en un animal individual es frecuentemente expresada en un valor conocido como "LD_{50}" – la dosis (D) de un tóxico que es letal (L) a un 50 porciento de los animales en una prueba de laboratorio. Los valores de LD_{50} sirven para comparar la sensibilidad toxica entre taxones, pero tienen menos valor como una medida absoluta de toxicidad a una especie o a un individuo. La EPA provee información de laboratorio en valores LD_{50} de brodifacoum y diphacinone para un número de especies (Erickson y Urban 2004). Sin embargo, debido a la dificultad y al costo de obtener información extensiva de laboratorio, los valores de LD_{50} para muchas especies, incluyendo la mayoría de las especies en Desecheo, son desconocidas. Además de la toxicidad letal, hay otros efectos fisiológicos por la ingestión de anticoagulantes. Erickson y Urban (2004) reportan que las aves y mamíferos individuales que son expuestos a anticoagulantes y sobreviven pueden experimentar hemorragias internas, sangrado externo y otros signos clínicos de toxicidad anticoagulante. Afortunadamente, investigadores han estimado el LD_{50} de brodifacoum para especies con valores de LD_{50} desconocidos en un 0.56 con un intervalo de confianza de 95 porciento (Howald et al. 1999). Por esta razón asumimos que el riesgo de mortalidad por el nivel de tóxico para brodifacoum es alto y como asumimos que diphacinone es probablemente menos tóxico que brodifacoum hemos asumido que el riesgo de mortalidad del nivel de toxico de diphacinone es moderado.

4.6.4.3.1 Toxicidad a Aves

La EPA ha determinado que la toxicidad general de brodifacoum a las aves es alta y sólo requiere de una dosis promedio para ser letal, mientras que la toxicidad de diphacinone es considerada moderada y requiere de múltiples consumos para ser letal (Erickson y Urban 2004, Rattner et al. 2010) (véase Sección 2.3.2). Por ejemplo, los valores LD_{50} de brodifacoum en aves han sido reportados entre 0.26 mg/kg para el pato cabeciverde (*Anas platyrhynchos*) y >20mg/kg para el pato del paraíso (*Tadorna variegata*) y podría obtenerse luego de un solo consumo. En comparación, un valor LD_{50} de 906 mg/kg diphacinone en el pato cabeciverde ha sido reportado (Eason et al. 2002, Erickson y Urban 2004). Erickson y Urban (2004) revisaron una serie de estudios de laboratorio sobre el efecto del rodenticida en las aves, en ocho especies (siete depredadoras y la gaviota

gallega) expuestas a presas envenenadas con brodifacoum; el 42 porciento de 149 individuos murieron, mientras que algunos sobrevivientes mostraron efectos sub-letales de toxicidad. En contraste, en cinco especies de aves (todos depredadoras) expuestos a presas envenenadas con diphacinone, sólo 9 porciento de 34 individuos murieron.

Durante la operación de erradicación de ratas es probable que las aves sean expuestas al rodenticida anticoagulante a través de fuentes secundarias (i.e. consumiendo presas contaminadas). Aunque generalmente se entiende que el riesgo de mortalidad por la exposición al brodifacoum es más alto en comparación a la exposición a diphacinone, el impacto aparenta variar entre especies y taxones: esto podría deberse en parte a la resistencia de especies específicas inherentes y en parte a distintos medios de exposición. Eason et al. (2002) reporta respuestas variables por especies de aves en Nueva Zelandia a la aplicación de productos a base de brodifacoum para la erradicación o control de especies invasivas; por ejemplo de un 80 a 90 porciento de la weka (*Gallirallus australis*) (un omnívoro "woodhen" que depende del suelo para su alimentación) en "Ulva Island" murieron después de que se usó brodifacoum en estaciones de cebo; 98 porciento de los individuos murieron después de la dispersión aérea de cebo de brodifacoum en Inner Chetwode Island y un 90 porciento de pukeko (un herbívoro que se alimenta en suelo) también murieron en la isla Tiritiri Matangi, después de la dispersión aérea del cebo de brodifacoum. Por contraste ni el kiwi (*Apteryx* sp.)(un insectívoro de alimentación en suelo) ni el "North Island robin" (*Petroica longipes*) (una pequeña ave terrestre insectívora que se alimenta de suelo/árbol) fueron afectados después de la dispersión aérea del cebo de brodifacoum en dos islas diferentes. Las aves omnívoras y las aves granívoras de alimentación en suelo están más en riesgo de envenenarse, según lo demostrado durante la erradicación de ratas en cuatro islas en la República de Seychelles donde la mortalidad fue de un 25 a 90 porciento (72 individuos) de playeros turcos (*Arenaria interpres*), 10 a 80 porciento (320 individuos) de rolas de Madagascar, 40 a 80 porciento (545 individuos) de zebras doves (*Geopelia striata*), 40 a 70 porciento (350 individuos) de las "Madagascar fody" (*Foudia madagascariensis*), cinco garcitas del ganado (*Bubulcus ibis*) y dos playeros pico curvo (*Numenius phaeopus*) (Merton et al. 2002). Bowie y Ross (2006) demostraron que los riesgos a través de fuentes secundarias para especies fuera del objetivo de erradicación dependen de la masa de la presa y la masa corporal del ave en relación con el consumo de alimento diario de las aves; ningunas de las especies de aves probadas pudieron consumir una dosis de LD_{50} de la presa contaminada en un solo consumo; en las presas más pequeñas (un acentor común (*Prunella modularis*)) necesitaría alimentarse continuamente de la presa contaminada por cuatro días para lograr una dosis LD_{50}), pero cuatro especies de aves pudieron lograr una dosis de LD_{50} por el consumo de presas más grandes.

Eason et al. (2002) también reportó la detección de residuos de brodifacoum en aves después de las actividades de aplicación de cebo para erradicación y control de especies invasivas; 63 porciento (66 de 105) de las aves encontradas muertas y 40 porciento (33 de 82) de las aves encontradas vivas tenían residuos de brodifacoum detectables. Ninguna de las aves encontradas muertas mostraron signos de intoxicación, incluyendo seis de seis mirlos (*Turdus merula*), weka, "North Island robin" y urrada Australiana (*Cracticus tibicen*).

No existe mucha información comparativa disponible para la amenaza de riesgos por la exposición a diphacinone. De los 64 intentos de erradicación documentados 25 aplicaron el cebo en estaciones (Tabla 2.2) haciéndolo menos accesible a especies fuera del objetivo de erradicación; el más grande de estos programas (Canna Island 1,130 ha) no reportó pérdidas en especies fuera del objetivo de la erradicación (véase Sección 2.3.2.3). Sin embargo, 28 operaciones fueron realizadas por medio de la aplicación de cebo manual y ninguna especie fuera del objetivo fue encontrada muerta.

En general, es difícil predecir con exactitud los riesgos a un ave individual y a diferentes especies de aves basados en información conocida de toxicidad. Por esta razón, este análisis de riesgos estima los riesgos del tóxico usando la interpretación del riesgo a exposición de la especie y la diferencia en toxicidad de ambos productos de cebo.

4.6.4.3.2 Toxicidad a Mamíferos

La EPA ha determinado que la toxicidad de brodifacoum a todos los mamíferos es generalmente alta y solo requiere una dosis para ser letal, mientras que la toxicidad de diphacinone es considerada como moderada, pero requiere múltiples consumos para ser letal (Erickson y Urban 2004). Aún más allá, los animales que tienen una masa corporal más grande, tal como los pinnípedos o cetáceos, generalmente necesitarían consumir más de la composición para alcanzar el umbral de LD_{50}. En general, brodifacoum tiene un valor de LD_{50} promedio de 0.2 mg/kg para mamíferos pequeños, mientras que diphacinone tiene un valor LD_{50} promedio de 2.3 mg/kg para mamíferos pequeños.

Aun cuando la concentración del tóxico en cada grano de cebo sería consistente, el número de granos de cebo que los animales individuales podrían consumir variaría considerable e impredeciblemente. Adicionalmente, los depredadores y carroñeros también podrían ser expuestos al tóxico a través de vías secundarias por el consumo de individuos que fueron previamente expuestos al tóxico. Es aún más difícil predecir la cantidad de tóxico que podría estar presente en estos animales presa y consecuentemente difícil para predecir cuánto un depredador o carroñero particular necesitaría consumir para alcanzar el punto tóxico.

En general, es difícil predecir con exactitud los riesgos a los mamíferos basados en la información de la toxicidad. En cambio, los riesgos de tóxico serán estimados principalmente usando el riesgo de un animal a la exposición al mismo toxico.

4.6.4.3.3 Toxicidad a Reptiles

No existe, a nuestro conocimiento, estudios publicados de muestreos en laboratorio sobre anticoagulantes en reptiles. La mayoría de la referencias de los valores de LD_{50} para anticoagulantes (Timm 1994, Tasheva 1995) no enlistan ningún valor para reptiles. Brooks et al. (1998) encontró que la warfarina es letal a la culebra arbórea marrón (*Boiga irregularis*) cuando es administrada oralmente en etanol (pero no en propilenoglicol) a 40 mg/kg, pero no causó signos de molestia o hemorragia interna por necropsia. En el mismo

estudio, al ser administrado diphacinone de forma oral a la culebra arbórea marrón , mostro que fue consistentemente letal en dosis de 40 a 80 mg/kg, pero las serpientes no mostraron signos clínicos aparentes antes de la muerte o evidencia de hemorragia interna en la necropsia. Las serpientes de Gopher (*Pituophis catenifer*) alimentadas con ratas envenenadas por cantidades letales de anticoagulantes Prolin® (0.05 porciento de warfarina, 0.05 porciento sulfaquinoxaline), Diphacin® y warfarina no mostraron conducta o reacción fisiológica observable (Brock 1965). Las serpientes que consumieron ratas domésticas muertas con brodifacoum (R. Marsh pers. comm.) y los lagartijos (*Uta* sp.) obligados a consumir 50ppm brodifacoum (Tershy et al. 1992, Tershy información no publicada) sobrevivieron por varias semanas.

Igualmente, para nuestro conocimiento, no hay estudios publicados sobre la toxicidad de brodifacoum a reptiles. Brodifacoum inhibe la síntesis de agentes coagulantes dependientes de Vitamina K en mamíferos y aves. Porque los reptiles son poiquilotermos (sangre fría), su química en la sangre y fisiología es diferente a la de los mamíferos y las aves (homeotermo o animales de sangre tibia) (Merton 1987) y los mecanismos de coagulación de sangre en los reptiles es más lenta que los de los mamíferos (Frost et al. 1999, Kubalek et al. 2002). Los reptiles tienen una vía de coagulación activa única (Spurling 1981) pero, por ejemplo en el caimán de anteojos, varios factores (Factores V, VIII, IX, and XI, y posiblemente XII) en las vías de coagulación en la dependiente Vitamina K (intrínseca) no están en la sangre (Arocha-Pinango et al. 1982). En la víbora bufadera (*Bitis arietans*), otros factores de activación de coagulación tales como protrombina, α_2-antiplasminina (sistema fibrinógeno) y calicreína (sistema de calicreína) han reducido significativamente la actividad cuando es comparado con los humanos (Frost et al. 1999).

Existen reportes de eslizones grandes consumiendo cebo que contiene brodifacoum durante los esfuerzos de erradicación de ratas y conejos en la isla en Seychelles (Thorsen et al. 2000, Merton et al. 2002) y Mauricio (Merton 1987). En operaciones de cebo con brodifacoum en dos islas en el Pacifico Sur, dos especies de geco, *Hoplodactylus duvaucelii* y *H. maculatus*, mostraron alguna evidencia de haber consumido cebo de brodifacoum en contenedores de cebo (Christmas 1995, Hoare y Hare 2006). En un estudio de laboratorio, a 17 "McCann's skinks" (*Leiolopisma maccannii*) se le administro pendones mojados y secos de AgTech® (0.025 porciento de ingrediente activo) en granos para conejos en un estudio de alimentación no alternativa (Freeman et al. 1997). Los eslizones prefirieron granos mojados y consumieron un promedio de 8 g/kg del peso corporal. No se observó mortalidad luego de dos días de prueba.

No es común que se reporte mortalidad de reptiles asociada con el consumo de cebo de brodifacoum. En dos localidades en Nueva Zelandia, en observaciones separadas, se encontraron individuos de "moko skinks" (*Oligosoma moco*) muertos cerca de unas estaciones de cebo. En un análisis, un eslizón tenía residuos de brodifacoum (probablemente en todo el cuerpo) de 0.82 µg/g, mientras que análisis del contenido del estómago en el segundo lagarto mostró el consumo de 19 µg/g de pindon. La necropsia del segundo eslizón mostró coágulos en la sangre ventral y caudal al corazón (Tocher 2008) (aunque los signos de coagulación no son normalmente asociados a efectos con el anticoagulante). Un solo geco verde con 0.52 µg/g de residuos de pindon (*Naultinus grayii*)

fue encontrado muerto después de operaciones de cebo con pindon cerca de Boundary Stream, Nueva Zelandia. Este nivel de pindon fue similar a la concentración encontrada en cebos (Tocher 2008). Durante un programa de erradicación de conejos, de dos meses de duración en Round Island, Mauricio, usando Talon 20P® cebo en granos (20 ppm brodifacoum), Merton (1987) notó que de varias especies de eslizón y gecos, sólo los lagartos de Telfair (*Leiolopisma telfairii*) rutinariamente consumieron los granos de cebo. Después de tres semanas de exposición al cebo, se comenzaron a encontrar lagartos de Telfair muertos y la mortalidad aumentó durante las siguientes cinco semanas, hasta que la mortalidad de lagartos cesó abruptamente. Sobre 100 lagartos de Telfair (de un estimado de 5000 individuos) fueron encontrados muertos principalmente durante el tiempo más caliente del día, en los días más calientes. Sin embargo, debido a la erradicación subsecuente de conejos invasivos, las poblaciones de lagartos de Telfair (y otras especies endémicas) en Round Island se expandieron rápido; y los eslizones están siendo transferidos a otras islas que eran parte de la distribución histórica de las especies (ARKive website, 2009). Al analizar los hígados inflamados (n = 10) de lagartos de Telfair intoxicados, estos divulgaron residuos de brodifacoum de 0.6 mg/kg, pero sólo un lagarto mostró señales de hemorragia interna. Merton (1987) especuló que dado a que los lagartos muertos fueron encontrados sólo durante la porción más caliente del día, la intoxicación anticoagulante podría haber interferido con mecanismos termo regulatorios en vez de inhibición de coagulación de la sangre. La extensión de la mortalidad también podría haber sido por el tiempo de sobre exposición.

Durante la campaña de erradicación de ratas en Montebello Island Conservation Park, Australia, varanos de arena (*Varanus gouldii*) fueron observados mordisqueando ratas muertas o agonizantes que fueron envenenadas con Talon G® (50ppm brodifacoum). El excremento de algunas ratas envenenadas contenía el tinte verde del cebo. Sin embargo, no se encontró varanos de arena muertos, ni moribundos y en el siguiente año los varanos de arena fueron abundantes (Burbridge 2004). Durante una campaña de erradicación de ratas en isla Seymour en las islas de Galápagos, 6 de 134 iguanas terrestres de Galápagos (*Conolophus subcristatus*) fueron encontradas muertas dos a tres meses después de la aplicación de cebo, de las cuales al menos una de la muertes fue atribuida directamente al consumo de cebo (Harper pers. comm.). En la isla de Isabel, México, se observó iguanas negras (*Ctenosaura pectinata*) consumiendo granos de cebo para roedores y 19 fueron encontradas muertas después de una aplicación aérea de cebo de brodifacoum en 2009 (M. Rodríguez Malagón pers. comm.).

En el 1986, la planificación para erradicar ratas de la isla de Monito, Puerto Rico, fue detenida debido a preocupaciones desprendidas en un experimento de laboratorio con respecto a la potencial mortalidad del *Sphaerodactylus macrolepis* por 0.005 porciento de brodifacoum (Talon-G®) (Gaa 1986, García 1994, ambos reportes no publicados para el Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico). Una campaña de erradicación de ratas fue eventualmente implementada en la isla de Monito (García et al. 2002); pero con el fin de manejar la preocupación anterior, un segundo experimento fue conducido en 1994 para probar el efecto de anticoagulantes de segunda generación 0.005 porciento de bromadiolone (Maki® mini blocks) en una especie sustituto, el geco *Sphaerodactylus monensis* de la isla de Mona (justificación para usar bromadiolone en la prueba y

brodifacoum en la erradicación actual en la isla de Monito es descrita en García *et al*. 2002[1]). No se observó mortalidad o cambio en comportamiento. Previo al programa de Monito, también se logró la erradicación exitosa de ratas Cayo Ratones (Puerto Rico) y Steven Cay (Islas Vírgenes de Estados Unidos), sin efecto aparente en reptiles fuera del objetivo de erradicación incluyendo especies nativas de *Sphaerodactylus*.

Independientemente de los reportes de mortalidad de reptiles individuales por rodenticida anticoagulantes, experiencias adquiridas de campañas de erradicación de roedores a gran escala en islas con reptiles endémicos y nativos, sugieren que la población de reptiles aumentó dramáticamente después de la erradicación de roedores y a nuestro conocimiento ninguna campaña de erradicación de roedores ha extirpado una población local de reptiles nativos. Existen muchos ejemplos de aumento de poblaciones de reptiles después de los programas de erradicación de roedores (Towns 1991, Newman 1994, North et al. 1994, Towns 1994, Towns et al. 2001, Parrish 2005, Daltry 2006). A pesar de que es posible la toxicidad letal en reptiles en Desecheo, se espera poco impacto a especies a nivel poblacional y de hecho se anticipa un aumento en la población, en particular de las especies de *Borikenophis* and *Sphaerodactylus.*

De igual manera, poco es conocido sobre el efecto que tiene el brodifacoum o el diphacinone en las tortugas marinas. Experimentos para investigar el efecto de rodenticidas en general no han sido realizados en tortugas marinas y por lo tanto los valores de LD_{50} son desconocidos para todas las especies de tortugas marinas presentes en las aguas circundantes a Desecheo. Aunque, una evaluación inicial de hallazgos preliminares de un estudio sobre los peligros de anticoagulantes para tortugas realizado por el Centro de Investigación Nacional de la Vida Silvestre del Departamento de Agricultura Federal (USDA, por sus siglas en ingles), indico que tortugas terrestres (*Rhinoclemmys pulcherrima)* no fueron afectadas negativamente por el consumo de brodifacoum o diphacinone (Witmer 2010). Estas tortugas terrestres que fueron alimentadas con altas dosis de diphacinone (1.7 mg/kg en dos dosis con una semana de diferencia) no mostraron ningún cambio físico o de comportamiento durante las dos semanas de exposición antes del proceso de eutanasia. El promedio de concentración en los hígados de las tortugas sometidas a altas dosis fue de 1.30µg/g con un rango de 1.19µg/g a 1.40µg/g. Tortugas que fueron alimentadas con altas concentraciones de brodifacoum recibieron 1.6 mg/kg de brodifacoum (0.79mg/kg en dos dosis con una semana de diferencia) y no hubo ninguna muerte o signos de mala salud durante las dos semanas de exposición antes que los animales fueran eutanizados. Las tortugas con los más altos niveles de residuos de brodifacoum en el hígado (2.02 ppm) reportaron un peso de 319 g, lo que indica que recibieron alrededor de 0.5 mg (500 ppm) de brodifacoum. Dado que una bola de Brodifacoum-25D contiene 25 ppm, las tortugas recibieron un equivalente aproximado de 20 bolas (G. Witmer APHIS, com. personal). Adultos de tortuga marina

[1] En García *et al*. 2002, ambos Maki® mini blocks and Talon-G® fueron declarados con 0.05 porciento de concentración, sin embargo, cebos comerciales están disponible en concentraciones de 0.005 porciento y se asume que en los proyectos usaron cebos con 0.005 porciento o 50 ppm de concentración.

verde pesan alrededor de 325 lbs (147 kg) (NOAA 2001B), así que usando medidas similares, un adulto de tortuga verde podría consumir aproximadamente 9,200 bolas o 40.5 lbs. (18.4 kg) para recibir una exposición comparable a las tortugas terrestres (lo cual no causo muerte o signos de mala salud). Adultos de tortuga carey tienen un peso promedio de 125 lbs. (57 kg) (NOAA 2011c), así que una tortuga podría consumir aproximadamente 3,500 bolas o 15.4 lbs. (7.0 kg) para recibir una exposición comparable a las tortugas terrestres. Un adulto de la tortuga tinglar pesan alrededor de 2,000 lbs. (900 kg) (NOAA 2011d), así que una tortuga podría consumir aproximadamente 56,400 bolas o 248.7 lbs. (112.8 kg) para recibir una exposición comparable a las tortuga terrestres.

4.6.4.3.4 Toxicidad a Invertebrados

Se entiende que los artrópodos no son susceptibles a la toxicidad de brodifacoum o diphacinone (Booth et al. 2001). Los invertebrados de cuerpo blando, tal como los moluscos podrían estar afectados, pero la evidencia para esto es aún inconclusa (Booth et al. 2001). Estudios de campo recientes, sugieren que al menos algunas especies de moluscos terrestres no son afectadas por brodifacoum (Brooke et al. 2010). Morgan et al. (1996), no encontró efectos significativos al ofrecer dosis orales de brodifacoum al insecto "large-headed weta (*Hemideina crassidens*). De igual forma, Fisher et al. (2007) no encontró mortalidad en el insecto "tree weta" (*Hemideina thoracica*) cuando consumieron por hasta 64 días el cebo Ditrac® en bloques (50 ppm diphacinone).

Los invertebrados podrían funcionar como cargadores intermediarios a corto plazo del rodenticida que podría e ser consumido por sus depredadores. Se ha documentado que, aún cuando no son afectados, los cangrejos de tierra en el atolón de Palmyra retuvieron brodifacoum en su sistema por hasta 56 días (USDA 2006). Los insectos "tree weta" capturados que consumieron Ditrac® bait en bloques tenían niveles detectables de residuos en sus cuerpos, pero no acumularon diphacinone como por ejemplo, las concentraciones del cuerpo no aumentaron con el tiempo por la cantidad del cebo de diphacinone consumidos, de hecho hubo una pequeña reducción pero significativa en la concentración residual (Fisher et al. 2007). Sin embargo, después de la erradicación de ratas en Lady Alice Island (Nueva Zelandia), no se detectó residuos de brodifacoum en pruebas al azar de los insectos "tree weta", las cucarachas (Blattidae) o los escarabajos negros (Coleoptera) encontrados sobre los cebos, pero sí se encontró algo de residuo de brodifacoum (4.3 $\mu g\ g^{-1}$) en los insectos weta de cueva (*Gymnoplectron* spp.) que estaban en los cebos (Ogilvie et al. 1997). Igualmente, en pruebas hechas a los invertebrados intermareales no se detectó residuos, después de la erradicación de ratas en la isla Anacapa, (Howald et al. 2005a) y no se detectó residuos en tejidos de varias especies de invertebrados después de la erradicación de ratas en Mokapu Lehua Islands en Hawái (Gale et al. 2008, Orazio et al. 2009).

Luego de un derrame accidental de 20 toneladas del cebo brodifacoum en aguas marinas en Nueva Zelandia en el 2001, residuos de brodifacoum alcanzaron sus máximos niveles en los mejillones (*Mytilus edulis*, *Perna canaliculus*) un día después del derrame y al día 29 promediaron justo sobre los niveles detectables, mientras que los residuos detectables en

tejidos del molusco “limpet” (*Cellana ornata*) persistieron por aproximadamente 80 días. Se detectó bajos niveles de residuos (< 0.001 ppm) en mejillones por hasta 796 días y hasta 471 días en el molusco “paua” (*Haliotidae abalone*). La exposición mayor de invertebrados marinos fue dentro de los 100 m de la localidad del derrame de cebo y se detectó exposición menor después de los 100 a 300 m (Primus et al. 2005, Primus et al. 2006).

Aunque los invertebrados podrían funcionar como fuentes secundarias de rodenticidas para algunos taxones, la probabilidad de que un individuo consuma un número suficiente de invertebrados contaminados para logar la dosis tóxica podría depender del tamaño del invertebrado. Durante pruebas para evaluar el riesgo de envenenamiento secundario de aves por el consumo de insectos “weta” contaminados con brodifacoum (*Hemiandrus* sp., *Pleioplectron simplex*, *Hemideina ricta*), Bowie y Ross (2006) concluyeron que ningunas de las 17 especies de aves evaluadas podían físicamente consumir, en un solo consumo, una dosis LD_{50} de insectos “weta” contaminados. Sin embargo, al consumir el insecto “larger-bodied tree weta”, cuatro especies de aves (mirlo (*Turdus merula*), acentor común (*Prunella modularis*), gaviota dominicana (*Larus dominicanus*), pukeko (*Porphyrio melanotus*)) podrían consumir una dosis LD_{50} en un solo día de alimentación.

4.6.4.3.5 Toxicidad a Plantas

No se conoce que las plantas sean susceptibles a los efectos tóxicos de brodifacoum o diphacinone.

4.6.5 Impactos a las Especies Vulnerables a la Perturbación

4.6.5.1 Análisis Estructural de los Impactos por Perturbación

El riesgo de los impactos por perturbación a animales individuales es determinado por dos factores:

- la exposición de las especies a perturbación por operaciones entierra; y
- la exposición de especies a perturbación por operaciones aéreas

Desde la perspectiva de riesgos por perturbación, las alternativas difieren principalmente en el nivel de exposición a operaciones en tierra o aéreas. La siguiente sección describe las complicaciones anticipadas por perturbaciones señaladas en Desecheo y los métodos para analizar la perturbación a especies individuales.

4.6.5.2 Operaciones en Helicópteros

La operación de aeronaves volando a baja altura a través de Desecheo podría resultar en una perturbación a la vida silvestre causada por el ruido, la aparición repentina de una aeronave, cambios en el movimiento del aire o una combinación de todas (Efroymson et al. 2001). La vida silvestre estaría expuesta al ruido que excede los niveles normales. Debido a la relativa baja altitud a las cuales los helicópteros volarían, la mayor parte del ruido se

enfocaría en un cono estrecho directamente debajo de cada máquina, de tal modo que se reduce el área de perturbación al paso de cada helicóptero (Richardson et al. 1995). Los animales terrestres probablemente estén expuestos a decibeles de ruido más altos que los animales bajo el agua.

Potencialmente la perturbación por las operaciones de helicóptero ocurriría antes y después de las actividades de aplicación de cebo (e.j. investigación del personal de apoyo, operaciones de escenificación, desmovilización) y durante la aplicación de cebo. Las actividades de los helicópteros para llevar personal y equipo operacional y suministros en Desecheo serían limitadas mayormente al área alrededor del helipuerto localizado en la orilla de la costa en el sur oeste de la isla, con alguna actividad adicional en el campo cerca del punto más alto en la isla. La perturbación potencial de las operaciones de helicópteros durante las actividades de aplicación de cebo, sería por los viajes de los helicópteros a través de la isla. Durante una aplicación de cebo a través de la isla, todos los puntos de la isla de Desecheo podrían estar sujetos a que el helicóptero pase dos veces y las operaciones requerirían no más de tres días consecutivos de operación. En el transcurso de todas las operaciones de aplicación de cebo, probablemente haya menos de 10 días durante los cuales el helicóptero opere. Las respuestas de los animales a perturbación por aeronaves y los efectos adversos de estas perturbaciones, serían en el área localizada directamente debajo o inmediatamente adyacentes al paso del helicóptero y podría variar entre especies y distintas estaciones. Además, los animales que podrían ser desplazados de sus áreas como resultado de la perturbación tendrían hábitats alternativos que podrían utilizar.

4.6.5.3 Actividades del Personal

Las actividades del personal como: investigación y monitoreo pre y post aplicación de cebo, actividades de aplicación de cebo, y monitoreo de eficacia después de la aplicación de cebo, podrían resultar en perturbación adicional a la vida silvestre. El recorrido del personal a pie a través de la isla (e.j. cuando se distribuya el cebo a mano, estudios para la mortalidad de especies fuera del objetivo de erradicación y la colección de cadáveres de ratas), o el recorrido en pequeños botes en las aguas cercanas a la orilla también podrían causar perturbación a la vida silvestre. Las respuestas de los animales a la perturbación en tierra y los efectos adversos por esta perturbación, serían en el área donde el personal está operando y podría variar entre especies y estaciones diferentes. Además, los animales que desaparezcan como resultado de la perturbación tendrían hábitats alternativos que pueden utilizar.

El personal dedicado al monitoreo de ratas y especies fuera del objetivo de erradicación sería instalado en Desecheo por un total de seis semanas aproximadamente, precediendo y siguiendo las actividades de aplicación de cebo, bajo las Alternativas B, C, D, y E. El personal comprometido en actividades de aplicación de cebo estaría en Desecheo por no más de tres días consecutivos por cada aplicación y probablemente menos de un total de 10 días para la aplicación total del cebo. Bajo las Alternativas B y D, el personal comprometido en actividades de mitigación con las especies de réptiles estaría operando en Desecheo sobre un período de algunas seis semanas previo a las actividades de aplicación de cebo y para un

tiempo total de aproximadamente dos semanas por hasta cuatro meses posterior a las actividades de aplicación de cebo.

Luego de completar las actividades de aplicación de cebo, se llevará a cabo varias visitas de monitoreo a la isla durante al menos dos años para monitorear la recuperación de especies nativas y para determinar el éxito de la erradicación de ratas. En Desecheo, el personal conduciría actividades de investigación y de monitoreo en periodos del año pre-seleccionados. Las actividades de monitoreo más recientes se están llevando a cabo en puntos de estudio individuales previamente seleccionados y se requiere que el personal viaje a través de la isla para tener acceso a ellos. Las operaciones de aplicación de cebo y mitigación de reptiles también podría requerir que el personal viaje a través de la isla, pero a sitios adicionales a las estaciones de estudio de monitoreo actuales. El personal sería informado sobre las estrategias y técnicas para reducir la perturbación a la vida silvestre, pero aún así los eventos de perturbación probablemente ocurran.

4.6.6 Evaluación de los Impactos a las Especies

Desde la introducción de las ratas, los cabros y los monos, Desecheo carece de una gran diversidad y abundancia de especies nativas, particularmente de aves terrestres. Muchas de las especies de aves que fueron identificadas en el análisis descrito arriba (Alternativa A) son migratorias estacionales, especies errantes o sólo han sido documentadas en algunas ocasiones en Desecheo desde principio de los años 1900. Además, la mayoría de las especies reportadas han sido representadas sólo por unos cuantos individuos. Por estas razones, en el siguiente análisis descriptivo solo hemos incluido especies que son consideradas en alto riesgo debido a su probabilidad de exposición (vía probable de presencia y exposición) en comparación con otras. Esto incluye especies conocidas como residentes de Puerto Rico, reportados en Desecheo en los últimos 10 años (desde el 2000) y que tienen un hábito forrajero que las podría llevar a un mayor riesgo de exposición (por ejemplo especies granívoras, omnívoras y carnívoras (mayormente depredadoras)). También incluimos especies de interés incluyendo todas las aves marinas. Las especies remanentes fueron analizadas de una manera similar, pero incluidas como apéndice (véase Apéndice II) a este documento como un esfuerzo de buena fe para mantener un alto nivel de transparencia. Hemos decidido excluir la descripción de evaluación para todas las especies en esta sección de análisis de Consecuencias Ambientales, debido al gran número de especies que han sido reportadas raramente en Desecheo y/o en pequeños números y porque el análisis indicó que el nivel de riesgo de todas las alternativas de acción no sería significativo a todas estas especies. Los recursos de información primaria usados para informar la evaluación de riesgos presentados en el Apéndice II y III fueron: Raffaele (1989), además de las contribuciones relevantes de " Birds of North America" en línea, *http://bna.birds.cornell.edu/bna*, con información adicional compilada de Goldwasser y Roughgarden (1993), Woodall 1975 (en Avery 1980), *Pérez-Rivera y Vélez Jr.* (1978) (en Rivera-Milán 1995) y Carlier y Lefebvre (1996).

El riesgo por envenenamiento con brodifacoum o diphacinone es una función de exposición y toxicidad (véase Sección 4.6.4). Aunque se conoce de los efectos letales de los

anticoagulantes, existe poca información comparable sobre los efectos sub letales en la vida silvestre, por lo tanto no es posible predecir la posibilidad o las características de estos efectos. Aún más allá, es difícil predecir si los efectos sub letales podrían llevar a una disminución considerable en el estado de los animales individuales. Para compensar la carencia de información en los efectos sub-letales de efectos del brodifacoum y diphacinone, se estimará el nivel de riesgo de exposición letal a este cebo.

Usualmente, la probabilidad de detectar los cadáveres de todos los individuos de las especies fuera del objetivo de erradicación cuya muerte podría ser atribuida al uso brodifacoum o diphacinone es muy pequeña. En la mayoría de los casos, no se podría esperar que el Servicio precise un número de animales muertos o afectados sub letalmente que pueda ser atribuido al cebo. Sin embargo, el Servicio podría estimar la probabilidad y la severidad de los impactos por el cebo a la mayoría de las especies en Desecheo basado en evidencia de otros proyectos de restauración similares de otras islas, el entendimiento de la probabilidad de exposición al cebo en distintos taxones y la habilidad de recuperación de diferentes especies.

4.6.7 Métodos para el Análisis de los Impactos a los Recursos Biológicos

4.6.7.1 Índices de los Impactos

El siguiente análisis de los impactos identifica el nivel de riesgo desde la perspectiva del tiempo de disponibilidad del cebo (la cantidad de tiempo que el cebo estará disponible a la exposición por vía primaria o secundaria), la exposición del cebo (el número de vías de exposición disponibles a especies basado en la ecología de alimentación y destino del cebo), el riesgo de mortalidad por el uso del cebo (la toxicidad del cebo a diferentes especies basado en propiedades toxicológicas), el riesgo por perturbación (la sensibilidad a la perturbación y la cantidad de riesgo por perturbación al cual los individuos podrían exponerse durante las operaciones), la extensión del riesgo (el número de individuos que podría ser impactado por las operaciones de erradicación y el impacto que tendría en las poblaciones en reproducción a nivel global o regional) y la duración del riesgo (el período de tiempo que los individuos serían expuestos al cebo o la perturbación). Para propósitos de este análisis y para facilitar una clara comparación entre el uso de los dos anticoagulantes, el riesgo por el uso de brodifacoum ha sido asignado un alto índice y el riesgo por el uso de diphacinone ha sido asignado un índice moderado. Los siguientes índices ilustran la metodología empleada para analizar los impactos de cada una de las especies identificadas para las cinco alternativas:

El nivel de riesgo por la exposición al cebo:

- Ninguno: Ninguna vía de exposición
- Bajo: Posible vía de exposición
- Mediano: Una vía de exposición
- Alto: Múltiples vías de exposición y/o coincidencia dietética con el cebo

Riesgo de mortalidad por el uso del cebo:

- Ninguno: Ninguna sensibilidad toxicológica
- Bajo: Sensibilidad toxicológica menor
- Mediano: Sensibilidad toxicológica moderada
- Alto: Sensibilidad toxicológica severa

Riesgo por perturbación

- Ninguno: Ninguna vía de perturbación
- Bajo: Sensibilidad baja a la perturbación
- Mediano: Sensibilidad moderada a la perturbación
- Alto: Sensibilidad severa a la perturbación

Extensión del toxico/ riesgo por perturbación dentro de la población

- Individuos: Pocos individuos afectados, ningún efecto en poblaciones residentes en reproducción
- Poblaciones en la isla: Poblaciones de residentes en reproducción afectadas, ningún efecto en poblaciones regionales o globales
- Poblaciones globales o regionales: Poblaciones regionales o globales afectadas

Duración de riesgos: exposición al cebo

- Corto: Impactos por hasta 2 meses
- Mediano: Impactos por 2 a 6 meses
- Largo: Impactos por más de 6 meses

Duración de riesgos: perturbación

- Corto: Impactos por hasta 2 meses
- Mediano: Impactos por 2 a 6 meses
- Largo: Impacto por más de 6 meses
- Permanente: Impactos son permanentes (animales removidos de su población silvestre).

4.7 Impactos de la Alternativa B (dispersión aérea de brodifacoum con retención de reptiles en cautiverio)

4.7.1 Impactos en las Aves

No se conoce de especies de aves en la isla de Desecheo que sufrirían impactos a largo plazo a nivel poblacional por las actividades de erradicación de ratas. Los números de aves en Desecheo son relativamente bajos, todas las especies de aves residentes y migratorias son especies comunes encontradas globalmente o regionalmente y cualquier extirpación local de especies residentes sería probablemente a corto plazo, ya que las aves de la isla principal cercana recolonizarían la isla. Sin embargo, las aves individuales presentes en Desecheo a la hora de la aplicación de cebo aéreo podrían estar en riesgo de exposición durante o inmediatamente después de la aplicación de cebo (aproximadamente dos semanas).

El riesgo de mortalidad por los efectos toxicológicos del brodifacoum ha sido descrito en las Secciones 2.3.2.2, y es generalmente considerado alto. Sin embargo, el riesgo depende

de las distintas vías de exposición al cebo entre las diferentes especies. Por lo tanto, en el análisis descrito abajo, el riesgo de exposición por el brodifacoum es el criterio primario usado para evaluar el riesgo de impacto por el uso de cebo por diferentes especies.

Generalmente, las especies en alto riesgo por exposición primaria al brodifacoum (por consumir el cebo directamente) incluirían las aves granívoras que principalmente se alimentan de semillas y granos y algunas aves omnívoras carroñeras. Las aves en alto riesgo por exposición secundaria incluirían las depredadoras y las carroñeras, en particular los animales que se alimentan de ratas, cadáveres o invertebrados grandes que viven en el suelo como los escarabajos. Las aves que tienen una amplia dieta omnívora estarían inicialmente en alto riesgo por exposición primaria y secundaria

Las aves en bajo riesgo por exposición primaria incluyen las especies forrajeras en la zona intermareal, porque los procedimientos de mitigación para la aplicación de cebo en la costa reduciría la probabilidad de que los granos entren al ambiente marino y en caso que cualquier grano que entre al agua se desintegraría y no estaría disponible para su consumo dentro de una pocas horas. Las aves que se especializan en invertebrados intermareales estarían en bajo riesgo de exposición secundaria por las mismas razones.

Las aves que se alimentan de invertebrados terrestres estarían en riesgo por exposición secundaria sólo si las presas están consumiendo directamente el cebo; en Desecheo, las hormigas (Formicidae) han sido observadas consumiendo directamente del cebo, pero los cangrejos, escarabajos (Coleoptera), las cucarachas (Blattidae) y el insecto “weta” de Nueva Zelandia han sido observados consumiendo el cebo en otros lugares (Ogilvie et al. 1997, Island Conservation información no publicada). Las aves que se alimentan principalmente de insectos voladores e insectos de dosel y de micro-invertebrados terrestres estarían en bajo riesgo por exposición secundaria debido a la baja posibilidad de que estos taxones de invertebrados adquieran brodifacoum por ingestión directa del cebo.

El riesgo de exposición secundaria y terciaria para las aves que consumen invertebrados terrestres y de dosel se reduciría a un riesgo sin importancia en un par de meses luego de la aplicación del cebo. La probabilidad de exposición en especialistas intermareales probablemente no tenga importancia dentro de los 30 días después de la aplicación final del cebo.

Las siguientes secciones presentan un análisis de los impactos tóxicos y por perturbación a cada especie de ave identificada conocida como residente de Puerto Rico y registrada en Desecheo en los últimos 10 años (desde el año 2000) y aquellas que tienen un hábito forrajero que podría dar lugar a un mayor riesgo por la exposición (especies granívoras, omnívoras y carnívoras). Además, hemos estimado el número de individuos por especie que podrían ser impactados adversamente por la Alternativa B (hemos asumido el peor escenario y considerado cualquier individuo que podría estar presente en la isla durante las operaciones de aplicación de cebo, que sea vulnerable a impactos adversos por la alternativa).

Evaluación de Riesgo de las Especies

4.7.1.1 Especies Residentes Permanentes en Puerto Rico

Todas las especies evaluadas abajo, han sido documentadas en Desecheo desde el 2000 y han sido frecuentemente observadas en Desecheo en febrero y marzo del 2009 y el 2010 y son consideradas residentes de la isla, con excepción del playero turco y la tórtola blanca. Aún cuando el playero turco y la tórtola blanca no han sido reportados frecuentemente en los pasados 10 años, se incluyen en el análisis en esta sección porque son especies comunes y residentes permanentes en Puerto Rico y podrían también ser residentes permanentes de Desecheo, pero en bajas densidades. Las especies listadas abajo probablemente estén presentes en Desecheo durante las operaciones de aplicación de cebo y podrían estar presente en la isla por todo o parte del tiempo durante el cual el brodifacoum podría estar disponible en el ambiente.

Aves depredadoras – *guaraguao colirrojo, falcón común*

Riesgos por la Exposición al Tóxico
El falcón común y el guaraguao colirrojo podrían exponerse a brodifacoum a través de vías secundaria al consumir ratas, paseriformes, reptiles, carroña e invertebrados terrestres grandes que consumen el cebo; el riesgo de exposición sería alto por el alcance de las vías de exposición de estos depredadores. El riesgo de mortalidad sería alto y el riesgo sería por un término mediano debido al tiempo de retención del cebo en el tejido de especies que proveen una vía de exposición secundaria. La extensión del impacto sería a la población de la isla.

Riesgos por Perturbación
El falcón común y el guaraguao colirrojo podrían exponerse a perturbación por operaciones aéreas, que podrían causar que desaparezcan de su localización inmediata a un lugar alterno y temporeramente cambiaría su comportamiento reproductivo. Los impactos asociados con los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un plazo corto, la extensión del riesgo sería a individuos.

- 0-10 guaraguaos colirrojo podrían ser impactados por la Alternativa B.
- 5-25 falcones comunes podrían ser impactados por la Alternativa B.

Aves omnívoras – *zorzal pardo, ruiseñor, judío, tordo lustroso*

Riesgos por la Exposición al Tóxico
Estas especies omnívoras podrían estar expuestas a brodifacoum a través de vías de exposición secundarias por el consumo de invertebrados terrestres y lagartijos que consumen el cebo. Además, el tordo lustroso también estaría expuesto a través de vías de exposición primaria ya que esta especie también consume granos. El riesgo por exposición de todas las especies omnívoras sería alto por el alcance de las vías de exposición. El riesgo por mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido al tiempo de retención del cebo en el tejido de las especies que proveen una vía de exposición secundaria a paseriformes. Para el zorzal pardo, la extensión del impacto sería a la

población en la isla. Para el ruiseñor, el judío y el tordo lustroso la extensión del impacto sería a individuos porque estas especies no son comunes en Desecheo.

Riesgos por Perturbación
Las especies omnívoras que podrían estar expuestas a la perturbación por operaciones aéreas, probablemente desaparezcan de su localidad inmediata a un hábitat alterno y temporeramente cambiarían su comportamiento reproductivo. Los impactos al zorzal pardo asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa sería mediano y la duración de este riesgo sería por un término mediano, debido a que estas especies son residentes reproductivas permanentes en Desecheo. Los riesgos por perturbación para el ruiseñor, el judío y el tordo lustroso serían bajos y la duración de este riesgo sería a corto plazo debido a que estas especies solo son conocidas como visitantes a la isla. La extensión de este riesgo a todas las especies sería a nivel de individuo.

- 25-50 zorzal pardo podrían ser impactados por la Alternativa B.
- 0-10 ruiseñores podrían ser impactados por la Alternativa B.
- 0-10 judíos podrían ser impactados por la Alternativa B.
- 0-10 tordos lustroso podrían ser impactados por la Alternativa B.

<u>Aves granívoras</u> – *tórtola cardosantera, tórtola blanca*

Riesgos por la Exposición al Tóxico
Las tórtolas podrían estar expuestas al brodifacoum por vías de exposición primarias. Las tórtolas son especies granívoras que comúnmente consumen semillas y granos. Dado que Brodifacoum- 25D es un cebo de grano y las tórtolas son especies granívoras que se alimentan en el suelo, probablemente consumirían los granos directamente y el riesgo a la exposición sería alta. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería a corto plazo. La extensión del impacto a la tórtola cardosantera sería a la población en la isla y para la tórtola blanca sería a individuos porque las tórtolas blancas no son comunes en Desecheo.

Riesgos por Perturbación
Las tórtolas podrían estar expuestas a perturbación por operaciones aéreas y entierra, que podrían causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un hábitat alterno y podría cambiar temporeramente su comportamiento reproductivo. Los impactos asociados con los riesgos por perturbación para esta alternativa serían medianos. La duración de este riesgo sería por un término mediano. La extensión de este riesgo para la tórtola cardosantera sería a la población en la isla, pero para la tórtola blanca sería a individuos debido a que estas especies no son comunes en Desecheo.

- 25-50 tórtolas cardosanteras podrían ser impactadas por la Alternativa B.
- 0-5 tórtolas blancas podrían ser impactadas por la Alternativa B.

<u>Aves forrajeras de dosel</u> – *julian chivi, pitirre*

Riesgos por la Exposición al Tóxico
Las aves forrajeras de dosel probablemente estén expuestos a brodifacoum a través de vías de exposición secundaria al consumir invertebrados que consuman el cebo; el riesgo de

exposición sería mediano debido a una sola vía de exposición. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido a la retención del cebo en el tejido de las especies que proveen una vía de exposición secundaria a individuos. La extensión del impacto sería a la población en la isla.

Riesgos por Perturbación
Las aves forrajeras de dosel podrían estar expuestas a perturbación por las operaciones aéreas, que podrían causar su desaparición de su localidad inmediata a un hábitat alterno. Los impactos relacionados con los riesgos de perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por corto plazo, la extensión del riesgo sería a individuos

- 0-50 julian chivi podrían ser impactados por la Alternativa B.
- 0-50 pitirres podrían ser impactados por la Alternativa B.

<u>Aves forrajeras de dosel/suelo</u> – *pájaro bobo menor*

Riesgos por la Exposición al Tóxico
El pájaro bobo menor probablemente esté expuesto a brodifacoum a través de vías de exposición secundaria al consumir invertebrados y pequeños lagartijos que consumen cebo; el riesgo de exposición sería alto debido a la variedad de vías de exposición. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido a la retención del cebo en el tejido de las especies que proveen una vía de exposición secundaria a individuos. La extensión del impacto sería a individuos porque los pájaros bobos menor no son comunes en Desecheo.

Riesgos por Perturbación
El pájaro bobo menor podría estar expuesto a perturbación por las operaciones aéreas, que podrían causar su desaparición de su localidad inmediata a un hábitat alterno. Los impactos relacionados con los riesgos de perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por corto plazo, la extensión del riesgo sería a individuos

- 0-5 pájaros bobos menor podrían ser impactados por la Alternativa B

<u>Aves forrajeras acuáticas costeras</u> – *playero turco, ostrero, garzón cenizo, garza real, martinete, martin pescador*

Riesgos por la Exposición al Tóxico
Los ostreros podrían estar expuestos a brodifacoum a través de exposición por vías secundarias al consumir bivalvos que podrían estar expuestos al brodifacoum a través de la entrada de cebo al ambiente marino. Los riesgos por exposición serían bajos debido a una sola vía de exposición y las medidas de mitigación costeras diseñadas para reducir el derrame de cebo en el ambiente. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un plazo mediano, debido al tiempo de retención del cebo en los tejidos de especies intermareales que proveen una vía secundaria de exposición a los ostreros. La extensión del impacto podría ser a la población en la isla, ya que se conoce que esta especie se reproduce en Desecheo.

Los playeros turcos podrían estar expuestos a brodifacoum a través de vías de exposición primaria y secundaria, mientras que los garzones cenizos, martinetes y las garzas reales estarían expuestos a través de vías secundarias solamente. Generalmente, los playeros turcos forrajean en la zona intermareal por los invertebrados acuáticos e insectos allí presentes, pero consumen carroña, mientras que los garzones cenizos, los martinetes y las garzas reales también consumen carroña e invertebrados intermareales, así como pescado, ratas y pequeños reptiles. La vía de exposición primaria probablemente sería limitada a individuos de playeros turcos que podrían consumir granos de cebo blandos, mientras que las vías de exposición secundarias para los playeros turcos, garzones cenizos, martinetes y garzas reales podría incluir el consumo de ratas, invertebrados intermareales, incluyendo cangrejos y carroña. Pero el riesgo por exposición sería alto debido a la variedad de las vías de exposición del cebo para estas especies. El riesgo por mortalidad sería alto y la duración del riesgo probablemente sería a término mediano, debido a la retención del cebo en los tejidos de las especies que proveen una vía de exposición secundaria. La extensión del impacto sería a individuos debido a que estas especies no son comunes en Desecheo y no se conoce que se reproduzcan.

El martin pescador probablemente este expuesto a brodifacoum a través de vías de exposición secundaria al consumir ratas que consumen cebo; el riesgo de exposición sería mediano debido a la vía de exposición única. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido a la retención del cebo en el tejido de las especies que proveen una vía de exposición secundaria al martin pescador. La extensión del impacto sería a individuos porque los martin pescadores no son comunes en Desecheo y no existe información que se reproduzcan.

Riesgo por Perturbación

Las aves forrajeras acuáticas costeras podrían estar expuestas a perturbación por operaciones aéreas y entierra, que podrían causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un hábitat alterno. Para los ostreros los impactos asociados con los riesgos por perturbación para esta alternativa serían medianos, la duración de este riesgo sería por un término medio y el impacto sería a la población en la isla, dado que se conoce que esta especie se reproduce en Desecheo. Para las especies remanentes los impactos asociados a riesgos de perturbación sería bajo, la duración del riesgo sería por un corto plazo y la extensión del riesgo sería a individuos debido a que estas especies no son comunes en Desecheo y no se conoce que esta especie se reproduzca en Desecheo.

- 0-25 playeros turcos podrían ser impactados por la Alternativa B
- 0-25 ostreros podrían ser impactados por la Alternativa B
- 0-5 garzones cenizos podrían ser impactados por la Alternativa B
- 0-5 martinetes podrían ser impactados por la Alternativa B
- 0-5 garzas reales podrían ser impactadas por la Alternativa B
- 0-5 martin pescador podrían ser impactadas por la Alternativa B

<u>Aves granívoras: especies terrestres no nativas</u> – *gorrión común, diablito, veterano*

Riesgos por la Exposición al Tóxico
Las aves granívoras terrestres no nativas podrían estar expuestas al brodifacoum por vías de exposición primarias. Estas aves terrestres son granívoras que comúnmente consumen semillas. Dado a que Brodifacoum-25D es un cebo de grano y estas especies frecuentemente forrajean en el suelo, probablemente consumirían los granos directamente y el riesgo a la exposición sería alto. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería a corto plazo y la extensión del impacto sería a individuos porque estas especies no son comunes en Desecheo.

Riesgos por Perturbación
Las aves terrestres no nativas podrían estar expuestas a perturbación por operaciones aéreas, que podrían causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un hábitat alterno. Los impactos asociados con los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajo. La duración de este riesgo sería por un corto plazo y la extensión de este riesgo sería a individuos debido a que estas especies no son comunes en Desecheo.

- 0-50 gorriones comunes podrían ser impactados por la Alternativa B
- 0-50 diablitos podrían ser impactados por la Alternativa B
- 0-50 veteranos podrían ser impactados por la Alternativa B

4.7.1.2 *Aves Migratorias de Invierno en Puerto Rico*

Las siguientes especies son aves migratorias de invierno, típicamente presentes en Puerto Rico entre noviembre y febrero. Sin embargo, el tiempo de partir de Puerto Rico para su área de reproducción en verano podría variar entre especies y para algunos individuos podría extenderse hasta mayo. Por lo tanto, debido a que el periodo de la operación sería dentro del periodo de migración transitoria, hemos evaluado las siguientes especies con la expectativa de que algunos individuos podrían estar presentes en Desecheo durante las actividades de aplicación del cebo

<u>Aves depredadoras</u> – *falcón peregrino, gavilán rastrero, esmerejón*

Riesgo por la Exposición al Tóxico
Los falcones peregrinos podrían exponerse a brodifacoum a través de vías secundarias al consumir aves costeras y a las gaviotas gallegas que consuman el cebo y a través de vías terciarias al consumir aves y reptiles que han mordisqueado cadáveres o se han alimentado de invertebrados expuestos al brodifacoum. El riesgo de exposición sería alto por el alcance de las vías de exposición a los falcones. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido al tiempo de retención del cebo en el tejido de especies que proveen una vía de exposición secundaria o terciaria a los falcones. La extensión del impacto sería a individuos.

Los gavilanes rastreros podrían estar expuestos a brodifacoum a través de vías secundarias al consumir ratas y paseriformes que consuman el cebo. El riesgo de exposición sería alto

por el alcance de las vías de exposición a los rastreros. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido al tiempo de retención del cebo en el tejido de especies que proveen una vía de exposición secundaria a rastreros. La extensión del impacto sería a individuos.

Los esmerejones podrían estar expuestos al brodifacoum a través de vías secundarias al consumir paseriformes que consuman el cebo. El riesgo de exposición sería mediano por la vía de exposición única de los esmerejones. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido al tiempo de retención del cebo en el tejido de especies que proveen una vía de exposición secundaria a los esmerejones. La extensión del impacto sería a individuos.

Riesgos por Perturbación

Los depredadores podrían exponerse a perturbación por operaciones aéreas, que podrían causar que desaparezcan de su localización inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados con los riesgos de perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un plazo corto, la extensión del riesgo sería a individuos, dado que estas especies no son comunes en Desecheo.

- 0-10 falcones peregrinos podrían ser impactados por la Alternativa B.
- 0-5 gavilanes rastreros podrían ser impactados por la Alternativa B.
- 0-5 esmerejones podrían ser impactados por la Alternativa B.

4.7.1.3 Aves Marinas

Se han reportado pocas aves marinas en o alrededor de la isla Desecheo en años recientes y no se conoció de anidaje en Desecheo por 50 años hasta el 2010 cuando una gran cantidad de gaviotas monjas y un par de cerveras pardas anidaron en la isla y en las rocas costeras (Breckon 1998, Island Conservation 2010b). Por lo tanto, para evaluar el riesgo potencial de aves marinas reproductoras (debido a la información limitada para aves marinas en Desecheo) se utilizó información sobre la época de reproducción de aves marinas de islas adyacentes. El período de la puesta de huevos para especies previamente reportadas como especies que se reproducen en Desecheo es principalmente entre marzo y julio para algunas especies que muestran patrones bi-modales y un aumento en el invierno entre agosto y diciembre (véase la Sección 3.4.2.5, Tabla 3.1). La única especie registrada actualmente en Desecheo consistentemente es la boba parda, pero sólo se conoce de individuos que pernoctan. En la islas cercanas, el pico de la puesta de huevos para las bobas pardas es entre marzo y abril. La aplicación aérea de cebo es recomendada entre enero y abril, un período que coincide con algunas de las actividades de reproducción de aves marinas en las islas adyacentes. Cualquier perturbación potencial a dormideros de aves marinas podría ser minimizada al manipular el plan de vuelo del helicóptero para evitar trabajar en áreas de alta densidad de aves por periodos de tiempo extensos.

La única ave marina conocida históricamente en Desecheo que está en riesgo potencial por exposición primaria al rodenticida es la gaviota gallega *Larus atricilla.* En 1970, C. Kepler reportó 700 adultos de gaviotas gallegas y 71 nidos en cayos de la isla de Desecheo, pero

solo reportó una gaviota gallega durante cuatro visitas en 1986 y 1987 (Meier et al. 1989). Las gaviotas están en exposición de riesgos primarios al rodenticida debido a sus hábitos alimentarios omnívoros y su comportamiento inquisitivo. Durante una prueba de aceptación de placebo en Macquarie Island (Australia) en el 2005, las gaviotas dominicanas *Larus dominicanus* se alimentaron accidentalmente del cebo derramado alrededor del helipuerto, según demostrado por heces verdes (el color del placebo) encontrado en el área (K. Springer pers. comm.). Después de un intento de operación de erradicación de conejos y ratas aplicando brodifacoum en Macquarie Island en el 2010, 356 gaviotas dominicanas fueron encontradas muertas, junto con 377 petreles gigantes (*Macronectes* sp.) y "subantarctic skuas" (*Catharacta lonbergi*) (estas dos últimas especies carroñeras) (Australian Department of Sustainability 2010). Durante una erradicación de ratas en la isla de San Pedro Martír (Golfo de California) en 2007, se observaron sobre la costa heces verdes de gaviotas de patas amarillas *Larus livens* y un ave adulta fue encontrada muerta. Cerca de ocho meses después una aplicación aérea de cebo en Rat Island, Alaska, para remover las ratas marrones, se encontraron cadáveres de 320 gaviota de ala glacica *Larus glaucescen*; las pruebas de toxicología demostraron que existía brodifacoum en 24 de las 34 pruebas (Salmon y Paul 2010).

Gaviota gallega

Riesgo por la Exposición al Tóxico

Generalmente, las gaviotas gallegas están en bajo riesgo de exposición al brodifacoum debido a que la especie se reproduce en verano y es migratoria a la región y es poco probable que esté en Desecheo durante la aplicación del cebo. Sin embargo, muchas aves continúan habitando en las costas durante el periodo de invierno, en ocasiones viajando por el mar o entre las islas. Además, una gaviota gallega fue encontrada muerta en la playa en Desecheo en febrero del 2009 (Island Conservation información no publicada), sugiriendo que algunos individuos arriban temprano a la región o están presentes durante todo el año. Si hubiera gaviotas gallegas en la isla al momento de la aplicación del cebo, los individuos serían expuestos a brodifacoum a través de vías de exposición primaria y secundaria. Las gaviotas gallegas son omnívoras y son frecuentemente encontradas forrajeando en la zona intermareal en busca de invertebrados acuáticos y terrestres, consumiendo semillas y plantas o alimentándose de carroña. La vía de exposición primaria es significativa, porque se conoce que las gaviotas gallegas consumen granos de rodenticida (véase Sección 4.6.3.3). Además, las vías de exposición secundaria incluyen el consumo de carroña y de invertebrados terrestres que han consumido el cebo. El riesgo de exposición para aves individuales que aparezcan en la isla sería alto, debido a la variedad de vías de exposición, el riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo podría ser de término mediano debido al tiempo de retención del cebo en los tejidos de las especies que proveen una vía de exposición secundaria a las gaviotas gallegas. La extensión de este impacto sería a individuos porque las gaviotas gallegas no se reproducen comúnmente en Desecheo.

Riesgos por Perturbación

Existe un bajo riesgo de perturbación a las gaviotas gallegas por las operaciones aéreas o terrestres porque las especies se reproducen en verano y son migratorias a la región y su presencia en la isla durante los periodos de operación sería poco probable. Sin embargo, en la eventualidad de que algunas gaviotas gallegas estén presentes durante el año o arriben

temprano al área para reproducirse, las operaciones aéreas o terrestres podrían causar que las aves que estén posadas en la isla desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo, la extensión del riesgo sería a individuos porque las gaviotas gallegas no son comunes en Desecheo.

- 0-25 gaviota gallegas podrían ser impactadas por la Alternativa B.

Boba parda y pelícano pardo

Riesgos por la Exposición al Tóxico

Se conoce de menos de 100 individuos de bobas pardas y pocas cantidades de pelícanos pardos que pernoctan en Desecheo, pero no se ha reportado ninguna reproducción en años recientes. Por lo tanto, individuos de ambas especies podrían estar presentes durante el periodo de aplicación del cebo. Sin embargo, ninguna de las dos especies serían consideradas en riesgo de exposición al cebo porque rara vez o nunca se alimentan de otra cosa que no sea pescado marino y calamar, por lo tanto, la extensión del impacto no es significativa y no requiere de más evaluación.

Riesgos por Perturbación

Las bobas pardas y los pelícanos pardos que estén pernoctando en Desecheo podrían estar expuestos a perturbación por operaciones aéreas y terrestres, que podrían causar que la aves desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Aunque no se ha reportado actividades de reproducción de ninguna de las especies en Desecheo en años recientes, debido a que se conoce que ambas especies pernoctan en la isla, ambas tienen épocas de reproducción extensas durante el año que podrían solaparse con el periodo de operación y las bobas pardas se reproducen en las islas de Mona y Monito, por lo que existe el potencial que las aves aniden en Desecheo durante la ventana de aplicación del cebo. La perturbación física por las actividades de la operación podría ocasionar que las aves que estén anidando abandonen temporeramente su nido, pero podrían regresar una vez ha cesado la perturbación. Los impactos asociados con los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo, la extensión del riesgo sería a individuos porque estas especies no son comunes en Desecheo.

- 20-50 bobas pardas podrían ser impactadas por la Alternativa B.
- 0-5 pelícanos pardos podrían ser impactados por la Alternativa B.

Tijeretas y boba patirroja

Riesgo por la Exposición al Tóxico

Se han observado aves tijeretas volando sobre la isla, por lo tanto hay un potencial de que haya aves posándose en la isla durante el periodo de la operación;. No se han observado bobas patirroja en Desecheo en años recientes. Sin embargo, debido a que ambas especies son residentes de la región durante todo el año, existe un potencial de que ambas especies de aves estén en Desecheo durante la ventana operacional. Sin embargo, no serían consideradas en riesgo por exposición al tóxico, porque rara vez o nunca se alimentan de otra cosa que no sea peces o calamares. Por lo tanto, la extensión del impacto no es significativa y no requiere de escrutinio adicional.

Riesgos por Perturbación
Si estuvieran presentes en la isla, ambas especies podrían estar expuestas a perturbación por las operaciones terrestres y aéreas, lo cual podría causar que las aves que estén posadas en la isla desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno, los impactos asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo y la extensión del riesgo sería a individuos porque estas especies no son comunes en Desecheo.

- 0-5 tijeretas podrían ser impactadas por la Alternativa B.
- 0-5 bobas patirroja podrían ser impactadas por la Alternativa B.

Gaviota monja, gaviota oscura, cervera parda
Riesgos por la Exposición al Tóxico
Las gaviotas monjas, las gaviotas oscuras y las cerveras pardas son aves migratorias de primavera/verano y es poco probable su presencia en Desecheo durante el periodo operacional. Nidos de 17 charranes monja y uno de cervera parda fueron encontrados con huevos en junio 2010. En adición, no serían consideradas en riesgo por la exposición al tóxico porque rara vez o nunca se alimentan de otra cosa que no sea peces o calamares. Por lo tanto, la extensión del impacto no es significativa y no requiere de escrutinio adicional.

Riesgos por Perturbación
Existe un bajo riesgo de perturbación a estas aves marinas pequeñas que anidan en el suelo por las operaciones aéreas o terrestres porque las especies son migratorias en primavera/verano, y sería poco probable su presencia en la isla durante los periodos de operación. Sin embargo, en la eventualidad de que algunas de estas aves arriben al área antes de lo anticipado, las operaciones aéreas o terrestres podrían causar que las aves que estén posadas en la isla desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo, la extensión del riesgo sería a individuos porque estas especies no son comunes en Desecheo.

- 0-5 gaviotas monjas podrían ser impactadas por la Alternativa B.
- 0-5 gaviotas oscuras podrían ser impactadas por la Alternativa B.
- 0-5 cerveras pardas podrían ser impactadas por la Alternativa B.

Chirre
Riesgos por Exposición al Tóxico
No existe riesgo por exposición al tóxico para el chirre porque estas especies nunca han sido reportadas en Desecheo y rara vez o nunca se alimentan de otra cosa que no sea peces o calamares. Por lo tanto, la extensión del impacto no es significativa y no requiere de escrutinio adicional.

Riesgos por Perturbación
Los chirres son aves que se reproducen en verano en las isla de Mona y Monito entre febrero y agosto (Tabla 3.1). Los chirres han sido reportados volando cerca de Desecheo, pero nunca se han reportado en reproducción. En la eventualidad de que algunas de estas

aves arriben en la isla durante el periodo operacional, podrían ser impactadas por las operaciones aéreas o terrestres y podrían causar que los individuos desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Sin embargo, debido a la baja probabilidad de que el chirre pernocte o se reproduzca en Desecheo los impactos asociados a los riesgos por perturbación serían bajos y la extensión de los riesgos sería a individuos porque la duración del riesgo sería corta.

- 0-5 chirres podrían ser impactados por la Alternativa B.

4.7.2 Impactos en los Reptiles

Los riesgos por exposición a tóxicos para los reptiles en Desecheo serían por vía primaria (al consumir el cebo) o por vía secundaria (al consumir presas contaminadas). En cualquier caso, el tiempo de riesgo es relativamente corto, comenzando con la fecha de la aplicación y finalizando cuando el brodifacoum haya desaparecido del ambiente. Las tres especies de lagartos y la salamanquita de Desecheo son principalmente insectívoras que cazan presas en movimiento, con la excepción del *Ameiva* que también depreda los lagartijos del genero *Anolis*. Por lo tanto, la ingestión directa del cebo no sería probable. Sin embargo, en estudios de campo utilizando un cebo biomarcador de placebo, aproximadamente un 20 porciento de los lagartijos arrojaron positivo para el biomarcador, pero no se pudo confirmar la vía de contaminación (Island Conservation 2010c). La mayoría de la exposición podría ser por vías secundarias de ingestión por invertebrados contaminados, lagartijos contaminados o porque las siguanas carroñen en ratas muertas. Un experimento hecho en gecos del genero *Sphaerodactylus* en cautiverio no demostró un efecto directo por la exposición al cebo en granos (reportados en García 1994). Los invertebrados terrestres consumen cebo en granos y se ha reportado envenenamiento por vía secundaria de aves insectívoras (Eason y Spurr 1995). Igualmente el riesgo de exposición a la culebra corredora de Puerto Rico es probablemente por vía de ingestión de sus presas preferidas contaminadas: los lagartijos y gecos (Henderson y Sajdak 1996). Sin embargo, una erradicación de ratas exitosa en la isla de Antigua resultó en una mortalidad no detectable de la amenazada culebra corredora de Antigua *Alsophis antiguae* y de hecho la población de la corredora duplicó su tamaño en 18 meses después de la erradicación de ratas (Daltry 2006).

La toxicidad del brodifacoum a los reptiles es discutida en la Sección 4.6.3.2. Debido al limitado conocimiento por estudios en laboratorios y en el campo sobre la toxicidad del rodenticida a los reptiles, este análisis presenta el enfoque más cauteloso, anticipando un alto riesgo de exposición al tóxico de brodifacoum.

Debido a que la fauna reptil de la isla de Desecheo se compone de tres especies endémicas únicas de la isla con una distribución y tamaño de población restringida (véase la Sección 3.6.1), existe un potencial de mortalidad significativa a nivel poblacional para los reptiles durante la aplicación de cebo. Además, a pesar de que la Santa Lucía o eslizón y la culebra corredora de Puerto Rico son especies nativas con poblaciones en distintas localidades lugar en Puerto Rico, se cuestiona su estatus sub-especie y la Santa Lucía es clasificada como vulnerable basado en su distribución limitada y avistamientos reportados (García et

al. 2005). La información sobre la ecología de las especies, abundancia poblacional y distribución a través de la isla es limitada, particularmente en los años recientes. Solo existe un estudio de la salamanquita desde el 1987 donde se reportó densidades de 3-19 animales en 125m^2 de bosque y sugiere que el geco es probablemente una especie cuya distribución es limitada al bosque. Además, se encontraron más animales durante los meses más mojados cuando sus niveles de actividad aumentan (Meier y Noble 1990a).

La Santa Lucía o eslizón solo ha sido reportada una vez en la isla de Desecheo en el 1987, cuando fue avistada principalmente en las comunidades de cactus espinoso (Meier y Noble 1990b). Basado en avistamientos, se cree que el lagartijo endémico y la *Ameiva* o siguana *va* son abundantes (Earsom 2002, Island Conservation 2009).

Estudios de campo llevados a cabo en el 2009 y el 2010 proveyeron datos principalmente sobre la densidad y abundancia de la población del lagartijo común de Desecheo, la salamanquita o geco, la siguana o *Ameiva* y sobre la culebra corredora de Puerto Rico (véase Sección 3.6.1). Usando diferentes, pero estandarizadas técnicas de estudio, la población total para la siguana de Desecheo fue estimada en 7,469 individuos (1,800 – 13,137; 95% intervalo de confianza) y para el lagartijo de Desecheo fue 52,111 individuos (31,464 – 72,758; 95% intervalo de confianza) y para la salamanquita el estimado fue 13,261 individuos (8,796 – 19,991; 95% intervalo de confianza). Sin embargo, los estimados de población para la salamanquita de Desecheo varía entre tipos de hábitats con estimados mucho más bajos en pastizales, (1,179 individuos: 464 – 2,998; 95% intervalo de confianza), que en hábitats boscosos (7,328 individuos: 4,535 – 11,840; 95% intervalo de confianza). Las poblaciones estimadas para cada una de estas especies varían entre hábitats y los estimados fueron generalmente más bajos en pastizales que en arbustos y habitas boscosos. La densidad de la culebra corredora de Puerto Rico fue generalmente baja a través de la isla, con un promedio de solo 7 individuos reportados por hectárea. Las densidades poblacionales de los cuatro reptiles monitoreados fueron consideradas generalmente bajas en comparación con las poblaciones de la isla principal de especies similares, lo que sugiere que las densidades de reptiles están siendo impactadas por las ratas.

Salamanquita o geco de Desecheo

Riesgos por la Exposición al Tóxico

Una muestra poblacional de salamanquitas de Desecheo serán capturadas y puestas en cautiverio antes de la aplicación del cebo, no estarían en riesgo por los impactos del tóxico.

Las salamanquitas restantes en vida silvestre en la isla después que los animales hayan sido removidos para cautiverio, estarían expuestas al brodifacoum a través de vías de exposición secundaria por consumir micro invertebrados que consuman el cebo. El riesgo por exposición al tóxico sería mediano debido a la vía única de exposición. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido a la retención del tóxico en los tejidos de las especies que proveen una vía secundaria de exposición para las salamanquitas. La extensión de los impactos sería a la población remanente.

Riesgos por Perturbación
Las salamanquitas restantes en vida silvestre en la isla estarían expuestas a los disturbios causados por las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo y la extensión del riesgo sería a individuos remanentes en la isla.

Los individuos que estén en cautiverio previo a la aplicación del cebo están en un alto nivel de riesgo por perturbación por haber sido capturadas y por estar retenidas por un periodo de tiempo. Las operaciones de captura pueden potencialmente causar lesiones o la muerte a algunos individuos, previo a traerlos al cautiverio, mientras que los individuos en cautiverio podrían estar en riesgo de lesiones, enfermedades y pobre nutrición que puede causar la muerte. La duración del riesgo sería para los individuos capturados y mantenidos en cautiverio.

Alternativa B(i): 20-30 parejas de la salamanquita de Desecheo serian permanentemente removidos de la población silvestre y puestos en cautiverio y no serian devueltos a Desecheo.

Alternativa B(ii): 30-40 individuos de la salamanquita de Desecheo serian temporeramente mantenidos en cautiverio. La duración del riesgo sería a término medio para los individuos capturados.

Siguana o Ameiva de Desecheo
Riesgos por la Exposición al Tóxico
Una muestra poblacional de siguanas de Desecheo será capturadas y puestas en cautiverio antes de la aplicación del cebo, no estarían en riesgo por los impactos del tóxico.

Las siguanas de Desecheo restantes en vida silvestre en la isla estarían expuestas al tóxico a través de vías de exposición secundarias por consumir carroña, lagartos jóvenes, gecos jóvenes e invertebrados terrestres que consuman el cebo. El riesgo por la exposición al tóxico sería alto debido a la variedad de vías de exposición. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido al tiempo de retención del tóxico en el tejido de las especies que proveen una vía secundaria de exposición a las siguanas. La extensión de los impactos sería a la población remanente en la isla.

Riesgos por Perturbación
Las siguanas de Desecheo restantes en vida silvestre en la isla estarían expuestas a los disturbios causados por las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo y la extensión del riesgo sería a individuos remanentes en la isla.

Las siguanas de Desecheo individuales que estén en cautiverio previo a la aplicación del cebo están en un alto nivel de riesgo por perturbación por haber sido capturadas y por ser retenidas por un periodo de tiempo. Las operaciones de captura pueden potencialmente

causar lesiones o la muerte a algunos individuos, previo a traerlos a cautiverio, mientras que los individuos en cautiverio podrían estar en riesgo de lesiones, enfermedades y pobre nutrición que puede causar la muerte. La duración del riesgo sería para los individuos capturados y mantenidos en cautiverio.

Alternativa B(i): 20-30 pares de la siguana de Desecheo serian permanentemente removidos de la población silvestre y puestos en cautiverio y no serian devueltos a Desecheo.

Alternativa B(ii): 20-30 individuos de la siguana de Desecheo serian permanentemente temporeramente mantenidos en cautiverio. La duración del riesgo sería a término medio para los individuos capturados.

Lagartijo común de Desecheo

Riesgos por Exposición al Tóxico

Una muestra poblacional de lagartijos comunes de Desecheo serán capturadas y puestas en cautiverio antes de la aplicación del cebo no estarían en riesgo por los impactos del tóxico.

Los lagartijos comunes de Desecheo restantes en vida silvestre en la isla después que los animales hayan sido removidos para cautiverio estarían expuestos al brodifacoum a través de vías de exposición primarias y secundarias. Por lo general, los lagartijos comunes de Desecheo consumen invertebrados terrestres. La exposición por vías primaria es limitada a lagartos que consumen granos de cebo, así como la exposición por vía secundaria incluye el consumo de invertebrados terrestres. El riesgo por la exposición al tóxico sería alto debido a la variedad de vías de exposición, el riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido al tiempo de retención del tóxico en el tejido de las especies que proveen una vía secundaria de exposición a los lagartos. La extensión de los impactos sería a la población remanente en la isla luego de que un conjunto de animales sea removido para su cautiverio antes de la aplicación de cebo.

Riesgos por Perturbación

Los lagartos de Desecheo restantes en vida silvestre en la isla estarían expuestas a los disturbios causados por las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo y la extensión del riesgo sería a individuos remanentes en la isla luego de que se remueva un conjunto de lagartos para su cautiverio previo a la aplicación del cebo.

Los lagartijos comunes de Desecheo que estén en cautiverio previo a la implementación de la erradicación de ratas están en un alto nivel de riesgo por operaciones terrestres, así como la perturbación por haber sido capturados y por ser detenidos por un periodo de tiempo. Las operaciones de captura pueden potencialmente causar lesiones o la muerte a algunos individuos, previo a traerlos a cautiverio, mientras que los individuos en cautiverio podrían estar en riesgo de lesiones, enfermedades y pobre manejo que puede causar la muerte. La duración del riesgo sería para los individuos capturados y mantenidos en cautiverio.

Alternativa B(i): 20-30 parejas del lagartijo de Desecheo serian permanentemente removidas de la población silvestre y puestas en cautiverio y no serian devueltas a Desecheo.

Alternativas B(ii): 30-40 individuos del lagartijo de Desecheo serian temporeramente mantenidos en cautiverio. La duración del riesgo sería a término medio para los individuos capturados.

Culebra corredora de Puerto Rico

Riesgos por Exposición al Tóxico

La culebra corredora de Puerto Rico estaría expuesta al brodifacoum a través de vías de exposición secundarias por consumir lagartijos, gecos y siguanas que consuman el cebo. El riesgo por exposición al tóxico sería alto, debido a la variedad de vías de exposición. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido a la retención del tóxico en los tejidos de las especies que proveen una vía secundaria de exposición para las corredoras. La extensión de los impactos sería a toda la población en la isla.

Riesgos por Perturbación

Las culebras corredoras de Puerto Rico estarían expuestas a las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Sin embargo, las culebras han sido vistas rara vez y probablemente experimenten poco o ningún impacto por perturbación. Por lo cual, los impactos asociados a riesgos por perturbación para esta alternativa sería bajo. La duración del riesgo sería por un término corto y la extensión de los riesgos sería a individuos.

***Santa Lucía* o eslizón**

Riesgos por Exposición al Tóxico

Las santas lucías estarían expuestas al brodifacoum a través de vías de exposición primaria y secundaria. Por lo general, las santas lucías consumen invertebrados terrestres y pueden depredar pequeños lagartijos. La vía primaria sería al consumir el cebo, las vías secundarias serían al consumir invertebrados terrestres y pequeños lagartijos que consuman el cebo. El riesgo por la exposición al tóxico sería alto debido a la variedad de vías de exposición, el riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido al tiempo de retención del tóxico en el tejido de las especies que proveen una vía secundaria de exposición a la Santa Lucía. La extensión de los impactos sería a la población total en la isla.

Riesgos por Perturbación

Las santas lucías estarían expuestas a las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Sin embargo, las santas lucías son vistas rara vez y probablemente experimenten poco o ningún impacto por perturbación. Por lo cual, los impactos asociados a riesgos por perturbación para esta alternativa sería bajo. La duración del riesgo sería por un término corto, y la extensión de los riesgos sería a individuos.

Tortuga Carey, tortuga verde y el tinglar

Riesgos por la Exposición al Tóxico

Las tortugas pueden correr un riesgo primario a la exposición al brodifacoum comiéndolo directamente a medida que cae a través de la columna agua. Estas especies de tortugas comúnmente presentan un comportamiento de forrajeo que las hace poco probables a la exposición al toxico, pero individuos juveniles de tortugas verdes son conocidos por ser consumidores oportunistas y las tortugas marinas en general han sido documentadas consumiendo desechos marinos en distintos lugares(Carr 1987, Meylan 1988, Bjorndal et al. 1994, Coyne 1994, Bugoni et al. 2001, NOAA Fisheries com. personal). Al limitar la dispersión del cebo a estaciones colocadas en el antes de la línea de marea alta, el cebo solo podría entrar en el ambiente marino por un error humano, tal como un derrame de cebo mientras se desplazan de una estación a otra. Cualquier grano de cebo que entre al agua podría solamente ser consumido por las tortugas, durante las primeras horas previas a la inserción en el sedimento y a la ruptura en pequeños fragmentos (Empson and Miskelly 1999, Howald et al. 2010). Por lo tanto, el periodo de duración del riesgo para las tortugas marinas es de muy corto plazo. La extensión del riesgo es esencialmente insignificante. El riesgo de mortalidad para las tortugas, debido a que la probabilidad de exposición al toxico es extremadamente baja es desconocida, pero se sospecha que es insignificante.

Riesgos por Perturbación

El carey, la tortuga verde y el tinglar podrían estar expuestos a perturbación por el uso de botes, los cuales probablemente podrían causar que las tortugas se aparten del área temporeramente. Aunque, el uso de botes asociado con la erradicación de ratas podría no superar los niveles normales del uso de botes durante la temporada recreacional y podría estar limitado a botes pequeños y todos los operadores de los botes serán informados sobre los protocolos de NOAA para evitar alguna colisión de embarcaciones y perturbación relacionada con la vida marina (NOAA 2008). Las tortugas podrían no estar en riesgo por perturbación en la isla porque no se conoce que estas recorran en Desecheo durante el periodo de implementación de este proyecto; no se conoce de reproducción en la isla por la tortuga verde y el tinglar. Solo se ha reportado anidaje incidentales del carey en Desecheo. Sin embargo, los meses de anidaje predominantes para el carey en Puerto Rico y en las Islas Vírgenes de Estados Unidos es de junio a noviembre (aunque se podría documentar anidaje para cada mes del año) por lo que no hay riesgo a las tortugas intentando anidaje ya que esta actividad ocurre fuera del periodo operacional. Los impactos asociados con los riegos de perturbación para esta alternativa son bajos, la duración de la perturbación será por un periodo de tiempo corto y la extensión de los impactos sería a nivel de individuo.

4.7.3 Impactos en los Invertebrados

Los invertebrados cuentan con un sistema circulatorio distinto a los sistemas encontrados en las aves, los reptiles y los mamíferos. Por esta razón, se cree que no están en riesgo de mortalidad por el envenenamiento con brodifacoum. Sin embargo, unos cuantos estudios de laboratorio han sido llevados a cabo para validar esta declaración. En un estudio hecho por Morgan et al. (1996) encontró que aunque una especie de ortóptero de Nueva Zelandia fácilmente consumieron el brodifacoum en cebo, no hubo mortalidad cuando los individuos

fueron dosificados oralmente con brodifacoum. Otros estudios han demostrado que se encontró una variedad de invertebrados que consumen cebos en estaciones de cebo (Bowie y Ross 2006), se encontró residuos de brodifacoum en cangrejos terrestres durante la planificación de erradicación de roedores (Pain et al. 2000) y se encontró residuos de brodifacoum en invertebrados vivos luego de un intento de erradicación (Ogilvie et al. 1997). Se anticipa que los cangrejos terrestres serían los mayores consumidores de los granos de cebo (Island Conservation 2010a), mientras que una variedad de insectos también pueden alimentarse de los granos de cebo (Spurr and Drew 1999).

<u>Arácnidos</u> – (araña *Clubiona desecheonis*, araña *Camillina desecheonis* y el escorpión *Schizomus desecheo*)

Riesgos por la Exposición al Tóxico

Los arácnidos podrían estar expuestos al brodifacoum a través de vías de exposición secundarias al consumir invertebrados terrestres que consuman el cebo. No se considera ningún riesgo por toxicidad porque los arácnidos tienen un sistema circulatorio distinto al de los mamíferos, las aves y los reptiles y no se ha reportado ningún efecto negativo por el uso de brodifacoum. Los riesgos por la exposición al tóxico serían bajos por la vía única de exposición; sin embargo no habría riesgo de mortalidad. La duración del riesgo podría ser por un término mediano debido al tiempo de retención del tóxico en los tejidos de las especies que proveen las vías secundarias de exposición a los arácnidos. La extensión del impacto sería a la población global porque estas son especies endémicas únicas en la isla.

Riesgos por Perturbación

Los arácnidos estarían expuestos a las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados a la perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un término corto, y la extensión de los riesgos sería a individuos.

Cangrejo terrestre común

Riesgos por la Exposición al Tóxico

Los cangrejos terrestres comunes estarían expuestos al brodifacoum a través de vías primarias y vías secundarias. Generalmente, los cangrejos terrestres comunes son omnívoros y consumen invertebrados terrestres, carroña y semillas. La vía de exposición principal estaría limitada a cangrejos terrestres que consumen granos de cebo, mientras que las vías de exposición secundarias incluyen los que consumen invertebrados terrestres y carroña. No habría riesgo de mortalidad por el tóxico, porque los cangrejos terrestres tienen un sistema circulatorio distinto al de los mamíferos, las aves y los reptiles y porque los estudios no han demostrado mortalidad por la toxicidad del brodifacoum (Pain et al. 2000, Island Conservation 2010a). El riesgo por exposición sería alto por la variedad de vías de exposición al tóxico. La duración del riesgo podría ser de término mediano debido al tiempo de retención del tóxico en los tejidos de las especies que proveen vías secundarias de exposición a los cangrejos terrestres. La extensión de los impactos sería a la población en la isla.

Riesgos por Perturbación
Los cangrejos terrestres estarían expuestos a las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Sin embargo, los cangrejos terrestres son mayormente nocturnos y es probable que no experimenten impactos por perturbación. Por lo tanto, los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajo. La duración del riesgo sería por un término corto y la extensión de los riesgos sería a individuos.

Cangrejo ermitaño
Riesgos por Exposición al Tóxico
Los cangrejos ermitaños estarían expuestos al brodifacoum a través de vías primarias y vías secundarias. Generalmente, los cangrejos ermitaños son omnívoros y consumen invertebrados terrestres, carroña y semillas. La vía de exposición principal sería limitada a cangrejos que consumen granos de cebo, mientras que las vías de exposición secundarias incluyen los que consumen invertebrados terrestres y carroña. No habría riesgo de mortalidad por tóxico, porque los cangrejos ermitaños tienen un sistema circulatorio distinto al de los mamíferos, las aves y los reptiles y porque los estudios en cangrejos terrestres y en cangrejos ermitaños no han demostrado mortalidad por la toxicidad del brodifacoum (Pain et al. 2000, Island Conservation 2010a). El riesgo por exposición sería alto por la variedad de vías de exposición al tóxico. La duración del riesgo podría ser de término mediano debido al tiempo de retención del tóxico en los tejidos de las especies que proveen vías secundarias de exposición a los cangrejos. La extensión de los impactos sería a la población en la isla.

Riesgos por Perturbación
Los cangrejos ermitaños estarían expuestos a perturbación por las operaciones terrestres por las operaciones del cautiverio de reptiles y dispersión del cebo en la orilla de la costa, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un hábitat alterno. Los riesgos por perturbación para esta alternativa serían medianos. La duración del riesgo sería por un término corto y la extensión de los riesgos sería a individuos.

4.7.4 Impactos en los Murciélagos

Riesgos por la Exposición al Tóxico
Los riesgos por la exposición al tóxico son evaluados en términos generales, debido a que no se conocen las especies de los murciélagos en Desecheo. Tanto los murciélagos insectívoros como los frugívoros son nativos de Puerto Rico. Los murciélagos insectívoros serían expuestos a brodifacoum a través de vías secundarias, al consumir insectos aéreos que han consumido el cebo. El riesgo de mortalidad por brodifacoum en los murciélagos probablemente sea alto, pero los riesgos por la exposición al tóxico podría ser bajos, debido a que existe una sola vía secundaria y es poco probable que exista una vía de exposición a murciélagos frugívoros/omnívoros. La duración de los riesgos a murciélagos insectívoros podría ser por un término mediano debido al tiempo de retención del tóxico en los tejidos de las especies que proveen una vía de exposición secundaria a los murciélagos. La

extensión de los impactos podría ser a individuos, ya que se han reportado pocos avistamientos.

Riesgos por Perturbación
Es poco probable que los murciélagos sean expuestos a perturbación por operaciones terrestres o aéreas, ya que los murciélagos han sido avistados en Desecheo en el crepúsculo y en la noche.

4.7.5 Impactos en la Vegetación

Higo chumbo
Riesgos por la Exposición al Tóxico
El cactus higo chumbo no estaría en riesgo por la exposición al toxico, por lo tanto la extensión de los impactos no sería significativo y no requiere escrutinio adicional.

Riesgos por Perturbación
El higo chumbo podría ser expuesto a la perturbación por las operaciones terrestres, que sería mitigado al proveer al personal, fotografías y claves de identificación del cactus, un mapa con la localización aproximada donde se conoce que existen plantas y coordinadas de GPS indicando la localización exacta de individuos que se conocen que están en Desecheo. Además, el personal sería orientado sobre cómo evitar perturbar el cactus al conducir operaciones terrestres. El riesgo por exposición sería bajo debido a la extensión de las medidas de mitigación que serían implementadas durante las operaciones terrestres. La duración del riesgo podría ser a corto plazo, la extensión de los riesgos sería a individuos.

Otra Vegetación/Flora
Riesgos por la Exposición al Tóxico
La vegetación no estaría en riesgo por la exposición al toxico, por lo tanto la extensión de los impactos no sería significativo y no requiere escrutinio adicional.

Riesgos por Perturbación
La vegetación estaría expuesta a perturbación por las operaciones terrestres. Los impactos asociados los riesgos de perturbación serían bajos. La duración del riesgo podría ser a corto plazo, la extensión de los riesgos sería a individuos o estaría limitado al área inmediata de la actividad.

4.7.6 Tabla de Impactos por Alternativa B: Recursos Biológicos

Tabla 4.1. Impactos de la Alternativa B (dispersión aérea de brodifacoum con retención de reptiles en cautiverio) en los recursos biológicos. Las especies están listadas en orden en que fueron discutidas en el texto.

Species	Toxicant exposure risk level[1]	Risk mortality - toxicant use[2]	Disturbance risk[3]	Extent of risk within a population[4]		Duration of risk[5]	
				toxicant	disturbance	toxicant	disturbance
Red-tailed Hawk & American Kestrel	High	High	Low	Island	Individ.	Medium	Short
Pearly-eyed Thrasher	High	High	Medium	Island	Individ.	Medium	Medium
Northern Mockingbird, Smooth-billed Ani, Shiny Cowbird	High	High	Low	Individ.	Individ.	Medium	Short
Zenaida Dove & Common Ground-dove	High	High	Medium	Island/ Individ.[6]	Individ.	Short	Medium
Black-whiskered Vireo & Gray Kingbird	Medium	High	Low	Island	Individ.	Medium	Short
Mangrove Cuckoo	High	High	Low	Individ.	Individ.	Medium	Short
American Oystercatcher	Low	High	Medium	Island	Individ.	Medium	Short
Ruddy Turnstone, Great Blue Heron, Green Heron, Great Egret	High	High	Low	Individ.	Individ.	Medium	Short
Belted Kingfisher	Medium	High	Low	Individ.	Individ.	Medium	Short
House Sparrow, Bronze Mannikin, & Orange-cheeked Waxbill	High	High	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
Peregrine Falcon & Northern Harrier	High	High	Low	Individ.	Individ.	Medium	Short
Merlin	Medium	High	Low	Individ.	Individ.	Medium	Short
Laughing Gull	High	High	Low	Individ.	Individ.	Medium	Short
Brown Booby & Brown Pelican	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
Magnificent Frigatebird & Red-footed Booby	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
Bridled Tern, Sooty Tern & Brown Noddy	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
White-tailed Tropicbird	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
Desecheo Gecko wild	Medium	High	Low	Island	Individ.	Medium	Short
[7]captive (i)	None	None	High	None	Individ.	None	Perm.[8]
captive (ii)	None	None	High	None	Individ.	None	Medium
Desecheo Ameiva wild	High	High	Low	Island	Individ.	Medium	Short
captive (i)	None	None	High	None	Individ.	None	Perm.
captive (ii)	None	None	High	None	Individ.	None	Medium
Desecheo Anole wild	High	High	Low	Island	Individ.	Medium	Short
captive (i)	None	None	High	None	Individ.	None	Perm.
captive (ii)	None	None	High	None	Individ.	None	Medium
Puerto Rico Racer	High	High	Low	Island	Individ.	Medium	Short
Slippery-backed Skink	High	High	Low	Island	Individ.	Medium	Short
Hawksbill, Green & Leatherback Sea Turtles	Low	Low	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
Arachnids [9]	Low	None	Low	Global	Individ.	Medium	Short
Purple Landcrab	High	None	Low	Island	Individ.	Medium	Short
Hermit Crab	High	None	Medium	Island	Individ.	Medium	Short
Bats (insectivores)	Low	High	None	Individ.	None	Medium	None
Higo Chumbo	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
Other Vegetation/Flora	None	None	Low	None	Individ.	None	Short

NOTES TO TABLE 4.1

[1]None: No exposure pathway; Low: Possible exposure pathway; Medium: One exposure pathway; High: Multiple exposure pathways.

[2] None: No toxicological sensitivity; Low: Minor toxicological sensitivity; Medium: Moderate toxicological sensitivity; High: Severe toxicological sensitivity.

[3]None: No disturbance pathway; Low: Low sensitivity to disturbance; Medium: Moderate sensitivity to disturbance; High: Severe sensitivity to disturbance.

[4] Individual (Individ.): Few individuals affected, no affect on resident breeding population; Island population (Island): Resident breeding population affected, no affect on regional or global population; Global or regional population (Global): Regional or global population affected.

[5]Short: Impacts for up to two months; Medium: Impacts for two to six months; Long: Impacts for more than six months.

[6]Extent of risk within a population for both toxicant and disturbance is: Island for zenaida dove and Individual for common ground-dove.

[7] Captive (i) and (ii) represents Alternatives B(i) and B(ii)

[8] Permanent (Perm.) Individuals are permanently removed from the population.

[9]Arachnids: *Clubiona desecheonis*, *Camillina desecheonis* and *Schizomus desecheo*.

4.8 Impactos de la Alternativa C en los Recursos Biológicos: (dispersión aérea de brodifacoum)

4.8.1 Impactos a las Aves

Los impactos a las aves en Desecheo asociados con la toxicidad y la exposición a Brodifacoum-25D y a la perturbación por la implementación de la operación para la erradicación de ratas en la Alternativa C son los mismos que los mencionados en la Alternativa B. Para un análisis completo de los impactos a las aves por la alternativa favor de referirse a la Sección 4.7.1.

4.8.2 Impactos a los Reptiles

Los riesgos por exposición a tóxicos para los reptiles en Desecheo serían por vía primaria (al consumir el cebo) o por vía secundaria (al consumir presas contaminadas). En cualquier caso, el tiempo de riesgo de exposición es relativamente corto, comenzando con la fecha de la aplicación y finalizando hasta que el brodifacoum haya desaparecido del ambiente. Las tres especies de lagartos y la salamanquita de Desecheo son principalmente insectívoras que cazan presas en movimiento, con la excepción de la siguana o *Ameiva* que también depreda los lagartijos del genero *Anolis*. Por lo tanto, la ingestión directa del cebo no sería probable. Sin embargo, en estudios de campo utilizando un cebo biomarcador de placebo, aproximadamente 20 porciento de los lagartijos del genero Anolis arrojaron positivo para el biomarcador, pero no se pudo confirmar la vía de contaminación (Island Conservation 2010c). La mayoría de la exposición podría ser por vías secundarias de ingestión por invertebrados contaminados, lagartijos contaminados o porque las siguanas o *Ameivas* carroñan en ratas muertas. Un experimento hecho con gecos del genero *Sphaerodactylus* en cautiverio no demostró un efecto directo por la exposición al cebo en granos (reportado en

García 1994). Los invertebrados terrestres consumen cebo en granos y se ha reportado envenenamiento por vía secundaria de aves insectívoras (Eason y Spurr 1995). Igualmente el riesgo de exposición de la culebra corredora de Puerto Rico es probablemente por vía de ingestión de sus presas preferidas contaminadas: los lagartijos y gecos (Henderson y Sajdak 1996). Sin embargo, una erradicación de ratas exitosa en la isla de Antigua resultó en una mortalidad no detectable de la amenazada a la culebra corredora de Antigua *Alsophis antiguae* y de hecho la población de la culebra corredora duplicó su tamaño en tan solo 18 meses después de la erradicación de ratas (Daltry 2006).

La toxicidad de brodifacoum a los reptiles es discutida en la Sección 3.6.1. Debido al poco conocimiento adquirido a nivel experimental en laboratorios y en el campo sobre la toxicidad por rodenticidas a los reptiles, este análisis presenta el enfoque más cauteloso, anticipando un alto riesgo de exposición al tóxico de brodifacoum.

Debido a que la fauna reptil de la isla de Desecheo se compone de tres especies endémicas únicas de la isla con una distribución y tamaño de población restringida (véase la Sección 3.6.1), existe un potencial de mortalidad significativa, a nivel poblacional, para los reptiles durante la aplicación de cebo. Además, a pesar que la Santa Lucía y la culebra corredora de Puerto Rico son especies nativas con poblaciones en cualquier lugar en Puerto Rico, se cuestiona su estatus como unas sub-especies y la Santa Lucía es clasificada como especie vulnerable basada en su distribución limitada y avistamientos reportados (García et al. 2005). La información sobre la ecología de las especies, abundancia poblacional y distribución a través de la isla es limitada, particularmente en años recientes. Solo existe un estudio de la salamanquita, desde el 1987 donde se reportó densidades de 3-19 animales en 125m^2 de bosque y sugiere que el geco es probablemente una especie que se encuentra únicamente en áreas boscosas. Además, se encontraron más animales durante los meses más húmedos en donde sus niveles de actividad aumentan (Meier y Noble 1990a). La Santa Lucía solo ha sido reportada una vez en la isla de Desecheo en el 1987, cuando fue avistada principalmente en las comunidades de cactus espinoso (Meier y Noble 1990b). Basado en avistamientos, se cree que el lagartijo endémico y la siguana son abundantes (Earsom 2002, Island Conservation 2009).

Estudios de campo llevados a cabo en el 2009 y el 2010 proveyeron datos principalmente sobre la densidad y abundancia de la población del lagartijo de Desecheo, la salamanquita, la siguana y sobre la culebra corredora (véase Sección 3.6.1). Usando diferentes, pero estandarizadas técnicas de estudio, la población total para la siguana de Desecheo fue estimada en 7,469 individuos (1,800 – 13,137; 95% intervalo de confianza), para el lagartijo de Desecheo fue 52,111 individuos (31,464 – 72,758; 95% intervalo de confianza) y para el geco el estimado fue 13,261 individuos (8,796 – 19,991; 95% intervalo de confianza). Sin embargo, los estimados de población para la salamanquita de Desecheo varía entre tipos de hábitats con estimados mucho más bajos en pastizales, (1,179 individuos: 464 – 2,998; 95% intervalo de confianza) yen hábitats boscosos (7,328 individuos: 4,535 – 11,840; 95% intervalo de confianza). Las poblaciones estimadas para cada una de estas especies varía entre hábitats, y los estimados fueron generalmente más bajos en pastizales que en arbustos y habitas boscosos. La densidad de la culebra corredora de Puerto Rico fue generalmente baja a través de la isla, con un promedio de solo siete

individuos reportados por hectárea. Las densidades de las poblaciones de los cuatro reptiles monitoreados fueron consideradas generalmente bajas en comparación con las poblaciones de la isla principal de especies similares, lo que sugiere que las densidades de reptiles están siendo impactadas por las ratas.

Los impactos en los reptiles que están asociados con la toxicidad y exposición de Brodifacoum-25D y a la perturbación por la implementación de la operación de erradicación en la Alternativa C son mayormente iguales a las presentadas en la Alternativa B. Sin embargo, debido a que la Alternativa C no propone la remoción de animales para cautiverio, todos los impactos anticipados como resultado de esta alternativa afectarían la población total en la isla de las tres especies endémicas únicas de la isla; esta podría ser la población global o los individuos dentro de esa población.

Salamanquita o geco de Desecheo

Riesgos por la Exposición al Tóxico

Las salamanquitas de Desecheo estarían expuestas al brodifacoum a través de vías de exposición secundaria por consumir micro invertebrados que consuman el cebo. El riesgo por exposición al tóxico sería mediano debido a la vía única de exposición. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido a la retención del tóxico en los tejidos de las especies que proveen una vía secundaria de exposición para las salamanquitas. La extensión de los impactos sería a la población global.

Riesgos por Perturbación

Las salamanquitas de Desecheo estarían expuestas a las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo y la extensión del riesgo sería a individuos.

Siguana o Ameiva de Desecheo

Riesgos por la Exposición al Tóxico

Las siguanas de Desecheo estarían expuestas a brodifacoum a través de vías de exposición secundarias por consumir carroña, lagartos jóvenes, gecos jóvenes y adultos e invertebrados terrestres que consuman el cebo. El riesgo por la exposición al tóxico sería alto debido a la variedad de vías de exposición. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido al tiempo de retención del tóxico en el tejido de las especies que proveen una vía secundaria de exposición a las siguanas. La extensión de los impactos sería a la población global.

Riesgos por Perturbación

Las siguanas de Desecheo estarían expuestas a las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo y la extensión del riesgo sería a individuos.

Lagartijo común de Desecheo

Riesgos por Exposición al Tóxico

Los lagartijos de Desecheo estarían expuestos al brodifacoum a través de vías de exposiciones primarias y secundarias. Por lo general, los lagartijos comunes de Desecheo consumen invertebrados terrestres. La exposición por vías primaria es limitada a lagartos que consumen granos de cebo, así como la exposición por vía secundaria incluye el consumo de invertebrados terrestres. El riesgo por la exposición al tóxico sería alto debido a la variedad de vías de exposición, el riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido al tiempo de retención del tóxico en el tejido de las especies que proveen una vía secundaria de exposición a los lagartos. La extensión de los impactos sería a la población global.

Riesgos por Perturbación

Los lagartos de Desecheo estarían expuestos a las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo y la extensión del riesgo sería a individuos.

Culebra corredora de Puerto Rico

Los impactos a la corredora de Puerto Rico asociados a la toxicidad y exposición a Brodifacoum-25D y a la perturbación por la implementación de la operación para la erradicación de ratas en la Alternativa C son los mismos que los mencionados en la Alternativa B. Para un análisis completo de los impactos a las culebras corredoras de Puerto Rico por esta alternativa favor de referirse a la Sección 4.7.2.

Santa Lucía o Eslizón

Los impactos a la Santa Lucía asociados a la toxicidad y exposición a Brodifacoum-25D y a la perturbación por la implementación de la operación para la erradicación de ratas en la Alternativa C son los mismos que los mencionados en la Alternativa B. Para un análisis completo de los impactos a la Santa Lucías por esta alternativa favor de referirse a la Sección 4.7.2.

La tortuga carey, tortuga verde y el tinglar

Los impactos al carey, a la tortuga verde y al tinglar asociados a la toxicidad y exposición a Brodifacoum-25D y a la perturbación por la implementación de la operación para la erradicación de ratas en la Alternativa C son los mismos que los mencionados en la Alternativa B. Para un análisis completo de los impactos al carey, a la tortuga verde y al tinglar por esta alternativa favor de referirse a la Sección 4.7.2.

4.8.3 Impactos en los Invertebrados

Los impactos a los invertebrados, incluyendo los tres arácnidos (*Clubiona desecheonis*, *Camillina desecheonis* y *Schizomus desecheo*), el cangrejo terrestre común y el cangrejo ermitaño asociados a la toxicidad y exposición a Brodifacoum-25D y a la perturbación por la implementación de la operación para la erradicación de ratas en la Alternativa C son los

mismos que los mencionados en la Alternativa B. Para un análisis completo de los impactos a los invertebrados por esta alternativa favor de referirse a la Sección 4.7.3.

4.8.4 Impactos en los Murciélagos

Los impactos a los murciélagos asociados a la toxicidad y exposición a Brodifacoum-25D y a la perturbación por la implementación de la operación para la erradicación de ratas en la Alternativa C son los mismos que los mencionados en la Alternativa B. Para un análisis completo de los impactos a los murciélagos por esta alternativa favor de referirse a la Sección 4.7.4.

4.8.5 Impactos en la Vegetación

Los impactos en la vegetación, incluyendo el cactus higo chumbo, asociado a la toxicidad y exposición a Brodifacoum-25D y a la perturbación por la implementación de la operación para la erradicación de ratas en la Alternativa C son los mismos que los mencionados en la Alternativa B. Para un análisis completo de los impactos a la vegetación por esta alternativa favor de referirse a la Sección 4.7.5.

4.8.6 Tabla de Impactos para la Alternativa C: Recursos Biológicos

Tabla 4.2. Impactos por la Alternativa C (dispersión aérea de brodifacoum) a los recursos biológicos.

Species	Toxicant exposure risk level[1]	Risk mortality - toxicant use[2]	Disturbance risk[3]	Extent of risk within a population[4]		Duration of risk[5]	
				toxicant	disturbance	toxicant	disturbance
Red-tailed Hawk & American Kestrel	High	High	Low	Island	Individ.	Medium	Short
Pearly-eyed Thrasher	High	High	Medium	Island	Individ.	Medium	Medium
Northern Mockingbird, Smooth-billed Ani, Shiny Cowbird	High	High	Low	Individ.	Individ.	Medium	Short
Zenaida Dove & Common Ground-dove	High	High	Medium	Island/ Individ.[6]	Individ.	Short	Medium
Black-whiskered Vireo & Gray Kingbird	Medium	High	Low	Island	Individ.	Medium	Short
Mangrove Cuckoo	High	High	Low	Individ.	Individ.	Medium	Short
American Oystercatcher	Low	High	Medium	Island	Individ.	Medium	Short
Ruddy Turnstone, Great Blue Heron, Green Heron, Great Egret	High	High	Low	Individ.	Individ.	Medium	Short
Belted Kingfisher	Medium	High	Low	Individ.	Individ.	Medium	Short
House Sparrow, Bronze Mannikin, & Orange-cheeked Waxbill	High	High	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
Peregrine Falcon & Northern Harrier	High	High	Low	Individ.	Individ.	Medium	Short
Merlin	Medium	High	Low	Individ.	Individ.	Medium	Short
Laughing Gull	High	High	Low	Individ.	Individ.	Medium	Short
Brown Booby & Brown Pelican	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
Magnificent Frigatebird & Red-footed Booby	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
Bridled Tern, Sooty Tern & Brown Noddy	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
White-tailed Tropicbird	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
Desecheo Gecko	Medium	High	Low	Global	Individ.	Medium	Short
Desecheo Ameiva	High	High	Low	Global	Individ.	Medium	Short
Desecheo Anole	High	High	Low	Global	Individ.	Medium	Short
Puerto Rico Racer	High	High	Low	Island	Individ.	Medium	Short
Slippery-backed Skink	High	High	Low	Island	Individ.	Medium	Short
Hawksbill, Green & Leatherback Sea Turtles	Low	Low	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
Arachnids[7]	Low	None	Low	Global	Individ.	Medium	Short
Purple Landcrab	High	None	Low	Island	Individ.	Medium	Short
Hermit Crab	High	None	Medium	Island	Individ.	Medium	Short
Bats (insectivores)	Low	High	None	Individ.	None	Medium	None
Higo Chumbo	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
Other Vegetation/Flora	None	None	Low	None	Individ.	None	Short

NOTES TO TABLE 4.2

[1]None: No exposure pathway; Low: Possible exposure pathway; Medium: One exposure pathway; High: Multiple exposure pathways.

[2] None: No toxicological sensitivity; Low: Minor toxicological sensitivity; Medium: Moderate toxicological sensitivity; High: Severe toxicological sensitivity.

[3] None: No disturbance pathway; Low: Low sensitivity to disturbance; Medium: Moderate sensitivity to disturbance; High: Severe sensitivity to disturbance.

[4] Individual (Individ.): Few individuals affected, no affect on resident breeding population; Island population (Island): Resident breeding population affected, no affect on regional or global population; Global or regional population (Global): Regional or global population affected.
[5] Short: Impacts for up to two months; Medium: Impacts for two to six months; Long: Impacts for more than 6 months.
[6] Extent of risk within a population for both toxicant and disturbance is: Island for zenaida dove and Individual for common ground-dove.
[7] Arachnids: *Clubiona desecheonis*, *Camillina desecheonis* and *Schizomus desecheo*.

4.9 Impactos de la Alternativa D (dispersión aérea de diphacinone con retención de reptiles en cautiverio)

4.9.1 Impactos en las Aves

No se conoce de especies de aves en la isla de Desecheo que sufrirían impactos a largo plazo a nivel poblacional por las actividades de erradicación de ratas. Los números de aves en Desecheo son relativamente bajos, todas las especies de aves residentes y migratorias son especies comunes encontradas globalmente o regionalmente y cualquier extirpación local de especies residentes sería probablemente a corto plazo, ya que las aves de la isla principal cercana recolonizarían la isla. Sin embargo, las aves individuales presentes en Desecheo a la hora de la aplicación de cebo aéreo podrían estar en riesgo de exposición durante o inmediatamente después de la aplicación de cebo (aproximadamente dos semanas).

El riesgo de mortalidad por los efectos toxicológicos del diphacinone ha sido descrito en la Sección 2.3.2.3 y es considerado, generalmente, bajo en comparación con el brodifacoum. Sin embargo, el riesgo depende de las distintas vías de exposición al cebo entre las diferentes especies. Por lo tanto, en el análisis descrito abajo, el riesgo de exposición por el diphacinone es el criterio primario usado para evaluar el riesgo de impacto por el uso de cebo por diferentes especies. Además, hemos representado la toxicidad reducida de diphacinone al asumir un impacto moderado a las aves por diphacinone, en comparación al impacto alto que se asume por el uso de brodifacoum y hemos representado la duración del riesgo como corto en comparación a la duración a término mediano de brodifacoum (véase Sección 4.6.4.1).

Generalmente, las especies en alto riesgo por exposición primaria al diphacinone (por consumir el cebo directamente) incluirían las aves granívoras que principalmente se alimentan de semillas y granos y algunas aves omnívoras carroñeras. Las aves en alto riesgo por exposición secundaria incluirían las depredadoras y las carroñeras, en particular los animales que se alimentan de ratas, cadáveres o invertebrados grandes que viven en el suelo como los escarabajos. Las aves que tienen una amplia dieta omnívora estarían inicialmente en alto riesgo por exposición primaria y secundaria

Las aves en bajo riesgo por exposición primaria incluyen las especies forrajeras en la zona intermareales, porque los procedimientos de mitigación para la aplicación de cebo en la

costa reduciría la probabilidad que los granos entren al ambiente marino y ya que cualquier grano que entre al agua se desintegraría y no estaría disponible dentro de las primeras horas. Las aves que se especializan en invertebrados intermareales estarían en bajo riesgo de exposición secundaria por las mismas razones.

Las aves que se alimentan de invertebrados terrestres estarían en riesgo por exposición secundaria sólo si las presas están consumiendo directamente del cebo; en Desecheo, las hormigas (Formicidae) han sido observadas consumiendo directamente del cebo, pero los cangrejos, escarabajos (Coleoptera), las cucarachas (Blattidae) y el insecto " weta" de Nueva Zelandia han sido observados consumiendo el cebo en otros lugares (Ogilvie et al. 1997, Island Conservation información no publicada). Las aves que se alimentan principalmente de insectos voladores e insectos de dosel y de micro-invertebrados terrestres estarían en bajo riesgo por exposición secundaria debido a la baja posibilidad que estos taxones de invertebrados adquieran diphacinone por ingestión directa del cebo.

El riesgo de exposición secundaria y terciaria para las aves que consumen invertebrados terrestres y de dosel se reduciría a un riesgo sin importancia en los primeros de meses luego de la aplicación del cebo. La probabilidad de exposición en especialistas intermareales probablemente no tenga importancia dentro de los 30 días después de la aplicación final del cebo.

Las siguientes secciones presentan un análisis de los impactos tóxicos y por perturbación a cada especie de ave identificada conocida como residente de Puerto Rico y registrada en Desecheo en los últimos 10 años (desde el año 2000) y aquellas que tienen un hábito forrajero que podría dar lugar a un mayor riesgo por la exposición (especies granívoras, omnívoras y carnívoras). Además, hemos estimado el número de individuos por especie que podrían ser impactados adversamente por la Alternativa D; hemos asumido el peor escenario y considerado cualquier individuo que podría estar presente en la isla durante las operaciones de aplicación de cebo, que sea vulnerable a impactos adversos por la alternativa.

<u>Evaluación de Riesgo para las Especies</u>

4.9.1.1 Especies Residentes Permanentes en Puerto Rico

Todas las especies evaluadas abajo, han sido documentadas en Desecheo desde el 2000 y frecuentemente observadas en Desecheo en febrero y marzo del 2009 y del 2010 y son consideradas residentes de la isla; con excepción del playero turco y la tórtola blanca. Aún cuando el playero turco y la tórtola blanca no han sido reportados frecuentemente en los pasados 10 años, se incluyen en el análisis de esta sección porque son especies comunes y residentes permanentes en Puerto Rico y podrían, por lo tanto también ser residentes permanentes de Desecheo, pero en densidades bajas. Las especies listadas abajo probablemente estén presentes en Desecheo durante las operaciones de aplicación de cebo y podrían estar presente en la isla por todo o parte del tiempo durante el cual diphacinone podría estar disponible en el ambiente.

<u>Aves depredadoras</u> – *guaraguao colirrojo, falcón común*

Riesgos por la Exposición al Tóxico
El falcón común y el guaraguao colirrojo podrían exponerse a diphacinone a través de vías secundarias al consumir ratas, paseriformes, reptiles, carroña e invertebrados terrestres grandes que consumen cebo; el riesgo de exposición sería alto por el alcance de las vías de exposición de estos depredadoras. El riesgo de mortalidad sería alto y el riesgo sería por un término mediano debido al tiempo de retención del cebo en el tejido de especies que proveen una vía de exposición secundaria. La extensión del impacto sería a la población de la isla.

Riesgos por Perturbación
El falcón común y el guaraguao colirrojo podrían exponerse a perturbación por operaciones aérea, que podrían causar que desaparezcan de su localización inmediata a un lugar alterno y temporeramente cambiaría su comportamiento reproductivo. Los impactos asociados con los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un plazo corto, la extensión del riesgo sería a individuos.

- 0-10 guaraguaos colirrojos podrían ser impactados por la Alternativa D.
- 5-25 falcones comunes podrían ser impactados por la Alternativa D.

<u>Aves Omnívoras</u> – *zorzal pardo, ruiseñor, judío, tordo lustroso*

Riesgos por la Exposición al Tóxico
Estas especies omnívoras podrían estar expuestas a diphacinone, a través de vías de exposición secundarias por el consumo de invertebrados terrestres y lagartijos que consumen el cebo. Además, el tordo lustroso también estaría expuesto a través de vías de exposición primaria ya que esta especie también consume granos. El riesgo por exposición de todas las especies omnívoras sería alto por el alcance de las vías de exposición. El riesgo por mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un plazo término mediano debido al tiempo de retención del cebo en el tejido de las especies que proveen una vía de exposición secundaria a paseriformes. Para el zorzal pardo, la extensión del impacto sería a la población en la isla. Para el ruiseñor, el judío y el tordo lustroso la extensión del impacto sería a individuos porque estas especies no son comunes en Desecheo.

Riesgos por Perturbación
Las especies omnívoras que podrían estar expuestas a la perturbación por operaciones aéreas, probablemente desaparezcan de su localidad inmediata a un hábitat alterno y temporeramente cambiarían su comportamiento reproductivo. Los impactos al zorzal pardo asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían medianos y la duración de este riesgo sería por un término mediano, debido a que estas especies son residentes reproductivas permanentes en Desecheo. Los riesgos por perturbación para el ruiseñor, el judío, y el tordo lustroso serían bajos y la duración de este riesgo sería a corto plazo debido a que estas especies solo son conocidas como visitantes a la isla. La extensión de este riesgo a todas las especies sería individual.

- 25-50 zorzales pardos podrían ser impactados por la Alternativa D.
- 0-10 ruiseñores podrían ser impactados por la Alternativa D.

- 0-10 judíos podrían ser impactados por la Alternativa D.
- 0-10 tordos lustrosos podrían ser impactados por la Alternativa D.

<u>Aves Granívoras</u> – *tórtola cardosantera, tórtola blanca*

Riesgos por la Exposición al Tóxico
Las tórtolas podrían estar expuestas al diphacinone por vías de exposición primarias. Las tórtolas son especies granívoras que comúnmente consumen semillas y granos. Dado a que diphacinone- 50 es un cebo de grano y las tórtolas son especies granívoras que se alimentan en el suelo, probablemente consumirían los granos directamente y el riesgo a la exposición sería alto. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería a corto plazo. La extensión del impacto a la tórtola cardosanteras sería a la población en la isla, y para la tórtola blanca sería a individuos porque las tórtolas blancas no son comunes en Desecheo.

Riesgos por Perturbación
Las tórtolas podrían estar expuestas a perturbación por operaciones aéreas y terrestres, que podrían causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un hábitat alterno y podría cambiar temporeramente su comportamiento reproductivo. Los impactos asociados con los riesgos por perturbación para esta alternativa serían medianos. La duración de este riesgo sería por un término mediano. La extensión de este riesgo para la tórtola cardosantera sería a la población en la isla, pero para la tórtola blanca sería a individuos debido a que estas especies no son comunes en Desecheo.

- 25-50 tórtolas cardosanteras podrían ser impactadas por la Alternativa D.
- 0-5 tórtolas blancas podrían ser impactadas por la Alternativa D.

<u>Aves Forrajeras de Dosel</u> – *julian chivi, pitirre*

Riesgos por la Exposición al Tóxico
Las aves forrajeras de dosel probablemente estén expuestas a diphacinone a través de vías de exposición secundaria al consumir invertebrados que consuman el cebo; el riesgo de exposición sería mediano debido a una sola vía de exposición. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido a la retención del cebo en el tejido de las especies que proveen una vía de exposición secundaria a individuos. La extensión del impacto sería a la población en la isla.

Riesgos por Perturbación
Las aves forrajeras de dosel podrían estar expuestas a perturbación por las operaciones aéreas, que podrían causar su desaparición de su localidad inmediata a un hábitat alterno. Los impactos relacionados con los riesgos de perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por corto plazo, la extensión del riesgo sería a individuos

- 0-50 julián chivis podrían ser impactados por la Alternativa D.
- 0-50 pitirres podrían ser impactados por la Alternativa D.

<u>Aves Forrajeras de Dosel/Suelo</u> – *pájaro bobo menor*

Riesgos por la Exposición al Tóxico
El pájaro bobo menor probablemente esté expuesto a diphacinone a través de vías de exposición secundaria al consumir invertebrados y pequeños lagartijos que consumen cebo; el riesgo de exposición sería alta debido a la variedad de vías de exposición. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido a la retención del cebo en el tejido de las especies que proveen una vía de exposición secundaria a individuos. La extensión del impacto sería a individuos porque los pájaros bobos menores no son comunes en Desecheo.

Riesgos por Perturbación
El pájaro bobo menor podría estar expuesto a perturbación por las operaciones aéreas, que podrían causar su desaparición de su localidad inmediata a un hábitat alterno. Los impactos relacionados con los riesgos de perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por corto plazo, la extensión del riesgo sería a individuos.

- 0-5 pájaros bobos menor podrían ser impactados por la Alternativa D.

<u>Aves Forrajeras Acuáticas Costeras</u> – *playero turco, ostrero, garzón cenizo, garza real, martinete, martin pescador*

Riesgos por la Exposición al Tóxico
Los ostreros podrían estar expuestos a diphacinone a través de exposición por vías secundarias al consumir bivalvos que podrían estar expuestos al diphacinone a través de la entrada de cebo al ambiente marino. Los riesgos por exposición serían bajos debido a una sola vía de exposición y las medidas de mitigación costeras diseñadas para reducir el derrame de cebo en el ambiente. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un plazo mediano, debido al tiempo de retención del cebo en los tejidos de especies intermareales que proveen una vía secundaria de exposición a los ostreros. La extensión del impacto podría ser a la población en la isla, ya que se conoce que esta especie se reproduce en Desecheo.

Los playeros turcos podrían estar expuestos a diphacinone a través de vías de exposición primaria y secundaria, mientras que los garzones cenizos, martinetes y las garzas reales estarían expuestos a través de vías secundarias solamente. Generalmente, los playeros turcos forrajean en la zona intermareales por invertebrados acuáticos e insectos, pero consumen carroña, mientras que los garzones cenizos, los martinetes y las garzas reales también consumen carroña e invertebrados intermareales, así como pescado, ratas y pequeños reptiles. La vía de exposición primaria probablemente sería limitada a individuos de playeros turcos que podrían consumir granos de cebo blandos, mientras que las vías de exposición secundaria para los playeros turcos, garzones cenizos, martinetes y garzas reales podría incluir el consumo de ratas, invertebrados intermareales, incluyendo cangrejos y carroña. Pero el riesgo por exposición sería alto debido a la variedad de las vías de exposición del cebo para estas especies. El riesgo por mortalidad sería alto y la duración del riesgo probablemente sería en un término mediano, debido a la retención del cebo en los tejidos de las especies que proveen una vía de exposición secundaria. La extensión del

impacto sería a individuos debido a que estas especies no son comunes en Desecheo y no se conoce que se reproduzcan.

El martin pescador probablemente esté expuesto a diphacinone a través de vías de exposición secundarias al consumir ratas que consumen cebo; el riesgo de exposición sería mediano debido a la vía de exposición única. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido a la retención del cebo en el tejido de las especies que proveen una vía de exposición secundaria al ave. La extensión del impacto sería a individuos porque los martin pescadores no son comunes en Desecheo y no existe información de que se reproduzcan.

Riesgos por Perturbación
Las aves forrajeras acuáticas costeras podrían estar expuestas a perturbación por operaciones aéreas y terrestres, que podrían causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un hábitat alterno. Para los ostreros, los impactos asociados con los riesgos por perturbación para esta alternativa sería medianos, la duración de este riesgo sería por un término medio y el impacto sería a la población en la isla, dado que se conoce que esta especie se reproduce en Desecheo. Para las especies remanentes los impactos asociados a riesgos de perturbación sería bajo, la duración del riesgo sería por un corto plazo y la extensión del riesgo sería a individuos debido a que estas especies no son comunes en Desecheo y no se conoce que esta especie se reproduzca en Desecheo.

- 0-25 playeros turcos podrían ser impactados por la Alternativa D
- 0-25 ostreros podrían ser impactados por la Alternativa D
- 0-5 garzones cenizos podrían ser impactados por la Alternativa D
- 0-5 martinetes podrían ser impactados por la Alternativa D
- 0-5 garzas reales podrían ser impactadas por la Alternativa D
- 0-5 martin pescador podrían ser impactados por la Alternativa D

<u>Aves Granívoras: especies terrestres no nativas</u> – *gorrión común, diablito, veterano*

Riesgos por la Exposición al Tóxico
Las aves granívoras terrestres no nativas podrían estar expuestas al brodifacoum por vías de exposición primarias. Estas aves terrestres son granívoras que comúnmente consumen semillas. Dado a que Diphacinone-50 es un cebo de grano y estas especies frecuentemente forrajean en el suelo, probablemente consumirían los granos directamente y el riesgo a la exposición sería alto. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería a corto plazo y la extensión del impacto sería a individuos porque estas especies no son comunes en Desecheo.

Riesgos por Perturbación
Las aves terrestres no nativas podrían estar expuestas a perturbación por operaciones aéreas, que podrían causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un hábitat alterno. Los impactos asociados con los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración de este riesgo sería por un corto plazo y la extensión de este riesgo sería a individuos debido a que estas especies no son comunes en Desecheo.

- 0-50 gorriones común es podrían ser impactados por la Alternativa D.
- 0-50 diablitos podrían ser impactados por la Alternativa D.
- 0-50 veteranos podrían ser impactados por la Alternativa D.

4.9.1.2 Aves Migratorias de Invierno en Puerto Rico

Las siguientes especies son aves migratorias de invierno, típicamente presentes en Puerto Rico entre noviembre y febrero. Sin embargo, el tiempo de partir desde Puerto Rico hacia su área de reproducción en verano podría variar entre especies y para algunos individuos podría extenderse hasta mayo. Por lo tanto, debido a que el periodo de de operaciones sería dentro del periodo de migración transitoria, hemos evaluado las siguientes especies con la expectativa de que algunos individuos podrían estar presentes en Desecheo durante las actividades de aplicación del cebo.

<u>Aves Depredadoras</u> – *falcón peregrino, gavilán rastrero, esmerejón*

Riesgo por la Exposición al Tóxico

Los falcones peregrinos podrían exponerse a diphacinone a través de vías secundarias al consumir aves costeras y gaviotas gallegas que consuman el cebo y a través de vías terciarias al consumir aves y reptiles que han mordisqueado cadáveres o se han alimentado de invertebrados expuestos al diphacinone. El riesgo de exposición sería alto por el alcance de las vías de exposición a los falcones. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido al tiempo de retención del cebo en el tejido de especies que proveen una vía de exposición secundaria o terciaria a los falcones. La extensión del impacto sería a individuos.

Los gavilanes rastreros podrían estar expuestos a diphacinone a través de vías secundarias al consumir ratas y paseriformes que consuman el cebo. El riesgo de exposición sería alto por el alcance de las vías de exposición a los rastreros. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido al tiempo de retención del cebo en el tejido de especies que proveen una vía de exposición secundaria a rastreros. La extensión del impacto sería a individuos.

Los esmerejones podrían estar expuestos a diphacinone a través de vías secundarias al consumir paseriformes que consuman el cebo. El riesgo de exposición sería mediano por las vías de exposición únicas de los esmerejones. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido al tiempo de retención del cebo en el tejido de especies que proveen una vía de exposición secundaria a los esmerejones. La extensión del impacto sería a individuos.

Riesgos por Perturbación

Los depredadores podrían exponerse a perturbación por operaciones aéreas, que podrían causar que desaparezcan de su localización inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados con los riesgos de perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración

del riesgo sería por un plazo corto, la extensión del riesgo sería a individuos, dado que estas especies no son comunes en Desecheo.

- 0-10 falcones peregrinos podrían ser impactados por la Alternativa D.
- 0-5 gavilanes rastreros podrían ser impactados por la Alternativa D.
  0-5 esmerejones podrían ser impactados por la Alternativa D.

4.9.1.3 Aves Marinas

Se han reportado pocas aves marinas en o alrededor de la isla de Desecheo en años recientes y no se conoció de anidaje en Desecheo por 50 años hasta el 2010 cuando una gran cantidad de gaviotas monjas y un par de cerveras pardas anidaron en la isla y en las rocas costeras (Breckon 1998, Island Conservation 2010b). Por lo tanto, para evaluar el riesgo potencial de aves marinas en reproducción (debido a la información limitada para aves marinas en Desecheo) se utilizó información de islas adyacentes sobre la época de reproducción de aves marinas. El período de la puesta de huevos para especies previamente reportadas como especies que se reproducen en Desecheo es principalmente entre marzo y julio para algunas especies que muestran patrones bi-modales y un alza en el invierno entre agosto y diciembre (véase la Sección 3.4.2.5, Tabla 3.1). La única especie registrada actualmente en Desecheo consistentemente es la boba parda, pero sólo se conoce de aves pernoctando. En la islas cercanas, el alza en la puesta de huevos para las bobas pardas es entre marzo y abril. La aplicación aérea de cebo es recomendada entre enero y abril, un período que coincide con algunas de las actividades de reproducción de aves marinas en las islas adyacentes. Cualquier perturbación potencial a dormideros de aves marinas podría ser minimizada al manipular el plan de vuelo del helicóptero para evitar trabajar en áreas de alta densidad de aves por periodos de tiempo extensos.

La única ave marina conocida históricamente en Desecheo que está en riesgo potencial por exposición primaria al rodenticida es la gaviota gallega *Larus atricilla.* En 1970, C. Kepler reportó 700 adultos de gaviotas gallegas y 71 nidos en cayos de la isla de Desecheo, pero reportó sólo una gaviota gallega durante cuatro visitas en 1986 y 1987 (Meier et al. 1989). Las gaviotas están en exposición de riesgos primarios al rodenticida debido a sus hábitos alimentarios omnívoros y su comportamiento inquisitivo. Durante una prueba de aceptación de placebo en Macquarie Island (Australia) en el 2005, las gaviotas dominicanas *Larus dominicanus* se alimentaron accidentalmente del cebo derramado alrededor del helipuerto, según demostrado por sus heces verdes (el color del placebo) encontradas en el área (K. Springer pers. comm.). Después de un intento de operación de erradicación de conejos y ratas aplicando cebo en granos en Macquarie Island en el 2010, 356 gaviotas dominicanas fueron encontradas muertas. Durante una erradicación de ratas en la isla de San Pedro Martír (Golfo de California) en 2007, se observaron en la costa heces verdes de gaviotas de patas amarillas *Larus livens* y un ave adulta fue encontrada muerta. Cerca de ocho meses después una aplicación aérea de cebo en Rat Island, Alaska, para remover las ratas pardas, se encontraron cadáveres de 320 gaviotas de ala glacica *Larus glaucesce* (Salmon y Paul 2010). Mientras que el tóxico de brodifacoum fue implicado en estas muertes, esto demuestra que muchas gaviotas pueden haber consumidos los granos de cebo (aunque algunas aves pueden haber carroñado otros animales muertos).

Gaviota gallega

Riesgo por la Exposición al Tóxico

Generalmente, las gaviotas gallegas están en bajo riesgo de exposición a diphacinone debido a que las especies se reproducen en verano y son migratorias a la región y es poco probable que estén en Desecheo durante la aplicación del cebo. Sin embargo, muchas aves continúan habitando en las costas durante el periodo de invierno, en ocasiones viajando por el mar o entre las islas. Además, una gaviota gallega muerta fue encontrada en la playa en Desecheo en febrero del 2009 (Island Conservation información no publicada), sugiriendo que algunos individuos arriban temprano a la región o están presentes durante todo el año. Si hubiera gaviotas gallegas en la isla al momento de la aplicación del cebo, los individuos serían expuestos a diphacinone a través de vías de exposición primaria y secundaria. Las gaviotas gallegas son omnívoras y son frecuentemente encontradas forrajeando en la zona intermareales en busca de invertebrados acuáticos y terrestres, consumiendo semillas y plantas, o alimentándose de carroña. La vía de exposición primaria es significativa porque se conoce que las gaviotas gallegas consumen granos de rodenticida (véase Sección 4.6.4.3.1). Además, las vías de exposición secundaria incluyen el consumo de carroña y de invertebrados terrestres que han consumido el cebo. El riesgo de exposición para aves individuales que aparezcan en la isla sería alto, debido a la variedad de vías de exposición, el riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo podría ser de término mediano debido al tiempo de retención del cebo en los tejidos de las especies que proveen una vía de exposición secundaria a las gaviotas gallegas. La extensión de este impacto sería a individuos porque las gaviotas gallegas no se reproducen comúnmente en Desecheo.

Riesgos por Perturbación

Existe un bajo riesgo de perturbación a las gaviota gallegas por las operaciones aéreas o terrestres porque las especies se reproducen en verano y son migratorias a la región y su presencia en la isla durante los periodos de operación son muy poco probables. Sin embargo, en la eventualidad de que algunas gaviotas gallegas estén presente durante el año o arriben temprano en el área para reproducirse, las operaciones aéreas o terrestres podrían causar que las aves que estén posadas en la isla desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo, la extensión del riesgo sería a individuos porque las gaviotas gallegas no son comunes en Desecheo.

- 0-25 gaviota gallegas podrían ser impactadas por la Alternativa D.

Boba parda y pelícano pardo

Riesgos por la Exposición al Tóxico

Se conoce de menos de 100 individuos de bobas pardas y pocas cantidades de pelícanos pardos que se posan en Desecheo, pero no se ha reportado ninguna reproducción en años recientes. Por lo tanto, individuos de ambas especies podrían estar presentes durante el periodo de aplicación del cebo. Sin embargo, ninguna de las dos especies serían consideradas en riesgo de exposición al cebo porque rara vez o nunca se alimentan de otra cosa que no sea pescado marino y calamar; por lo tanto, la extensión del impacto no es significativa y no requiere de más evaluación.

Riesgos por Perturbación

Las bobas pardas y los pelícanos pardos que estén pernoctando podrían estar expuestos a perturbación por operaciones aéreas y terrestres, que podrían causar que la aves desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Aunque no se ha reportado actividades de reproducción de ninguna de las especies en Desecheo en años recientes, debido a que se conoce que ambas especies pernoctan en la isla, ambas tienen épocas de reproducción extensas durante el año, que podrían solaparse con la ventana operativa y las bobas pardas se reproducen en las islas de Mona y Monito, por lo que existe el potencial que las aves aniden en Desecheo durante el periodo de aplicación del cebo. La perturbación física por las actividades de la operación podría ocasionar que las aves que estén anidando abandonen temporeramente su nido, pero podrían regresar una vez ha cesado la perturbación. Los impactos asociados con los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo, la extensión del riesgo sería a individuos porque estas especies no son comunes en Desecheo.

- 20-50 bobas pardas podrían ser impactadas por la Alternativa D.
- 0-5 pelícanos pardos podrían ser impactados por la Alternativa D.

Tijeretas y boba patirroja

Riesgo por la Exposición al Tóxico

Se han observado aves tijeretas volando sobre la isla, por lo tanto hay un potencial que haya aves posándose en la isla durante la ventana operacional. No se han observado bobas patirroja en Desecheo en años recientes. Sin embargo, debido a que ambas especies son residentes de la región durante todo el año, existe un potencial que ambas especies de aves estén en Desecheo durante el periodo operacional. Sin embargo, no serían consideradas en riesgo por exposición al tóxico, porque rara vez o nunca se alimentan de otra cosa que no sea peces o calamares. Por lo tanto, la extensión del impacto no es significativa y no requiere de escrutinio adicional.

Riesgos por Perturbación

Si estuvieran presentes en la isla, ambas especies podrían estar expuestas a perturbación por las operaciones terrestres y aéreas, lo cual podría causar que las aves que estén posadas en la isla desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno, los impactos asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo y la extensión del riesgo sería a individuos porque estas especies no son comunes en Desecheo.

- 0-5 tijeretas podrían ser impactadas por la Alternativa D.
- 0-5 bobas patirroja podrían ser impactadas por la Alternativa D.

Gaviota monja, gaviota oscura, cervera parda

Riesgos por la Exposición al Tóxico

Las gaviotas monjas, las gaviotas oscuras y las cerveras pardas son aves migratorias de primavera/verano y es poco probable su presencia en Desecheo durante el periodo operacional. Nidos de 17 charranes monja y uno de cervera parda fueron encontrados con huevos en Junio 2010. En adición, no serían consideradas en riesgo por la exposición al tóxico porque rara vez o nunca se alimentan de otra cosa que no sea peces o calamares. Por lo tanto, la extensión del impacto no es significativa y no requiere de escrutinio adicional.

Riesgos por Perturbación
Existe un bajo riesgo de perturbación a estas aves marinas pequeñas que anidan en el suelo por las operaciones aéreas o terrestres porque las especies son migratorias en primavera/verano y sería poco probable su presencia en la isla durante los periodos de operación. Sin embargo, en la eventualidad que algunas de estas aves arriben en el área antes de lo anticipado, las operaciones aéreas o terrestres podrían causar que las aves que estén posadas en la isla desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo, la extensión del riesgo sería a individuos porque estas especies no son comunes en Desecheo.

- 0-5 gaviotas monjas podrían ser impactadas por la Alternativa D.
- 0-5 gaviotas oscuras podrían ser impactadas por la Alternativa D.
- 0-5 cerveras pardas podrían ser impactadas por la Alternativa D.

Chirre
Riesgos por Exposición al Tóxico
No existe riesgo por exposición al tóxico para el chirre porque estas especies nunca han sido reportadas en Desecheo, y rara vez o nunca se alimentan de otra cosa que no sea peces o calamares. Por lo tanto, la extensión del impacto no es significativa y no requiere de escrutinio adicional.

Riesgos por Perturbación
Los chirres son aves residentes reproductoras en verano en las islas cercanas de Mona y Monito entre febrero y agosto (Tabla 3.1). Los chirres han sido reportados volando cerca de Desecheo, pero nunca se han reportado en reproducción. En la eventualidad de que algunas de estas aves arriben a la isla durante el periodo ventana operacional, podrían ser impactadas por las operaciones aéreas o terrestres y podrían causar que algunos individuos desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Sin embargo, debido a la baja probabilidad de que el chirre pernocta o se reproduzca en Desecheo los impactos asociados a los riesgos por perturbación serían bajos y la extensión de los riesgos sería a individuos porque la duración del riesgo sería corta.

- 0-5 chirres podrían ser impactados por la Alternativa D.

4.9.2 Impactos en los Reptiles

Los riesgos por exposición a tóxicos para los reptiles en Desecheo serían por vía primaria (al consumir el cebo) o por vía secundaria (al consumir presas contaminadas). En cualquier caso, el tiempo de riesgo es relativamente corto, comenzando con la fecha de la aplicación y finalizando hasta que el diphacinone haya desaparecido del ambiente. Las tres especies de lagartos y la salamanquita de Desecheo son principalmente insectívoras que cazan presas en movimiento, con la excepción de la siguana o *Ameiva* que también depreda los lagartijos del genero *Anolis.* Por lo tanto, la ingestión directa del cebo no sería probable. Sin embargo, en estudios de campo utilizando un cebo biomarcador de placebo, aproximadamente 20 porciento de los lagartijos arrojaron positivo para el biomarcador, pero no se pudo

confirmar la vía de contaminación (Island Conservation 2010c). La mayoría de la exposición podría ser por vías secundarias de ingestión por invertebrados contaminados, lagartijos contaminados o porque los siguanas carroñen en ratas muertas. Un experimento hecho con gecos del genero *Sphaerodactylus* en cautiverio no demostró un efecto directo por la exposición al cebo en granos (reportados en García 1994). Los invertebrados terrestres consumen cebo en granos y se ha reportado envenenamiento por vía secundaria de aves insectívoras (Eason y Spurr 1995). Igualmente el riesgo de exposición a la culebra corredora de Puerto Rico es probablemente por vía de ingestión de sus presas preferidas contaminadas: los lagartijos y gecos (Henderson y Sajdak 1996). Sin embargo, una erradicación de ratas exitosa en la isla de Antigua resultó en una mortalidad no detectable de la amenazada culebra corredora de Antigua *Alsophis antiguae* y de hecho la población de la culebra corredora duplicó su tamaño en solo 18 meses después de la erradicación de ratas (Daltry 2006).

La toxicidad de diphacinone a los reptiles es discutida en la Sección 4.6.4.3.3. Debido al poco conocimiento adquirido en estudios de laboratorios y en el campo, sobre la toxicidad por rodenticida a los reptiles, este análisis presenta el enfoque más cauteloso, anticipando un alto riesgo de exposición al tóxico de diphacinone.

Debido a que la fauna reptil de la isla de Desecheo se compone de tres especies endémicas únicas de la isla con una distribución y tamaño poblacional restringido (véase la Sección 3.6.1), existe un potencial de mortalidad significativa, a nivel poblacional para los reptiles durante la aplicación de cebo. Además, a pesar que la Santa Lucía o eslizón y la culebra corredora de Puerto Rico son especies nativas con poblaciones en cualquier lugar en Puerto Rico, se cuestiona su estatus como sub-especies y la Santa Lucía es clasificada como vulnerable basada en su distribución limitada y avistamientos reportados (García et al. 2005). La información sobre la ecología de las especies, abundancia poblacional y distribución a través de la isla es limitada, particularmente en los años recientes. Solo existe un estudio de la salamanquita, desde el 1987 donde se reportó densidades de 3-19 animales en 125m^2 de bosque y sugiere que el geco es probablemente una especie cuya presencia es obligada en el bosque. Además, se encontraron más animales durante los meses más húmedos cuando sus niveles de actividad aumentan (Meier y Noble 1990a). La Santa Lucía solo ha sido reportada una vez en la isla de Desecheo en el 1987, cuando fue avistada principalmente en las comunidades de cactus espinoso (Meier y Noble 1990b). Basado en avistamientos, se cree que el lagartijo endémico y la *Ameiva* son abundantes (Earsom 2002, Island Conservation 2009).

Estudios de campo llevados a cabo en el 2009 y 2010 proveyeron datos principalmente de la densidad y abundancia de la población y abundancia del lagartijo de Desecheo, la salamanquita, *Ameiva* o siguana y sobre la culebra corredora (véase Sección 3.6.1). Usando distintos pero estandarizadas técnicas de estudio, la población total para la siguana del Desecheo fue estimada en 7,469 individuos (1,800 – 13,137; 95% intervalo de confianza), para el lagartijo de Desecheo fue 52,111 individuos (31,464 – 72,758; 95% intervalo de confianza) y para el *Sphaerodactylus levinsi* el estimado fue 13,261 individuos (8,796 – 19,991; 95% intervalo de confianza). Sin embargo, los estimados de población para la salamanquita de Desecheo varían entre tipos de hábitats con estimados mucho más bajos

en pastizales, (1,179 individuos: 464 – 2,998; 95% intervalo de confianza) y en hábitats boscosos (7,328 individuos: 4,535 – 11,840; 95% intervalo de confianza). Las poblaciones estimadas para cada una de estas especies varían entre hábitats y los estimados fueron generalmente más bajos en pastizales que en arbustos y hábitats boscosos. La densidad de la culebra corredora de Puerto Rico fue generalmente baja a través de la isla, con un promedio de solo 7 individuos reportados por hectárea. Las densidades de las poblaciones de los cuatro reptiles monitoreados fueron consideradas generalmente bajas en comparación con las poblaciones de la isla principal de especies similares, lo que sugiere que las densidades de reptiles están siendo impactadas por las ratas.

Salamanquita o geco de Desecheo

Riesgos por la Exposición al Tóxico

Una muestra poblacional de salamanquitas de Desecheo serán removidas y puestas en cautiverio antes de la aplicación del cebo, las mismas no estarían en riesgo por los impactos del tóxico.

Las salamanquitas de Desecheo remanentes en la isla después de que los animales han sido removidos para cautiverio, estarían expuestas al diphacinone a través de vías de exposición secundaria por consumir micro invertebrados que consuman el cebo. El riesgo por exposición al tóxico sería mediano debido a la vía única de exposición. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido a la retención del tóxico en los tejidos de las especies que proveen una vía secundaria de exposición para las salamanquitas. La extensión de los impactos sería a la población remanente.

Riesgos por Perturbación

Las salamanquitas de Desecheo remanentes estarían expuestas a las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo y la extensión del riesgo sería a individuos remanentes en la isla.

Las salamanquitas individuales que estén en cautiverio previo a la aplicación del cebo están en un alto nivel de riesgo por perturbación por haber sido capturadas y por ser retenidas en cautiverio por un periodo extendido de tiempo. Las operaciones de captura pueden potencialmente causar lesiones o la muerte a algunos individuos, previo a traerlos a cautiverio, mientras que los individuos en cautiverio podrían estar en riesgo de lesiones, enfermedades y pobre nutrición que puede causar la muerte. La duración del riesgo sería para los individuos capturados y mantenidos en cautiverio.

Alternativa D(i): 20-30 parejas de la salamanquita de Desecheo serian permanentemente removidos de poblaciones silvestres y puestos en cautiverio y no serian regresados a Desecheo.

Alternativa D(ii): 30-40 individuos de la salamanquita de Desecheo serian temporeramente mantenidos en cautiverio. La duración del riesgo seria a corto plazo para los individuos en cautiverio.

Siguana o Ameiva de Desecheo

Riesgos por la Exposición al Tóxico

Una muestra poblacional de siguanas de Desecheo serán removidas y puestas en cautiverio antes de la aplicación del cebo, las mismas no estarían en riesgo por los impactos del tóxico.

Las siguanas de Desecheo remanentes en la isla estarían expuestas al tóxico a través de vías de exposición secundarias por consumir carroña, lagartos jóvenes, gecos jóvenes y adultos e invertebrados terrestres que consuman el cebo. El riesgo por la exposición al tóxico sería alto debido a la variedad de vías de exposición. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido al tiempo de retención del tóxico en el tejido de las especies que proveen una vía secundaria de exposición a las siguanas. La extensión de los impactos sería a la población remanente en la isla.

Riesgos por Perturbación

Las siguanas de Desecheo remanentes estarían expuestas a las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo y la extensión del riesgo sería a individuos remanentes en la isla.

Las siguanas de Desecheo que estén en cautiverio previo a la aplicación del cebo están en un alto nivel de riesgo por perturbación por haber sido capturadas y por ser retenidas por un periodo extendido de tiempo. Las operaciones de captura pueden potencialmente causar lesiones o la muerte a algunos individuos, previo a traerlos a cautiverio, mientras que los individuos en cautiverio podrían estar en riesgo de lesiones, enfermedades y pobre nutrición que puede causar la muerte. La duración del riesgo sería para los individuos capturados y mantenidos en cautiverio.

Alternativa D(i): 20-30 parejas de la siguana de Desecheo serian permanentemente removidos de poblaciones silvestres y puestos en cautiverio y no serian regresados a Desecheo.

AlternativaD(ii): 20-30 individuos de la siguana de Desecheo serian temporeramente mantenidos en cautiverio. La duración del riesgo seria a corto plazo para los individuos en cautiverio.

Lagartijo común de Desecheo

Riesgos por Exposición al Tóxico

Una muestra poblacional grupo de lagarto de Desecheo serán removidos y puestos en cautiverio antes de la aplicación del cebo, los mismos no estarían en riesgo por los impactos del tóxico.

Los lagartos de Desecheo remanentes en la isla después que los animales hayan sido removidos para cautiverio estarían expuestos al diphacinone a través de vías de exposición primarias y secundarias. Por lo general, los lagartijos consumen invertebrados terrestres. La exposición por vías primarias es limitada a lagartos que consumen granos de cebo, así como la exposición por vía secundaria incluye el consumo de invertebrados terrestres. El riesgo por la exposición al tóxico sería alto debido a la variedad de vías de exposición, el riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido al tiempo de retención del tóxico en el tejido de las especies que proveen una vía secundaria de exposición a los lagartos. La extensión de los impactos sería a la población remanente en la isla luego que un conjunto de animales sea removido a cautiverio antes de la aplicación de cebo.

Riesgos por Perturbación
Los lagartos de Desecheo remanentes estarían expuestos a las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería a corto plazo y la extensión del riesgo sería a individuos remanentes en la isla luego de que se remueva una muestra de lagartos para su cautiverio previo a la aplicación del cebo.

Los lagartijos de Desecheo que estén en cautiverio previo a la implementación de la erradicación de ratas están en un alto nivel de riesgo por operaciones terrestres, así como la perturbación por haber sido capturados y por ser retenidos por un periodo extendido de tiempo. Las operaciones de captura pueden potencialmente causar lesiones o la muerte a algunos individuos, previo a traerlos a cautiverio, mientras que los individuos en cautiverio podrían estar en riesgo de lesiones, enfermedades y pobre manejo que podría causarles la muerte. La duración del riesgo sería para los individuos capturados y mantenidos en cautiverio.

Alternativa D(i): 20-30 parejas del lagarto de Desecheo serian permanentemente removidos de poblaciones silvestres y puestos en cautiverio y no serian regresados a Desecheo.

Alternativa D(ii): 30-40 individuos del lagarto de Desecheo serian temporeramente mantenidos en cautiverio. La duración del riesgo seria a corto plazo para los individuos en cautiverio.

Culebra corredora de Puerto Rico
Riesgos por Exposición al Tóxico
La corredora de Puerto Rico estaría expuesta al diphacinone a través de vías de exposición secundarias por consumir lagartijos, gecos y/o siguanas que consuman el cebo. El riesgo por exposición al tóxico sería alto debido a la variedad de vías de exposición. El riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido a la retención del tóxico en los tejidos de las especies que proveen una vía secundaria de exposición para las culebras corredoras. La extensión de los impactos sería a toda la población en la isla.

Riesgos por Perturbación
Las corredoras de Puerto Rico estarían expuestas a las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Sin embargo, las corredoras son vistas rara vez y probablemente experimenten poco o ningún impacto por perturbación. Por lo cual, los impactos asociados a riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajo. La duración del riesgo sería por un término corto y la extensión de los riesgos sería a individuos.

Santa Lucía o eslizón
Riesgos por Exposición al Tóxico
Las Santas Lucías estarían expuestas al diphacinone a través de vías de exposición primaria y secundaria. Por lo general, las Santas Lucías consumen invertebrados terrestres y pueden depredar pequeños lagartijos. La vía primaria sería al consumir el cebo, las vías secundarias serían al consumir invertebrados terrestres y pequeños lagartijos que consuman el cebo. El riesgo por la exposición al tóxico sería alto debido a la variedad de vías de exposición, el riesgo de mortalidad sería alto y la duración del riesgo sería por un término mediano debido al tiempo de retención del tóxico en el tejido de las especies que proveen una vía secundaria de exposición a la Santa Lucía. La extensión de los impactos sería a la población remanente en la isla luego de que un conjunto de animales sea removido y puesto en cautiverio antes de la aplicación de cebo. La extensión de los impactos sería a la población total en la isla.

Riesgos por Perturbación
Las Santas Lucías estarían expuestas a las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Sin embargo, las Santas Lucías son vistas rara vez y probablemente experimenten poco o ningún impacto por perturbación. Por lo cual, los impactos asociados a riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un término corto y la extensión de los riesgos sería a individuos.

La tortuga carey, tortuga verde y el tinglar
Riesgos por Exposición al Tóxico
Las tortugas pueden correr un riesgo primario a la exposición al diphacinone comiéndolo directamente a medida que cae a través de la columna agua. Estas especies de tortugas comúnmente presentan un comportamiento de forrajeo que las hace poco probables a la exposición al toxico, pero individuos juveniles de tortugas verdes son conocidos por ser consumidores oportunistas y las tortugas marinas en general han sido documentadas consumiendo desechos marinos en distintos lugares(Carr 1987, Meylan 1988, Bjorndal et al. 1994, Coyne 1994, Bugoni et al. 2001, NOAA Fisheries com. personal). Al limitar la dispersión del cebo a estaciones colocadas en el antes de la línea de marea alta, el cebo solo podría entrar en el ambiente marino por un error humano, tal como un derrame de cebo mientras se desplazan de una estación a otra. Cualquier grano de cebo que entre al agua podría solamente ser consumido por las tortugas, durante las primeras horas previas a la inserción en el sedimento y a la ruptura en pequeños fragmentos (Empson and Miskelly 1999, Howald et al. 2010). Por lo tanto, el periodo de duración del riesgo para las tortugas marinas es de muy corto plazo. La extensión del riesgo es esencialmente insignificante. El

riesgo de mortalidad para las tortugas, debido a que la probabilidad de exposición al toxico es extremadamente baja es desconocida, pero se sospecha que es insignificante.

Riesgos por Perturbación

El carey, la tortuga verde y el tinglar podrían estar expuestos a perturbación por el uso de botes, los cuales probablemente podrían causar que las tortugas se aparten del área temporeramente. Aunque, el uso de botes asociado con la erradicación de ratas podría no superar los niveles normales del uso de botes durante la temporada recreacional y podría estar limitado a botes pequeños y todos los operadores de los botes serán informados sobre los protocolos de NOAA para evitar alguna colisión de embarcaciones y perturbación relacionada con la vida marina (NOAA 2008). Las tortugas podrían no estar en riesgo por perturbación en la isla porque no se conoce que estas recorran en Desecheo durante el periodo de implementación de este proyecto; no se conoce de reproducción en la isla por la tortuga verde y el tinglar. Solo se ha reportado anidaje incidentales del carey en Desecheo. Sin embargo, los meses de anidaje predominantes para el carey en Puerto Rico y en las Islas Vírgenes de Estados Unidos es de junio a noviembre (aunque se podría documentar anidaje para cada mes del año) por lo que no hay riesgo a las tortugas intentando anidaje ya que esta actividad ocurre fuera del periodo operacional. Los impactos asociados con los riegos de perturbación para esta alternativa son bajos, la duración de la perturbación será por un periodo de tiempo corto y la extensión de los impactos sería a nivel de individuo.

4.9.3 Impactos en los Invertebrados

Los invertebrados cuentan con un sistema circulatorio distinto a los sistemas encontrados en las aves, los reptiles y los mamíferos. Por esta razón, se cree que no están en riesgo de mortalidad por el envenenamiento con diphacinone. Sin embargo, unos cuantos estudios de laboratorio han sido conducidos para validar esta declaración. En un estudio hecho por Fisher et al. (2007) demostró que los insectos “wetas” en cautiverio que fueron alimentados con bloques en cera de Ditrac® retuvieron residuos de diphacinone en su cuerpo, pero los residuos no se acumularon con el tiempo y los “weta” no sufrieron mortalidad. Un estudio por Primus et al. (2006), encontró que los caracoles y las lapas expuestas al cebo de diphacinone (0.005 porciento) acumularon residuos más altos del valor LD_{50} para las ardillas terrestres (*Otospermophilus beecheyi*), los ratones domésticos (*Mus musculus*) y los “pocket gophers” (Geomyidae) y en comparación con las ratas negras, pero los efectos de mortalidad son inciertos ya que los animales sufrieron eutanasia. Se anticipa que los cangrejos terrestres serían los mayores consumidores de los granos de cebo (Island Conservation 2010a), mientras que una variedad de insectos también pueden alimentarse de los granos de cebo (Spurr y Drew 1999).

<u>Arácnidos</u> – (araña *Clubiona desecheonis*, araña *Camillina desecheonis* y escorpión *Schizomus desecheo*)

Riesgos por la Exposición al Tóxico

Los arácnidos podrían estar expuestos al diphacinone a través de vías de exposición secundarias al consumir invertebrados terrestres que consuman el cebo. No se considera ningún riesgo por toxicidad porque los arácnidos tienen un sistema circulatorio distinto al

de los mamíferos, las aves y los reptiles y no se ha reportado ningún efecto negativo por el uso de diphacinone. Los riesgos por la exposición al tóxico serían bajos por la vía única de exposición; sin embargo no habría riesgo de mortalidad. La duración del riesgo podría ser por un término mediano debido al tiempo de retención del tóxico en los tejidos de las especies que proveen las vías secundarias de exposición a los arácnidos. La extensión del impacto sería a la población global porque estas son especies endémicas únicas en la isla.

Riesgos por Perturbación

Los arácnidos estarían expuestos a las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados a la perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un término corto y la extensión de los riesgos sería a individuos.

Cangrejo terrestre común

Riesgos por la Exposición al Tóxico

Los cangrejos terrestres comunes estarían expuestos al diphacinone a través de vías primarias y vías secundarias. Generalmente, los cangrejos terrestres comunes son omnívoros y consumen invertebrados terrestres, carroña y semillas. La vía de exposición principal estaría limitada a cangrejos terrestres que consumen granos de cebo, mientras que las vías de exposición secundarias incluyen los que consumen invertebrados terrestres y carroña. No habría riesgo de mortalidad por tóxico, porque los cangrejos terrestres tienen un sistema circulatorio distinto al de los mamíferos, las aves y los reptiles. El riesgo por exposición sería alto por la variedad de vías de exposición al tóxico. La duración del riesgo podría ser de término mediano debido al tiempo de retención del tóxico en los tejidos de las especies que proveen vías secundarias de exposición a los cangrejos terrestres. La extensión de los impactos sería a la población en la isla.

Riesgos por Perturbación

Los cangrejos terrestres estarían expuestos a las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Sin embargo, los cangrejos terrestres son mayormente nocturnos y es probable que no experimenten impactos por perturbación. Por lo tanto, los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un término corto y la extensión de los riesgos sería a individuos.

Cangrejo ermitaño

Riesgos por Exposición al Tóxico

Los cangrejos ermitaños estarían expuestos al diphacinone a través de vías primarias y vías secundarias. Generalmente, los cangrejos ermitaños son omnívoros y consumen invertebrados terrestres, carroña y semillas. La vía de exposición principal estaría limitada a cangrejos que consumen granos de cebo, mientras que las vías de exposición secundarias incluyen los que consumen invertebrados terrestres y carroña. No habría riesgo de mortalidad por tóxico, porque los cangrejos ermitaños tienen un sistema circulatorio distinto al de los mamíferos, las aves y los reptiles. El riesgo por exposición sería alto por la variedad de vías de exposición al tóxico. La duración del riesgo podría ser de término mediano debido al tiempo de retención del tóxico en los tejidos de las especies que proveen

vías secundarias de exposición a los cangrejos. La extensión de los impactos sería a la población en la isla.

Riesgos por Perturbación
Los cangrejos ermitaños estarían expuestos a perturbación por las operaciones terrestres relacionadas a la captura de reptiles y la dispersión del cebo en la orilla de la costa, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un hábitat alterno. Los riesgos por perturbación para esta alternativa serían medianos. La duración del riesgo sería por un término corto y la extensión de los riesgos sería a individuos.

4.9.4 Impactos en los Murciélagos

Riesgos por la Exposición al Tóxico
Los riesgos por la exposición al tóxico son evaluados en términos generales, debido a que no se conocen las especies de los murciélagos en Desecheo. Tanto los murciélagos insectívoros como los frugívoros son nativos de Puerto Rico. Los murciélagos insectívoros estarían expuestos a diphacinone a través de vías secundarias, al consumir insectos aéreos que han consumido el cebo. El riesgo de mortalidad por diphacinone en los murciélagos probablemente sea mediano, pero los riesgos por la exposición al tóxico podría ser bajos, debido a que existe una sola vía secundaria y es poco probable que exista una vía de exposición a murciélagos frugívoros/omnívoros. La duración de los riesgos a murciélagos insectívoros podría ser por un término mediano debido al tiempo de retención del tóxico en los tejidos de la especie que podría proveer una vía de exposición secundaria a los murciélagos. La extensión de los impactos podría ser a individuos, ya que se han reportado pocos avistamientos.

Riesgos por Perturbación
Es poco probable que los murciélagos sean expuestos a perturbación por operaciones terrestres o aéreas, ya que los murciélagos han sido avistados en Desecheo en el crepúsculo y en la noche.

4.9.5 Impactos en la Vegetación

Higo chumbo
Riesgos por la Exposición al Tóxico
El cactus higo chumbo no estaría en riesgo por la exposición al toxico, por lo tanto la extensión de los impactos no sería significativo y no requiere escrutinio adicional.

Riesgos por Perturbación
El higo chumbo podría estar expuesto a la perturbación por las operaciones terrestres, lo cual sería mitigado al proveer al personal, fotografías y claves de identificación del cactus, un mapa con la localización aproximada de donde se conoce que existen plantas y las coordenadas de GPS indicando la localización exacta de individuos que se conoce que están en Desecheo. Además, el personal sería orientado sobre cómo evitar perturbar el cactus al conducir las operaciones terrestres. El riesgo por exposición sería bajo debido a la

extensión de las medidas de mitigación que serían implementadas durante las operaciones terrestres. La duración del riesgo podría ser a corto plazo, la extensión de los riesgos sería a individuos.

Otra Vegetación/Flora

Riesgos por la Exposición al Tóxico

La vegetación no estaría en riesgo por la exposición al toxico, por lo tanto la extensión de los impactos no sería significativo y no requiere escrutinio adicional.

Riesgos por Perturbación

La vegetación estaría expuesta a perturbación por las operaciones terrestres. Los impactos asociados a los riesgos de perturbación serían bajos. La duración del riesgo podría ser a corto plazo, la extensión de los riesgos sería a individuos o sería limitado al área inmediata de la actividad.

4.9.6 Tabla de Impactos para la Alternativa D: Recursos Biológicos

Tabla 4.3 Impactos por la Alternativa D (dispersión aérea de diphacinone con retención de reptiles en cautiverio) en los recursos biológicos.

Species	Toxicant exposure risk level[1]	Risk mortality - toxicant use[2]	Disturbance risk[3]	Extent of risk within a population[4]		Duration of risk[5]	
				toxicant	disturbance	toxicant	disturbance
Red-tailed Hawk & American Kestrel	High	Medium	Low	Island	Individ.	Short	Short
Pearly-eyed Thrasher	High	Medium	Medium	Island	Individ.	Short	Medium
Northern Mockingbird, Smooth-billed Ani, Shiny Cowbird	High	Medium	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
Zenaida Dove & Common Ground-dove	High	Medium	Medium	Island/ Individ.[6]	Individ.	Short	Medium
Black-whiskered Vireo & Gray Kingbird	Medium	Medium	Low	Island	Individ.	Short	Short
Mangrove Cuckoo	High	Medium	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
American Oystercatcher	Low	Medium	Medium	Island	Individ.	Short	Short
Ruddy Turnstone, Great Blue Heron, Green Heron, Great Egret	High	Medium	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
Belted Kingfisher	Medium	Medium	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
House Sparrow, Bronze Mannikin, & Orange-cheeked Waxbill	High	Medium	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
Peregrine Falcon & Northern Harrier	High	Medium	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
Merlin	Medium	Medium	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
Laughing Gull	High	Medium	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
Brown Booby & Brown Pelican	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
Magnificent Frigatebird & Red-footed Booby	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
Bridled Tern, Sooty Tern & Brown Noddy	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
White-tailed Tropicbird	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
Desecheo Gecko wild	Medium	Medium	Low	Island	Individ.	Short	Short
[7]captive (i)	None	None	High	None	Individ.	None	Perm.[8]
captive (ii)	None	None	High	None	Individ.	None	Medium
Desecheo Ameiva wild	High	Medium	Low	Island	Individ.	Short	Short
captive (i)	None	None	High	None	Individ.	None	Perm.
captive (ii)	None	None	High	None	Individ.	None	Medium
Desecheo Anole wild	High	Medium	Low	Island	Individ.	Short	Short
captive (i)	None	None	High	None	Individ.	None	Perm.
captive (ii)	None	None	High	None	Individ.	None	Medium
Puerto Rico Racer	High	Medium	Low	Island	Individ.	Short	Short
Slippery-backed Skink	High	Medium	Low	Island	Individ.	Short	Short
Hawksbill, Green & Leatherback Sea Turtles	Low	Low	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
Arachnids [9]	Low	None	Low	Global	Individ.	Short	Short
Purple Landcrab	High	None	Low	Island	Individ.	Short	Short
Hermit Crab	High	None	Medium	Island	Individ.	Short	Short
Bats (insectivores)	Low	High	None	Individ.	None	Short	None
Higo Chumbo	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
Other Vegetation/Flora	None	None	Low	None	Individ.	None	Short

NOTES TO TABLE 4.3

[1]None: No exposure pathway; Low: Possible exposure pathway; Medium: One exposure pathway; High: Multiple exposure pathways.

[2] None: No toxicological sensitivity; Low: Minor toxicological sensitivity; Medium: Moderate toxicological sensitivity; High: Severe toxicological sensitivity.

[3] None: No disturbance pathway; Low: Low sensitivity to disturbance; Medium: Moderate sensitivity to disturbance; High: Severe sensitivity to disturbance.

[4] Individual (Individ.): Few individuals affected, no affect on resident breeding population; Island population (Island): Resident breeding population affected, no affect on regional or global population; Global or regional population (Global): Regional or global population affected.

[5] Short: Impacts for up to two months; Medium: Impacts for two to six months; Long: Impacts for more than 6 months.

[6] Extent of risk within a population for both toxicant and disturbance is: Island for zenaida dove and Individual for common ground-dove.

[7] Captive (i) and (ii) represents Alternatives D(i) and D(ii)

[8] Permanent (Perm.). Individuals are permanently removed from the population.

[7] Arachnids: *Clubiona desecheonis*, *Camillina desecheonis* and *Schizomus desecheo*.

4.10 Impactos por la Alternativa E (dispersión aérea de diphacinone)

4.10.1 Impactos en las Aves

Los impactos a las aves en Desecheo asociados con la toxicidad y la exposición a Diphacinone-50 y a la perturbación por la implementación de la operación para la erradicación de ratas en la Alternativa E son los mismos que los mencionados en la Alternativa D. Para un análisis completo de los impactos a las aves por la Alternativa E favor de referirse a la Sección 4.9.1.

4.10.2 Impactos en los Reptiles

Los riesgos por exposición a tóxicos para los reptiles en Desecheo serían por vía primaria (al consumir el cebo) o por vía secundaria (al consumir presas contaminadas). En cualquier caso, el tiempo de riesgo es relativamente corto, comenzando con la fecha de la aplicación y finalizando hasta que el diphacinone haya desaparecido del ambiente. Las tres especies de lagartos y la salamanquita de Desecheo son principalmente insectívoras que cazan presas en movimiento, con la excepción de la siguana o *Ameiva* que también depreda los lagartijos del genero *Anolis.* Por lo tanto, la ingestión directa del cebo no sería probable. Sin embargo, en estudios de campo utilizando un cebo biomarcador de placebo, aproximadamente 20 porciento de los lagartijos arrojaron positivo para el biomarcador, pero no se pudo confirmar la vía de contaminación (Island Conservation 2010c). La mayoría de la exposición podría ser por vías secundarias de ingestión por invertebrados contaminados, lagartijos contaminados o porque las siguanas carroñen en ratas muertas. Un experimento hecho con gecos del genero *Sphaerodactylus* en cautiverio no demostraron un efecto directo por la exposición al cebo en granos (reportados en García 1994). Los invertebrados terrestres consumen cebo en granos y se ha reportado envenenamiento por vía secundaria de aves insectívoras (Eason y Spurr 1995). Igualmente el riesgo de exposición a la culebra

corredora de Puerto Rico es probablemente por vía de ingestión de sus presas preferidas contaminadas: los lagartijos y gecos (Henderson y Sajdak 1996). Sin embargo, una erradicación de ratas exitosa en la isla de Antigua resultó en una mortalidad no detectable de la amenazada culebra corredora de Antigua *Alsophis antiguae* y de hecho la población de la culebra corredora duplicó su tamaño en solo18 meses después de la erradicación de ratas (Daltry 2006).

La toxicidad de diphacinone a los reptiles es discutida en la Sección 4.6.4.3.3. Debido a la poca información de estudios realizados en laboratorios y en el campo sobre la toxicidad por rodenticida a los reptiles, este análisis presenta el enfoque más cauteloso, anticipando un alto riesgo de exposición al tóxico de diphacinone.

Debido a que la fauna reptil de la isla de Desecheo se compone de tres especies endémicas únicas de la isla con una gama y tamaño poblacional restringido (véase la Sección 3.6.1), existe un potencial de mortalidad significativo, a nivel poblacional para los reptiles durante la aplicación de cebo. Además, a pesar de que la Santa Lucía y la culebra corredora de Puerto Rico son especies nativas con poblaciones en cualquier lugar en Puerto Rico, se cuestiona su estatus como subespecies y la Santa Lucía es clasificada como vulnerable basada en su distribución limitada y avistamientos reportados (García et al. 2005). La información sobre la ecología de las especies, abundancia poblacional y distribución a través de la isla es limitada, particularmente en los años recientes. Solo existe un estudio de la salamanquita desde el 1987 donde se reportó densidades de 3-19 animales en 125m^2 de bosque y sugiere que el geco es probablemente una especie que se encuentra solamente en áreas boscosas. Además, se encontraron más animales durante los meses más húmedos cuando sus niveles de actividad aumentan (Meier y Noble 1990a). La Santa Lucía solo ha sido reportada una vez en la isla de Desecheo en el 1987, cuando fue avistada principalmente en las comunidades de cactus espinoso (Meier y Noble 1990b). Basado en avistamientos, se cree que el lagartijo endémico y la siguana o la *Ameiva* son abundantes (Earsom 2002, Island Conservation 2009).

Los impactos en los reptiles que están asociados con la toxicidad y exposición a Diphacinone-50 y a la perturbación por la implementación de la operación de erradicación en la Alternativa E son mayormente iguales a las presentadas en la Alternativa D. Sin embargo, debido a que la Alternativa E no propone la remoción de animales en conjunto para cautiverio, todos los impactos anticipados como resultado de esta alternativa afectaría la población total en la isla de las tres especies endémicas únicas de la isla; esta podría ser la población global o los individuos dentro de esa población.

Salamanquita o geco de Desecheo

Riesgos por la Exposición al Tóxico

Las salamanquitas de Desecheo estarían expuestas al diphacinone a través de vías de exposición secundaria por consumir micro invertebrados que consuman el cebo. El riesgo por exposición al tóxico sería mediano debido a la vía única de exposición. El riesgo de mortalidad sería mediano y la duración del riesgo sería por un corto plazo debido a la retención del tóxico en los tejidos de las especies que proveen una vía secundaria de exposición para las salamanquitas. La extensión de los impactos sería a la población global.

Riesgos por Perturbación
Las salamanquitas de Desecheo estarían expuestas a las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo y la extensión del riesgo sería a individuos.

Ameiva o siguana de Desecheo
Riesgos por la Exposición al Tóxico
Las siguanas de Desecheo estarían expuestas a diphacinone a través de vías de exposición secundarias por consumir carroña, lagartos jóvenes, gecos jóvenes y adultos e invertebrados terrestres que consuman el cebo. El riesgo por la exposición al tóxico sería alto debido a la variedad de vías de exposición. El riesgo de mortalidad sería mediano y la duración del riesgo sería por un término corto debido al tiempo de retención del tóxico en el tejido de las especies que proveen una vía secundaria de exposición a las siguanas. La extensión de los impactos sería a la población global.

Riesgos por Perturbación
Las siguanas de Desecheo estarían expuestas a las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo y la extensión del riesgo sería a individuos.

Lagartijo común de Desecheo
Riesgos por Exposición al Tóxico
Los lagartijos de Desecheo estarían expuestos al diphacinone a través de vías de exposición primaria y secundaria. Por lo general los lagartijos comunes de Desecheo consumen invertebrados terrestres. La exposición por vía primarias es limitada a lagartos que consumen granos de cebo, así como la exposición por vía secundaria incluye el consumo de invertebrados terrestres. El riesgo por la exposición al tóxico sería alto y el riesgo de mortalidad sería mediano y la duración del riesgo sería por un término corto debido al tiempo de retención del tóxico en el tejido de las especies que proveen una vía secundaria de exposición a los lagartos. La extensión de los impactos sería a la población global.

Riesgos por Perturbación
Los lagartos de Desecheo estarían expuestos a las operaciones terrestres, lo que podría causar que desaparezcan de su localidad inmediata a un lugar alterno. Los impactos asociados a los riesgos por perturbación para esta alternativa serían bajos. La duración del riesgo sería por un corto plazo y la extensión del riesgo sería a individuos.

Culebra corredora de Puerto Rico
Los impactos a la culebra corredora de Puerto Rico asociados a la toxicidad y exposición a Diphacinone-50 y a la perturbación por la implementación de la operación para la erradicación de ratas en la Alternativa E son los mismos que los mencionados en la Alternativa D. Para un análisis completo de los impactos a las culebras corredoras por la Alternativa D favor de referirse a la Sección 4.9.2.

Santa Lucía o eslizón

Los impactos a la Santa Lucía asociados a la toxicidad y exposición a Diphacinone-50 y a la perturbación por la implementación de la operación para la erradicación de ratas en la Alternativa E son los mismos que los mencionados en la Alternativa D. Para un análisis completo de los impactos a las Santas Lucías por la Alternativa D favor de referirse a la Sección 4.9.2.

La tortuga carey, la tortuga verde y el tinglar

Los impactos al carey, a la tortuga verde y al tinglar asociados a la toxicidad y exposición a Diphacinone-50 y a la perturbación por la implementación de la operación para la erradicación de ratas en la Alternativa E son los mismos que los mencionados en la Alternativa D. Para un análisis completo de los impactos al carey, a la tortuga verde y al tinglar por la Alternativa D favor de referirse a la Sección 4.9.2.

4.10.3 Impactos en los invertebrados

Los impactos a los invertebrados, incluyendo los tres arácnidos (*Clubiona desecheonis*, *Camillina desecheonis*, and *Schizomus desecheo*), el cangrejo terrestre común y el cangrejo ermitaño asociados a la toxicidad y exposición a Diphacinone-50 y a la perturbación por la implementación de la operación para la erradicación de ratas en la Alternativa E son los mismos que los mencionados en la Alternativa D. Para un análisis completo de los impactos a los invertebrados por la Alternativa D favor de referirse a la Sección 4.9.3.

4.10.4 Impactos en los Murciélagos

Los impactos a los murciélagos asociados a la toxicidad y exposición a Diphacinone-50 y a la perturbación por la implementación de la operación para la erradicación de ratas en la Alternativa E son los mismos que los mencionados en la Alternativa D. Para un análisis completo de los impactos a los murciélagos por la Alternativa D favor de referirse a la Sección 4.9.4.

4.10.5 Impactos en la Vegetación

Los impactos en la vegetación, incluyendo el cactus higo chumbo asociado a la toxicidad y exposición a Diphacinone-50 y a la perturbación por la implementación de la operación para la erradicación de ratas en la Alternativa E son los mismos que los mencionados en la Alternativa D. Para un análisis completo de los impactos a la vegetación por la Alternativa D favor de referirse a la Sección 4.9.5.

4.10.6 Tabla de los Impactos para la Alternativa E: Recursos Biológicos

Tabla 4.4. Impactos de la Alternativa E (dispersión aérea de diphacinone) en los recursos biológicos.

Species	Toxicant exposure risk level[1]	Risk mortality - toxicant use[2]	Disturbance risk[3]	Extent of risk within a population[4]		Duration of risk[5]	
				toxicant	disturbance	toxicant	disturbance
Red-tailed Hawk & American Kestrel	High	Medium	Low	Island	Individ.	Short	Short
Pearly-eyed Thrasher	High	Medium	Medium	Island	Individ.	Short	Medium
Northern Mockingbird, Smooth-billed Ani, Shiny Cowbird	High	Medium	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
Zenaida Dove & Common Ground-dove	High	Medium	Medium	Island/ Individ.[6]	Individ.	Short	Medium
Black-whiskered Vireo & Gray Kingbird	Medium	Medium	Low	Island	Individ.	Short	Short
Mangrove Cuckoo	High	Medium	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
American Oystercatcher	Low	Medium	Medium	Island	Individ.	Short	Short
Ruddy Turnstone, Great Blue Heron, Green heron, Great Egret	High	Medium	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
Belted Kingfisher	Medium	Medium	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
House Sparrow, Bronze Mannikin, & Orange-cheeked Waxbill	High	Medium	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
Peregrine Falcon & Northern Harrier	High	Medium	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
Merlin	Medium	Medium	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
Laughing Gull	High	Medium	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
Brown Booby & Brown Pelican	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
Magnificent Frigatebird & Red-footed Booby	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
Bridled Tern, Sooty Tern & Brown Noddy	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
White-tailed Tropicbird	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
Desecheo Gecko	Medium	Medium	Low	Global	Individ.	Short	Short
Desecheo Ameiva	High	Medium	Low	Global	Individ.	Short	Short
Desecheo Anole	High	Medium	Low	Global	Individ.	Short	Short
Puerto Rico Racer	High	Medium	Low	Island	Individ.	Short	Short
Slippery-backed Skink	High	Medium	Low	Island	Individ.	Short	Short
Hawksbill, Green & Leatherback Sea Turtles	Low	Low	Low	Individ.	Individ.	Short	Short
Arachnids[7]	Low	None	Low	Global	Individ.	Short	Short
Purple Landcrab	High	None	Low	Island	Individ.	Short	Short
Hermit Crab	High	None	Medium	Island	Individ.	Short	Short
Bats	Low	High	None	Individ.	None	Short	None
Higo Chumbo	None	None	Low	None	Individ.	None	Short
Other Vegetation/Flora	None	None	Low	None	Individ.	None	Short

NOTES TO TABLE 4.4

[1]None: No exposure pathway; Low: Possible exposure pathway; Medium: One exposure pathway; High: Multiple exposure pathways.

[2] None: No toxicological sensitivity; Low: Minor toxicological sensitivity; Medium: Moderate toxicological sensitivity; High: Severe toxicological sensitivity.

[3] None: No disturbance pathway; Low: Low sensitivity to disturbance; Medium: Moderate sensitivity to disturbance; High: Severe sensitivity to disturbance.

[4] Individual (Individ.): Few individuals affected, no affect on resident breeding population; Island population (Island): Resident breeding population affected, no affect on regional or global population; Global or regional population (Global): Regional or global population affected.

[5] Short: Impacts for up to two months; Medium: Impacts for two to six months; Long: Impacts for more than 6 months.
[6] Extent of risk within a population for both toxicant and disturbance is: Island for zenaida dove and Individual for common ground-dove.
[7] Arachnids: *Clubiona desecheonis*, *Camillina desecheonis* and *Schizomus desecheo*.

4.11 Impactos Indirectos a los Recursos Biológicos

4.11.1 Efectos Indirectos bajo la Alternativa A

La Alternativa A, es la alternativa de no acción, bajo esta alternativa las ratas permanecerían en Desecheo y continuaría el impacto a la isla alterando las comunidades de la vegetación, afectando la reproducción exitosa de aves marinas e impactando la red alimenticia total de la isla. Específicamente, las ratas podrían prevenir la recuperación del amenazado cactus higo chumbo al consumir las semillas, los frutos, los retoños y al cactus adulto. La continua presencia de las ratas podría prevenir el restablecimiento de aves marinas, oprimir la abundancia de las salamanquitas de Desecheo y contribuir a la alteración del hábitat lo que potencialmente conduciría a la extirpación de las aves terrestres de las islas.

4.11.2 Efectos Indirectos de Todas Las Alternativas

Las ratas probablemente juegan un rol importante en el ecosistema de Desecheo. Es probable que la remoción de las ratas tenga impactos directos a otras especies. El Servicio anticipa que la mayoría de estos impactos serían positivos. Los beneficios de la erradicación de ratas de las islas a nivel mundial han sido detallados en la Sección 1.4.1.3 y los impactos de las ratas a la vida nativa en Desecheo han sido detallados en la Sección 4.6.3. Se han reportado extensivamente beneficios indirectos por la erradicación de ratas para las aves marinas, las aves terrestres, los reptiles, los invertebrados, las plantas poco conocidas, la regeneración del bosque, las comunidades intermareales y la transformación total del ecosistema.

El impacto positivo más inmediato esperado en Desecheo es para las aves más pequeñas que anidan en la isla, tales como las gaviotas monjas, las gaviotas oscuras y las cerveras pardas. En conteos anteriores de estas aves en Desecheo se sugiere que anidaban entre o alrededor de los miles. En el archipiélago de Azores, la erradicación de ratas negras resultó en el restablecimiento de anidaje delas palometas (*Sterna dougalli*) y de las gaviotas (*S. hirundo*) (Amaral et al. 2010). Luego de la erradicación de ratas negras en la Isla Anacapa en California, la ocupación de los nidos de los “Xantus’ murrelet” (*Synthliboramphus hypoleucus*) aumentó de un 36 a un 51 por ciento y la eclosión de los huevos de un 42 a un 80 por ciento (Whitworth et al. 2005).

Además, la erradicación de las ratas podría tener un impacto positivo indirecto para las aves terrestres residentes al reducir la depredación de los huevos, los pichones y los

adultos y al reducir la competencia por los recursos alimenticios. Conteos anteriores en Desecheo sugieren que no se ha avistado aves terrestres en la isla en años recientes, incluyendo al pájaro bobo menor, el cual Wetmore (1918) consideró residente y que fue comúnmente avistado por Meier y colegas en el 1987. La recuperación general del hábitat, al reducirse la depredación por las ratas de las semillas y retoños también provee suelos para forrajeo de calidad para las aves migratorias neo tropicales durante el invierno. El Servicio anticipa un aumento en abundancia y distribución de la salamanquita de Desecheo; actualmente las ratas impactan estas especies al depredar los huevos, pichones y adultos y por la competencia por los recursos alimenticios.

En otras islas donde las ratas han sido erradicadas, algunos de los beneficiarios más documentados por la erradicación de ratas son los invertebrados terrestres (Newman 1994, Ruscoe 2001, Jones y Golightly 2006) y se anticipa que aumente la abundancia en general de los invertebrados en Desecheo, especialmente las poblaciones de invertebrados terrestres de los cuales las ratas dependen para alimentarse. Además, es probable que las ratas impacten las dos arañas endémicas y el escorpión endémico y se anticipa que la remoción de las ratas mejore la población remanente de estas especies a largo plazo (véase la 4.6.3.5).

En otros lugares, las ratas han impactado plantas y árboles poco conocidos por la depredación de semillas, retoños y frutas y consecutivamente contribuyen a la alteración de comunidades de vegetación nativa. Específicamente, se anticipa que la remoción de las ratas tendría un impacto positivo en la recuperación del cactus higo chumbo en Desecheo, dado que se conoce que las ratas depredan las frutas del higo chumbo en la isla cercana de Mona (véase la sección 4.6.3.6).

La remoción de las ratas también podría tener un impacto negativo indirecto a algunos componentes del ecosistema, dado al rol percibido en el ecosistema de Desecheo. Dado a que una gran proporción de la dieta de las ratas probablemente son invertebrados y semillas en Desecheo, estas presas serían liberadas de la presión por la depredación de las ratas una vez estas sean erradicadas. Se anticipa que esta liberación sea compensada, subsecuentemente con la depredación de estas mismas presas por la vida silvestre terrestre nativa (depredadores invertebrados, reptiles y aves terrestres), de hecho la eliminación de la competencia por alimentos, entre las ratas y las especies nativas, sería de beneficio para las poblaciones de vida silvestre nativa en Desecheo. Sin embargo, existe la posibilidad que algunas presas no sean consumidas por las especies nativas y por lo tanto, al no estar bajo la presión por la depredación, pueda resultar en un aumento en la población. Si una especie en detrimento a la ecología de Desecheo (tal como una planta invasiva o un invertebrado depredador) aumenta su abundancia luego de la remoción de las ratas, esto puede resultar en un impacto negativo indirecto. La presencia de las hormigas (Formicidae: posiblemente *Solenopsis* sp.), es de preocupación particular, pero se desconoce si las especies en Desecheo son nativas o invasivas, o si las ratas juegan un papel en el control de la abundancia de las hormigas.

La presencia de los guaraguaos colirrojos y de los gavilanes rastreros en Desecheo puede disminuir como resultado de la erradicación de las ratas, debido a que la gran parte de la

dieta de estas especies está compuesta de mamíferos. Sin embargo, en la isla principal de Puerto Rico, la dietas de los guaraguaos colirrojos en bosques de elevaciones bajas se comprende en su mayoría de pequeños mamíferos, pero en bosques de elevaciones más altas se comprende en su mayoría de reptiles, aves y anfibios (Santana y Temple 1988) lo que sugiere que las especies tienen la habilidad de adaptarse a una dieta no mamífera de ser necesario. Además, el gavilán rastrero ha sido rara vez reportado en Desecheo; la isla no provee el hábitat optimo y no es probable un residente o errante en la isla.

Los números de zorzales pardos y de tordos lustrosos pueden aumentar en la isla como resultado de la reducción de la depredación de los huevos y pichones y al aumentar la abundancia de alimentos. Los tordos lustrosos son parasitos de nidos que ha ido aumentando su distribución desde el año 1900, desde Sur América (de donde es nativo) hasta el Caribe a América del Norte. Actualmente, es documentado impactando a 232 especies que han aceptado los huevos de los tordos lustrosos y 74 especies que han criado los tordos lustrosos jóvenes. El zorzal pardo es un ave muy voraz que depreda vertebrados, aves, huevos y crías. Aunque la mayoría de los eventos de depredación de nido reportados han sido de aves paseriformes (Arendt 2006), existe la posibilidad de que los zorzales pardos depreden a las aves marinas, huevos y pichones, particularmente los de las especies pequeñas, como las gaviotas. Un aumento en abundancia de los lustrosos y de los pardos en Desecheo podría tener un impacto en el éxito de anidaje de especies de aves residentes en reproducción

Los números de las aves no nativas: gorrión común, diablito y veterano, aumentarían como resultado de la disminución de ratas depredando los huevos, pichones y aves adultas y el aumento en recursos alimenticios. Estas tres especies son introducidas a Puerto Rico y se desconoce si aumentaría su abundancia en Desecheo.

4.12 Consecuencias: Ambiente Social y Económico

Las guías de CEQ en el 40 CFR 1508.14 incluyen la relación humana con el ambiente natural como una categoría de impacto potencial que debe ser considerada en el análisis de la NEPA. Con esto se interpreta es que un análisis de NEPA debe examinar los efectos potenciales por una acción en cualquier valor económico y/o social que esté relacionada con el ambiente natural.

4.12.1 Visitantes al Refugio y Recreación

4.12.1.1 Estructura del Análisis para los Visitantes al Refugio y la Recreación

A pesar de que el acceso a Desecheo al público está prohibido sin un permiso, las aguas que rodean las islas son utilizadas por agencias turísticas e individuos autorizados, para actividades recreacionales limitadas, tales como avistamientos de vida silvestre, “snorkeling” y buceo. Este análisis examinará los posibles cambios a las experiencias de los visitantes como resultado de todas las alternativas. El Servicio consideraría significativo cualquier cambio mayor a largo plazo a la experiencia de los visitantes.

4.12.1.2 Alternativa A –no acción

Los impactos directos que tendrán las aves marinas en Desecheo por las ratas serían perceptibles para los navegantes cerca de la isla. En general, el no tomar acción con respecto a la remoción de ratas invasivas en la isla probablemente no resultaría en impactos directos al valor de la Reserva l de Vida Silvestre en Desecheo para los visitantes cerca de las costas. Sin embargo, si las ratas no se remueven de Desecheo, los visitantes cerca de la costas probablemente van observar la disminución de aves, ya que se anticipa la ausencia continuada de varías especies de aves en la isla.

4.12.1.3 Alternativa B

El acceso al área que rodea la isla de Desecheo estará cerrado para los navegantes durante la operación de aplicación del cebo, lo cual sería un inconveniente menor a corto plazo para los visitantes. Si las bandadas de aves, particularmente las gaviotas y los pelicanos, se mudan de lugar durante las operaciones de los helicópteros, las bandadas serían visibles a los navegantes en la costa, pero solo durante las operaciones de los helicópteros por un corto periodo. Después de la erradicación de ratas, la recuperación del ecosistema de Desecheo probablemente no sea perceptible para los navegantes cerca de las islas. Sin embargo, al remover las ratas de las costas de Desecheo los visitantes probablemente tengan una mayor oportunidad de avistamientos, ya que se espera que varias especies de aves extirpadas retornen a la isla después de la erradicación de las ratas.

4.12.1.4 Alternativa C

El acceso al área que rodea la isla de Desecheo estaría cerrado para los navegantes durante las operaciones de aplicación aérea del cebo, lo cual sería un inconveniente menor a corto plazo para los visitantes. Si las bandadas de aves, particularmente las gaviotas y los pelicanos, se mudan de lugar durante las operaciones de los helicópteros, las bandadas serían visibles a los navegantes en la costa, pero solo durante las operaciones de los helicópteros por un corto periodo. Después de la erradicación de ratas, la recuperación del ecosistema de Desecheo probablemente no sea perceptible para los navegantes cerca de las islas. Sin embargo, al remover las ratas de las costas de Desecheo los visitantes probablemente tengan una mayor oportunidad de avistamientos, ya que se espera que varias especies de aves extirpadas retornen a la isla después de la erradicación de las ratas.

4.12.1.5 Alternativa D

El acceso al área que rodea la isla de Desecheo estaría cerrado para los navegantes durante las operaciones de aplicación aérea del cebo, lo cual sería un inconveniente menor a corto plazo para los visitantes. Si las bandadas de aves, particularmente las gaviotas y los pelicanos, se mudan de lugar durante las operaciones de los helicópteros, las bandadas serían visibles a los navegantes en la costa, pero solo durante las operaciones de los helicópteros por un corto periodo. Después de la erradicación de ratas, la recuperación del ecosistema de Desecheo probablemente no sea perceptible para los navegantes cerca de las islas. Sin embargo, al remover las ratas de las costas de Desecheo los visitantes probablemente tengan una mayor oportunidad de avistamientos, ya que se espera que varias especies de aves extirpadas retornen a la isla después de la erradicación de las ratas.

4.12.1.6 Alternativa E

El acceso al área que rodea la isla de Desecheo estaría cerrado para los navegantes durante las operaciones de aplicación aérea del cebo, lo cual sería un inconveniente menor a corto plazo para los visitantes. Si las bandadas de aves, particularmente las gaviotas y los pelicanos, se mudan de lugar durante las operaciones de los helicópteros, las bandadas serían visibles a los navegantes en la costa, pero solo durante las operaciones de los helicópteros por un corto periodo. Después de la erradicación de ratas, la recuperación del ecosistema de Desecheo probablemente no sea perceptible para los navegantes cerca de las islas. Sin embargo, al remover las ratas de las costas de Desecheo los visitantes probablemente tengan una mayor oportunidad de avistamientos, ya que se espera que varias especies de aves extirpadas retornen a la isla después de la erradicación de las ratas.

4.12.2 Recursos Históricos y Culturales

4.12.2.1 Estructura de Análisis para los Recursos Históricos y Culturales

La Ley de Preservación Nacional Histórica (NHPA) define el concepto "efecto adverso" a recursos históricos; pero las regulaciones hacen claro que "el encuentro de un efecto adverso en una propiedad histórica no requiere necesariamente un EIS [Environmental Impact Statement] bajo la NEPA" (36 CFR 800.8(a)(1)). La sección 106 de la NHPA requiere que las agencias consulten con los Oficiales de Preservación Histórica designados si existe la posibilidad de efectos adversos a recursos históricos o culturales. La isla de Desecheo no tiene recursos históricos o culturales conocidos. Adicionalmente, una consulta informal con la oficina regional de Arqueología del Servicio indicó que la erradicación de ratas en Desecheo no resultará en impactos negativos a los recursos históricos o culturales, por lo tanto no requiere de consulta formal con la Oficina Estatal de Preservación Histórica de Puerto Rico (SHPO) (véase el Apéndice VIII). Aunque en el caso que algún recurso histórico o cultural no haya sido detectado y estuviera presente, este análisis evaluaría cualquier impacto potencial a los recursos históricos y culturales en la isla de Desecheo como referencia para consulta con los correspondientes Oficiales de Preservación Histórica.

4.12.2.2 Alternativa A – no acción

El Servicio no tiene evidencia que las actividades de las ratas podrían afectar algunos de los recursos históricos y culturales en la isla posiblemente no detectados aun. Las ratas son animales excavadores, un comportamiento que tiene el potencial de dañar artefactos enterrados, pero hay numerosas especies de aves marinas que excavan en la isla también, lo cual hace difícil la preservación de artefactos enterrados en Desecheo, estén o no estén presentes las ratas.

4.12.2.3 Alternativa B

La Alternativa B no envuelve actividades que requieran la alteración de los suelos o cualquier otra acción que podría afectar los recursos históricos o culturales en Desecheo.

4.12.2.4 Alternativa C

La Alternativa C no envuelve actividades que requieran la alteración de los suelos o cualquier otra acción que podría afectar los recursos históricos o culturales en Desecheo.

4.12.2.5 Alternativa D

La Alternativa D no envuelve actividades que requieran la alteración de los suelos o cualquier otra acción que podría afectar los recursos históricos o culturales en Desecheo.

4.12.2.6 Alternativa E

La Alternativa E no envuelve actividades que requieran la alteración de los suelos o cualquier otra acción que podría afecte los recursos históricos o culturales en Desecheo.

4.13 Consecuencias: Impactos Acumulativos

4.13.1 Evaluación de los Impactos Acumulativos

Las regulaciones de la NEPA requieren que las agencias federales consideren no solo los impactos directos e indirectos de una acción, sino también los impactos acumulativos a los que una acción contribuiría. Analizar los impactos acumulativos en la isla de Desecheo requiere la consideración de otros impactos no relacionados que estén ocurriendo simultáneamente en esos recursos, impactos que ocurrieron en el pasado o impactos que podrían ocurrir en el futuro. La continua presencia de las ratas probablemente esté impactando las especies en la isla, pero no se conoce de otros impactos que estén aconteciendo hoy día. Más allá no hay en la isla acciones predecibles futuras por los humanos que podrían afectar negativamente el ambiente de la isla, porque la isla está siendo manejada como un Refugio Nacional de Vida Silvestre. Sin embargo, muchas de las especies en Desecheo aún se recuperan de impactos severos ocurridos en el pasado. Además, muchas de las especies que usan la isla de Desecheo tienen una distribución amplia. Estas poblaciones de largo alcance podrían haber sido afectadas en el pasado, pueden estar experimentando impactos no relacionados actualmente o podrían estar en riesgo de impactos por consecuencias predecibles futuras, en otro lugar de su distribución. Lo siguiente es un desglose de acciones pasadas, presentes y futuras que probablemente contribuyan acumulativamente a los impactos asociados con las cinco alternativas identificadas. Los impactos directos e indirectos para cada alternativa serán analizados con la siguiente lista de actividades para determinar los impactos acumulativos para cada alternativa.

Acciones Pasadas – acciones que ocurrieron en el pasado pero que tienen impactos duraderos y contribuirían a los impactos por la acción propuesta.

Históricamente, la isla de Desecheo ha sido objeto de una serie de impactos humanos. En los años 1920 se intentó cultivar la tierra. El ganado se pastoreaba en el Valle Largo y las entradas del Valle Largo y Oeste fueron represadas para recoger el agua. El bosque en el suroeste de la isla cerca de Puerto de los Botes fue talado para tierra de cultivo y las bobas

patirroja fueron desplazadas a 500 pies al este aproximadamente. La antigua zona cultivada fue revertida a pastizales y quemada por los pescadores para mantener el hábitat para los cangrejos, la quema prevenía el restablecimiento de arboles en el área.

- El actividad militar en Desecheo y la remoción de municiones sin detonar (UXO) – Entre 1940 y 1952, Desecheo fue usado por el Departamento de Guerra de los Estados Unidos como lugar de bombardeo y entrenamiento durante la Segunda Guerra Mundial y continuó como lugar de entrenamiento para supervivencia para las Fuerzas Aéreas de Estados Unidos hasta el 1960 (Woodbury et al. 1971). Permaneció bajo jurisdicción Federal hasta el 1964 cuando fue declarada propiedad excedente. Se puede ver evidencia de este bombardeo en las rocas destrozadas pulverizadas en las cordilleras y acantilados en el oeste. En los años 1970 aún reportaban segmentos y fragmentos de caracoles (Woodbury et al. 1971) y evaluaciones hechas por el Departamento de la Defensa en el 1991, 2002 y 2007 detectaron remanentes de municiones y altos niveles de zinc en el suelo en las dos áreas de bombardeo conocidas; la isla en total está considerada en riesgo por municiones remanentes. Como una área utilizada por el servicio militar de los Estados Unidos, el ecosistema de Desecheo podría haber sido impactado severamente por las actividades de bombardeo y los impactos por los vehículos pesados en la isla. Un edificio en concreto pequeño y una gran cuenca de agua fue construida a través de las costas del suroeste. Las evaluaciones conducidas en el 1991, 2002 y 2007 incluían visitas cortas a Desecheo por el personal militar a través de la isla causando perturbación en los senderos.

- La erradicación de gatos domésticos – nueve gatos machos fueron removidos de Desecheo entre el 1985 y el 1987. No se han vistos gatos desde el 2003. La remoción de los gatos domésticos probablemente tuvo cierto impacto a Desecheo a corto plazo, por las actividades operacionales; sin embargo, los impactos a largo plazo son principalmente positivos debido a los impactos negativos que se conocen, en dondelos gatos domésticos provocan graves daños a las especies en las islas. Se ha documentado que los gatos domésticos depredan aves, huevos de aves, reptiles y otras especies en las islas (Nogales et al. 2004). Al remover los gatos domésticos; las especies de las islas han tenido la oportunidad de recuperarse; sin embargo, la recuperación total no ocurrirá hasta que las ratas hayan sido removidas de Desecheo dado a que estas impactan las mismas especies que los gatos. La remoción de los gatos domésticos puede haber liberado a las ratas de la presión de ser depredadas, permitiendo que la población de las ratas en Desecheo aumente.

- La remoción de cabros – los cabros estuvieron presentes en Desecheo desde el 1788. Breckon (2000) propone que los impactos por los cabros domésticos en Desecheo en los años 1990 fueron resultado del cese de la cacería ilegal de cabros, a finales de los años 1980. Los cabros domésticos tuvieron un impacto negativo en el ecosistema de la isla por el exceso de pastoreo, los impactos al suelo, la erosión, la pérdida de diversidad de plantas y la perturbación a áreas de anidaje de aves marinas. Entre el 1996 y el 1999, 390 cabros fueron removidos (Breckon 2000) y durante siete visitas de campo por el personal del Servicio entre marzo 2001 y

diciembre 2002, 291 cabros adicionales fueron removidos. En el 2008, los últimos cabros fueron removidos y la erradicación completa fue confirmada en el 2010. Aunque los impactos negativos inmediatos por la remoción de cabros domésticos en la isla, incluyendo, impactos en el uso del suelo por el movimiento en toda la isla y la perturbación a la vegetación por cazadores que viajaban a través de la isla, pueden haberse llevado a cabo, los resultados de las actividades traerán efectos positivos al ecosistema de la isla, incluyendo: un aumento en semillas, la reducción de la búsqueda y corte de las plantas nativas, aumento en la sobrevivencia de especies de plantas amenazadas y en baja densidad y posiblemente un aumento en la diversidad en general de las plantas. Además, la recuperación general del hábitat beneficiará a los reptiles nativos y a las aves y la erosión y los impactos al suelo disminuirán. Ya el amenazado cactus higo chumbo ha aumentado de solo cinco plantas conocidas en el 2003 a más de 33 individuos en el 2010, con señales obvias de crecimiento rápido en muchos individuos.

- Remoción de los monos – los macacos *Rhesus* fueron introducidos en Desecheo en el 1966 por el Instituto Nacional de Salud. La colonia fue abandonada entre el 1971 cuando concluyó el estudio (Evans 1989). Casi inmediatamente después de la introducción, los monos fueron implicados en la dramática reducción de poblaciones de anidaje de la boba parda y de la boba patirroja, a tal punto que se conoce de menos de 20 pares de dos especies de aves marinas solamente (de las nueve especies documentadas históricamente) que se reproducen en la isla hoy día. Esfuerzos previos por atrapar y remover los macacos *Rhesus* fueron llevados a cabo en el 1977, 1979 y 1981 (Evans 1989). Entre el 1985 y 1988, un esfuerzo más intensivo fue acogido por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos para reabastecer la biodiversidad histórica del Refugio Nacional de Vida Silvestre. Este intento no fue exitoso en la remoción total, pero la reducción significativa en la densidad de los monos podría haber permitido alguna recuperación de especies nativas en la isla. A principios del 2009, se inició un intento adicional para completar la remoción de los animales remanentes y continúa hoy día. Aunque los efectos negativos de estos programas de remoción, incluyendo el impacto al terreno y la perturbación a la vegetación por cazadores residiendo y trabajando temporeramente en la isla puede haber ocurrido, los beneficios positivos en el ecosistema de la isla por la reducción en las densidades de los animales y la total remoción a largo plazo excede grandemente los impactos a corto plazo por las actividades de manejo.

- Monitoreo biológico – el Servicio conduce investigaciones biológicas en el Refugio Nacional de Vida Silvestre en Desecheo para monitorear el estado del ecosistema. Los estudios son conducidos por biólogos del Servicio en estaciones de investigación permanentes a través de la isla. Típicamente, cuatro empleados del Servicio visitan la isla por entre dos a cuatro días y viajan a pie a través de la isla para evaluar los lugares de investigación. Los impactos por estas actividades son limitados al tránsito a pie y los impactos al suelo asociados y la perturbación a la vegetación a través de los senderos que recorren (frecuentemente los senderos de los cabros)

para ganar acceso al interior de la isla. Campamentos temporeros serían localizados en la vieja cuenca de agua, al suroeste de la isla, para apoyar al personal de investigación: todo el equipo y suministros sería removidos de la isla al concluir el viaje.

- Aplicación de la ley - se conoce que la isla de Desecheo y las aguas que la rodean han sido usadas para propósitos ilegales, incluyendo la llegada ilegal de inmigrantes de cualquier lugar de la región del Caribe (usualmente la República Dominicana y Cuba) y el tráfico ilegal de drogas. Estas actividades han requerido de la aplicación de la ley por agentes federales de Estados Unidos y el gobierno de Puerto Rico dentro del área y en la isla. Las actividades para la aplicación de la ley han envuelto patrullaje del área por aeronaves, embarcaciones y oficiales en la isla. Cualquier impacto a la isla por estas actividades es mínimo y no es frecuente.

Acciones Actuales – las acciones que se están llevando a cabo dentro del mismo tiempo de la acción propuesta o dentro de la fase de planificación y cumplimiento de la acción propuesta y que contribuye a los impactos por la acción propuesta.

- Monitoreo biológico – se está conduciendo unas investigaciones biológicas adicionales dentro de este tiempo para documentar la recuperación específica de especies nativas y en peligro como resultado del manejo propuesto para la erradicación de ratas y para llevar a cabo estudios de campo para la preparación de la erradicación de ratas. Se llevaron a cabo monitoreos en tres ocasiones en el 2009 (febrero, junio y diciembre) y en dos ocasiones en el 2010 (febrero y junio). El personal de campo fue ubicado temporeramente en Desecheo de cinco días a dos semanas. Los impactos asociados con estas actividades incluyen un aumento en el tránsito a pie y la perturbación a la vegetación a través del acceso al interior de la isla y las áreas costeras, el atrapar y practicar eutanasia a las ratas y la captura a mano de los reptiles. Al final de cada viaje, todo el equipo y suministros serán removidos permanentemente de la isla.

- Mantenimiento de la estación sísmica – La Universidad de Puerto Rico viaja anualmente a Desecheo para verificar y mantener la estación sísmica que está localizada en “Top Ridge”. El personal de mantenimiento viaja en bote o helicóptero a la isla y se quedan en la isla solo para verificar y realizar el mantenimiento requerido en la estación. Los impactos a corto plazo de estas acciones no son significativas y no tendrán impactos a largo plazo.

Acciones Futuras – las acciones futuras que son predecibles que pueden contribuir a los impactos acumulativos por la acción propuesta.

- Monitoreo biológico – las investigaciones por el Servicio para monitorear el estado del ecosistema y la recuperación de la biodiversidad amenazada y nativa, según descrito arriba, continuarán. Se anticipa que las investigaciones para documentar la

recuperación del ecosistema concluirán en cinco años después de la implementación de los esfuerzos por erradicar las ratas.

- Aplicación de la ley – las actividades para aplicar la ley permanecerán según requerido, pero no se espera que surjan impactos en la isla a corto o largo plazo.

4.13.1.1 Impactos Acumulativos bajo la Alternativa A – No Acción

Bajo la alternativa de no acción, los impactos negativos que las ratas están teniendo en la isla de Desecheo, particularmente en los recursos biológicos de la isla, continuarán perpetuamente. Estos impactos se pueden añadir a otros impactos no relacionados a estos recursos en el futuro. Sin embargo, los impactos menores que los proyectos pasados, presentes y futuros podrían tener en los recursos biológicos de Desecheo probablemente no contribuyan a impactos adicionales. Sin embargo, si persiste la presencia de ratas en la isla, sin esfuerzos de erradicación, los recursos biológicos de la isla podrían seguir siendo afectados y podrían causar la extirpación de más aves marinas de Desecheo. Además, si las ratas persisten en la isla, los beneficios al ecosistema por la remoción de los gatos y de los cabros domésticos y de los monos no se realizarán en su totalidad y los costos de estas operaciones no habrán alcanzado su beneficio máximo.

4.13.1.2 Impactos Acumulativos bajo la Alternativa B

Bajo la Alternativa B no habría impactos negativos mayores a los recursos biológicos, físicos y culturales de Desecheo. Los impactos negativos menores a los recursos biológicos en la isla como resultado de la Alternativa B probablemente contribuirían a impactos negativos adicionales a proyectos no relacionados llevándose a cabo. Sin embargo, los impactos positivos esperados por la Alternativa B a los recursos biológicos de la isla podrían contribuir a los impactos positivos acumulativos de las erradicaciones combinadas de cabros domésticos, gatos y monos.

4.13.1.3 Impactos Acumulativos bajo la Alternativa C

Bajo la Alternativa C no habría impactos negativos mayores a los recursos biológicos, físicos y culturales de Desecheo. Los impactos negativos menores a los recursos biológicos en la isla como resultado de la Alternativa C probablemente contribuirían a impactos negativos adicionales a proyectos no relacionados llevándose a cabo. Sin embargo, los impactos positivos esperados por la Alternativa C a los recursos biológicos de la isla podrían contribuir a los impactos positivos acumulativos de las erradicaciones combinadas de cabros domésticos, gatos y monos.

4.13.1.4 Impactos Acumulativos bajo la Alternativa D

Bajo la Alternativa D no habría impactos negativos mayores a los recursos biológicos, físicos y culturales de Desecheo. Los impactos negativos menores a los recursos biológicos en la isla como resultado de la Alternativa D probablemente contribuirían a impactos negativos adicionales a proyectos no relacionados llevándose a cabo. Sin embargo, los impactos positivos esperados por la Alternativa D a los recursos biológicos de la isla

podrían contribuir a los impactos positivos acumulativos de las erradicaciones combinadas de cabros domésticos, gatos y monos.

4.13.1.5 Impactos Acumulativos bajo la Alternativa E

Bajo la Alternativa E no habría impactos negativos mayores a los recursos biológicos, físicos y culturales de Desecheo. Los impactos negativos menores a los recursos biológicos en la isla como resultado de la Alternativa E probablemente contribuirían a impactos negativos adicionales a proyectos no relacionados llevándose a cabo. Sin embargo, los impactos positivos esperados por la Alternativa E a los recursos biológicos de la isla podrían contribuir a los impactos positivos acumulativos de las erradicaciones combinadas de cabros domésticos, gatos y monos.

4.14 Impactos Irreversibles e Irremediables

4.14.1 Alternativa A – No Acción

La alternativa de no acción no requiere el compromiso de ningún recurso que sea considerado irreversible o irremediable. La mayoría de los impactos asociados con esta alternativa resultarán en impactos a corto plazo y no requiere el uso de recursos no renovables.

4.14.2 Alternativa B

Esta alternativa no requiere el compromiso de ningún recurso que sea considerado irreversible o irremediable. La mayoría de los impactos asociados con esta alternativa resultará en impactos a corto plazo y no requiere el uso de recursos no renovables. Más allá, no habrá construcción ni desarrollo de estructuras permanentes, divergencia de vías de agua o la extracción de gas o aceite durante el periodo de implementación del proyecto.

Las actividades del proyecto requerirían un compromiso de fondos que no estaría disponible para uso en otros proyectos del Servicio. En algún punto, el compromiso de fondos (para comprar suministros, para pagos a personas contratadas, etc.) sería irreversible; una vez estos fondos sean usados será irremediable. Los recursos no renovables o no reciclables que sean comprometidos al proyecto (tales como el combustible para el helicóptero, el cebo, y las estaciones de cebo) también representan un compromiso irreversible o irremediable de los recursos.

4.14.3 Alternativa C

Esta alternativa no requiere el compromiso de ningún recurso que sea considerado irreversible o irremediable. La mayoría de los impactos asociados con esta alternativa resultarán en impactos a corto plazo y no requieren el uso de recursos no renovables. Más allá, no habrá construcción ni desarrollo de estructuras permanentes, divergencia de vías de agua o la extracción de gas o aceite durante el periodo de implementación del proyecto.

Las actividades del proyecto requerirían un compromiso de fondos que no estaría disponible para uso en otros proyectos del Servicio. En algún punto, el compromiso de fondos (para comprar suministros, para pagos a personas contratadas, etc.) sería irreversible; una vez estos fondos sean usados será irremediable. Los recursos no renovables o no reciclables que sean comprometidos al proyecto (tales como el combustible para el helicóptero, el cebo, y las estaciones de cebo) también representan un compromiso irreversible o irremediable de los recursos.

4.14.4 Alternativa D

Esta alternativa no requiere el compromiso de ningún recurso que sea considerado irreversible o irremediable. La mayoría de los impactos asociados con esta alternativa resultarán en impactos a corto plazo y no requieren el uso de recursos no renovables. Más allá, no habrá construcción ni desarrollo de estructuras permanentes, divergencia de vías de agua, o la extracción de gas o aceite durante el periodo de implementación del proyecto.

Las actividades del proyecto requerirían un compromiso de fondos que no estaría disponible para uso en otros proyectos del Servicio. En algún punto, el compromiso de fondos (para comprar suministros, para pagos a personas contratadas, etc.) sería irreversible; una vez estos fondos sean usados será irremediable. Los recursos no renovables o no reciclables que sean comprometidos al proyecto (tales como el combustible para el helicóptero, el cebo, y las estaciones de cebo) también representan un compromiso irreversible o irremediable de los recursos.

4.14.5 Alternativa E

Esta alternativa no requiere el compromiso de ningún recurso que sea considerado irreversible o irremediable. La mayoría de los impactos asociados con esta alternativa resultarán en impactos a corto plazo y no requieren el uso de recursos no renovables. Más allá, no habrá construcción ni desarrollo de estructuras permanentes, divergencia de vías de agua o la extracción de gas o aceite durante el periodo de implementación del proyecto.

Las actividades del proyecto requerirían un compromiso de fondos que no estaría disponible para uso en otros proyectos del Servicio. En algún punto, el compromiso de fondos (para comprar suministros, para pagos a personas contratadas, etc.) sería irreversible; una vez estos fondos sean usados será irremediable. Los recursos no renovables o no reciclables que sean comprometidos al proyecto (tales como el combustible para el helicóptero, el cebo, y las estaciones de cebo) también representan un compromiso irreversible o irremediable de los recursos.

4.15 Usos a Corto Plazo y Productividad a Largo Plazo

Una meta importante del Servicio es mantener la productividad ecológica a largo plazo y la integridad de los recursos biológicos en el Refugio. Las alternativas están diseñadas para contribuir a la productividad ecológica a largo plazo de la isla de Desecheo y no resultaría en usos de recursos a corto plazo que irían en contra de esta productividad a largo plazo.

Cualquier impacto a los recursos biológicos de la isla a corto plazo sería sopesado por la restauración del sistema ecológico por la erradicación de las ratas.

5 CONSULTA Y COORDINACIÓN

5.1 Introducción

Esta documento de Evaluación Ambiental estará disponible para la revisión por parte del público durante 30 días, para así permitir que el publico de sus opiniones y comentarios sobre el contenido del documento. La Evaluación Ambiental estará disponible al público una vez sea anunciada en los medios de comunicación locales y de la misma forma se estará enviando por correo tradicional o correo electrónico a todas las agencias, organizaciones e individuos que estén interesados y que hayan solicitado la información. Después de terminar el periodo de comentarios, el Servicio atenderá los comentarios substanciales recibidos y realizara los cambios en el documento de ser necesario, luego publicara el documento final de la Evaluación Ambiental junto con todos los comentarios substanciales y/o adjuntara un resumen de todos los comentarios públicos en caso que una gran cantidad de ellos sean recibidos.

5.2 Destinatarios para Emitir Comentarios a la Evaluación Ambiental

Durante el proceso de revisión y búsqueda, se realizaron solicitudes a las siguientes agencias para que revisaran y emitieran comentarios al borrador de la Evaluación Ambiental:

5.2.1 Destinatarios Gubernamentales

1. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA)
    - Daniel Galán Kercadó – Secretario
    - Miguel Garcia – Director del Negociado de Pesca y Vida Silvestre
    - Robert Matos – Director de la División de Reservas
    - Damarys Delgado – Directora del Negociado de Reservas y Zona Costanera
2. Richard Kanaski, Oficina Estatal del Preservación Histórica (SHPO, por sus siglas en ingles)
3. Departamento de Agricultura de Puerto Rico
4. Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico
5. Carl Soderberg, Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en ingles), Director de la división de protección ambiental del Caribe.
6. Rose A. Ortiz, Coordinadora de la unidad de Zona Costanera, Junta de Planificación de Puerto Rico
7. Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en ingles)
    - John Eisemann, USDA-NWRC, Fort Collins, Colorado.
    - Frank Boyd, Director estatal y del Caribe de Servicios de Vida Silvestre
    - Charles Brown, Director Regional del Area Este de Servicios de Vida Silvestre
8. NOAA – NMSF Lisamarie Carrubba (Oficina de Campo del Caribe, Boquerón, Puerto Rico)
9. Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre

- David Viker, Director de la Región 4 de los Refugios Nacionales de Vida Silvestre.
- Edwin Muñiz, Supervisor de Campo, Servicios Ecológicos – Oficina del Caribe
- Jenny Ericcson, Coordinador del Programa Nacional de Especies Invasivas, NWRS.
- Whit Lewis, Coordinador Regional de IPM, Departamento de Calidad Ambiental (DEQ, por sus siglas en ingles)

5.3 Autores, Redactores, Colaboradores y Revisores

5.3.1 Servicio Federal de Pesca y Vidal Silvestre

- Susan Silander – Directora del Caribe del Complejo de Refugios Nacionales de Vida Silvestre.
- Richard Warner - Lider de NEPA en la Oficina Regional
- Richard Kanaski – Arqueólogo Regional y Oficial Regional de Preservación Histórica
- Whit Lewis – Coordinador Regional de IPM
- Chuck Hunter – Director de la División de Planificación y Manejo de Recursos
- Félix López - Ecólogo, Programa de Contaminantes y Conservación de Hábitat

5.3.2 Island Conservation

- Gabrielle Feldman – Especialista Ambiental
- Jacob Sheppard – Especialista Ambiental
- Lillie Langlois – Asistente de Especialista Ambiental
- Kirsty Swinnerton – Administradora de Proyectos
- Gregg Howald – Eco toxicólogo y Director Regional de Norte América
- Madeleine Pott – Especialista en Restauración de Islas
- Jose Luis Herrera Giraldo – Especialista en Restauración de Islas

6 REFERENCIAS

Aguilar-Perera, A., M. Scharer, and M. Valdes-Pizzini. 2006. Marine protected areas in Puerto Rico: historical and current perspectives. Ocean and Coastal Management **49**:961-975.

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

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

Amaral, J., S. Almeida, M. Sequeria, and V. Neves. 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.

Arendt, W. J. 2006. Adaptations of an avian supertramp: distribution, ecology, and life history of the Pearly-eyed Thrasher (*Margarops fuscatus*). USDA Forest Service, International Institute of Tropical Forestry, Luquillo, PR.

ARKive.org. 2011. Round Island skink (*Leiolopisma telfairii*). http://www.arkive.org/round-island-skink/leiolopisma-telfairii/#text=References.

Arocha-Pinango, C., S. Gorzula, and A. Ojeda. 1982. The blood clotting mechanism of spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) Molecular Biology **2**:161-170.

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

Australian Department of Sustainability, E., Water, Population and Communities. 2010. Macquarie Island pest eradication program, Review of the impact of 2010 aerial baiting on non-target species, Final Report.

Avery, M. L. 1980. Diet and breeding seasonality among a population of sharp-tailed munias, *Lonchura striata*, in Malaysia. The Auk **97**:160-166.

Baker, R. J. and H. H. Genoways. 1979. Zoogeography of Antillean bats. Zoogeography in the Caribbean, Academy of Natural Sciences of Philadelphia Special Publication **13**:53-97.

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

Barun, A., G. Perry, R. Henderson, and R. Powell. 2007. *Alsophis portoricensis anegadae* (Squamata: Colubridae): morphometric characteristics, activity patterns, and habitat use. Copeia **2007**:93-100.

Bellingham, P., D. Towns, E. Cameron, J. Davis, D. Wardle, J. Wilmshurst, and C. Mulder. 2009. New Zealand island restoration: seabirds, predators, and the importance of history. New Zealand Journal of Ecology **34**:115-136.

Bjorndal, K. A., A. B. Bolten, and C. J. Lagueux. 1994. Ingestion of marine debris by juvenile sea turtles in coastal Florida habitats. Marine Pollution Bulletin **28**:154-158.

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

Blomberg, S. and R. Shine. 1996. Reptiles in Western Australia.*in* W. Sutherland, editor. Ecological Census Techniques Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Booth, L. H., C. T. Eason, and E. B. Spurr. 2001. Literature review of the acute toxicity and persistence of brodifacoum to invertebrates. Science for Conservation **177A**:1-9.

Bowdish, H. 1900. A day on De Cicheo Island. The Oologist **17**:117-120.

Bowdish, H. 1902. Birds of Porto Rico. The Auk **19**:356-366.

Bowie, M. and J. Ross. 2006. Identification of weta foraging on brodifacoum bait and the risk of secondary poisoning for birds on Quail Island, Canterbury, New Zealand. New Zealand Journal of Ecology **30**:219-228.

Breckon, G. 1998. A report on the status of the biota on Desecheo Island. Seminar presented to the New York Botanical Garden.

Breckon, G. J. 2000. Revision of the flora of Desecheo Island, Puerto Rico. Caribbean Journal of Science **36**:177-209.

Bremner, A., C. Butcher, and G. Patterson. 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.

Brock, E. M. 1965. Toxicological feeding trials to evaluate the hazard of secondary poisoning to Gopher snakes, *Pituophis catenifer*. Copeia **1965**:244-245.

Brooke, M., R. Cuthbert, A. Henricson, N. Torr, P. Warren, and S. O'Keefe. 2010. Towards rat eradication on Henderson Island fieldwork report, August-September 2009. Royal Society for the Protection of Birds.

Brooks, J. E., E. Ahmad, and I. Hussain. 1994. Reproductive biology and population structure of *Rattus rattus* in Rawalpindi, Pakistan. Z. Saugetierkunde **59**:209-217.

Brooks, J. E., P. J. Savarie, and J. J. Johnston. 1998. The oral and dermal toxicity of selected chemicals to brown tree snakes (*Boiga irregularis*). Wildlife Research **25**:427-435.

Buckelew, S., J. Curl, M. McKown, and K. Newton. 2010. Preliminary ecosystem response following invasive rat eradication on Rat Island, Aleutian Islands, Alaska. Report to the U.S. Fish and Wildlife Service, Island Conservation, Santa Cruz, CA.

Buckelew, S., G. Howald, S. MacLean, V. Byrd, L. Daniel, S. Ebbert, and W. Meeks. 2009. Rat Island habitat restoration project: operational report. Island Conservation, Report to U.S. Fish and Wildlife Service, Santa Cruz, CA.

Buckelew, S., G. Howald, S. MacLean, S. Ebbert, and T. Primus. 2006. Progress in restoration of the Aleutian Islands: trial rat eradication, Bay of Islands, Adak, Alaska, 2006. Report to the U.S. Fish and Wildlife Service, Island Conservation, Santa Cruz, CA.

Buckelew, S., G. Howald, A. Wegmann, J. Sheppard, J. Curl, P. McClelland, B. Tershy, K. Swift, E. Campbell, and B. Flint. 2005. Progress in Palmyra Atoll restoration: rat eradication trial 2005. Island Conservation; Univ. of Hawaii; New Zealand Dept. of Conservation; U.S. Fish and Wildlife Service – Ecological Services; Pacific Islands National Wildlife Refuge Complex, Santa Cruz, CA; Honolulu, HI.

Buckle, A. and R. Smith. 1994. Rodent pests and their control. CAB International, Bristol, UK

Bugoni, L., L. Krause, and M. Petry. 2001. Marine debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil Marine Pollution Bulletin **42**:1330-1334.

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

Burbridge, A. 2004. Montebello renewal: western shield review. Conservation Science Western Australia **5**:194-201.

Burggren, W. W. and B. R. McMahon, editors. 1988. Biology of the land crabs. Cambridge University Press, Cambridge.

Butler, D. 2005. Restoration of Nu'utele and Nu'ulua islands, Aleipata Island Group, Samoa. Report of expedition to trial the capture and holding of friendly ground doves (Gallicolumba stairi). Report to Samoa Ministry of Natural Resources, Environment and Meteorology, Secretariat of the Pacific Regional Environment Program and Pacific Program of the Cooperative Islands Initiative. 11pp.

Camilo, G. and J. Cokendolpher. 1988. Schizomidae de Puerto Rico (Arachnida: Schizomida). Caribbean Journal of Science **24**:52-59.

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

Campbell, D. J. and I. A. E. Atkinson. 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, E. 1991. The effect of introduced roof rats on bird diversity in Antillean Cays. Journal of Field Ornithology **62**:343-348.

Captive Breeding Specialist Group. 1992. International symposium and workshop on the conservation and research of the Aruba Island rattlesnake: population and habitat viability assessment. Palm Beach, Aruba.

Carlier, P. and L. Lefebvre. 1996. Differences in individual learning between group-foraging and territorial zenaida doves. Behavior **133**:1197-1207.

Carr, A. 1987. Impacts of non-biodegradable marine debris on the ecology and survival outlook of sea turtles. Marine Pollution Bulletin **18**:352-356.

Chiba, S. 2010. Invasive rats alter assemblage characteristics of land snails in the Ogasawara Islands. Biological Conservation **143**:1558-1563.

Christmas, E. 1995. Interactions between Duvaucel's gecko (*Hoplodactylus duvaucelii*) and kiore (*Rattus exulans*) University of Otago, Dunedin, New Zealand.

Clout, M. N. and J. C. Russell. 2006. The eradication of mammals from New Zealand islands. Pages 127-141 *in* F. Koike, M. N. Clout, M. Kawamichi, M. De Poorter, and K. Iwatsuki, editors. Assessment and control of biological invasion risks. Shoukadoh Book Sellers and the World Conservation Union (IUCN), Kyoto, Japan and Gland, Switzerland.

Courchamp, F., M. Langlais, and G. Sugihara. 1999. Control of rabbits to protect island birds from cat predation. Biological Conservation **89**:219-225.

Courchamp, F., M. Langlais, and G. Sugihara. 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.

Coyne, M. S. 1994. Feeding ecology of subadult green sea turtles in south Texas waters. Texas A&M University.

Cree, A., C. Daugherty, and J. Hay. 1995. Reproduction of a rare New Zealand reptile, the tuatara *Sphenodon punctatus*, on rat-free and rat-inhabited islands. Conservation Biology **9**:373-383.

Cromarty, P. L., K. G. Broome, A. Cox, R. A. Empson, W. M. Hutchinson, and I. McFadden. 2002. Eradication planning for invasive alien animal species on islands - the approach developed by the New Zealand Department of Conservation. Pages 85-91 *in* C. R. Veitch and M. N. Clout, editors. Turning the tide: the eradication of invasive species. IUCN Invasive Species Specialist Group, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Cruz, A. 1976. Food and foraging ecology of the American kestrel in Jamaica. The Condor **78**:409-412.

Currat, P. 1980. Aperçu sur les reptiles antillais de Guadeloupe et Martinique principalement Centre Departemental de Documentation Pédagogique, Pointre-à-Pitre, Guadeloupe.

Cuthbert, R. 2009. Developing a plan for Pacific rat eradication on Henderson Island. U.K. Overseas Territories Conservation Forum, Forum News **35**: 19.

Daltry, J. C. 2006. Control of the black rat *Rattus rattus* for the conservation of the Antiguan racer *Alsophis antiguae* on Great Bird Island, Antigua. Conservation Evidence **3**:28-29.

Daltry, J. C., Q. Bloxam, G. Cooper, M. L. Day, J. Hartley, M. Henry, K. Lindsay, and B. E. Smith. 2001. Five years of conserving the 'world's rarest snake', the Antiguan racer *Alsophis antiguae*. Oryx **35**:119-127.

Daniel, M. and G. Williams. 1984. A survey of the distribution, seasonal activity and roost sites of New Zealand bats. New Zealand Journal of Ecology **7**:9-25.

Delannoy, C. A. 1997. Status of the broad-winged hawk and sharp-shinned hawk in Puerto Rico. Caribbean Journal of Science **33**:21-33.

Diamond, J. 1985. Population processes in island birds: immigration, extinction, and fluctuations. Pages 17-21 *in* P. J. Moors, editor. Conservation of island birds: case studies for the management of threatened island birds. International Council for Bird Preservation, Cambridge.

Diamond, J. 1989. Overview of recent extinctions. Pages 37-41 *in* D. Western and M. C. Pearl, editors. Conservation for the twenty-first century. Oxford University Press, New York, USA.

Donlan, C. J., G. Howald, B. Tershy, and D. Croll. 2003. Evaluating alternative rodenticides for island conservation: roof rat eradication from the San Jorge Islands, México. Biological Conservation **114**:29-34.

Dowding, J. E., E. C. Murphy, and C. R. Veitch. 1999. Brodifacoum residues in target and non-target species following an aerial poisoning operation on Motuihe Island, Hauraki Gulf, New Zealand. New Zealand Journal of Ecology **23**:207-214.

Duncan, R. and T. Blackburn. 2007. Causes of extinction in island birds. Animal Conservation **10**:149-150.

Dunlevy, P., E. I. Campbell, and G. Lindsey. 2000. Broadcast application of a placebo rodenticide bait in a native Hawaiian forest. International Biodeterioration & Biodegradation **45**:199-208.

Dunlevy, P., F. Duvall, C. Swenson, and K. Swift. 2008. Rat eradication on Mokapu Island by aerial application of diphacinone.*in* Hawai'i Conservation Conference, Honolulu, HI.

Dunlevy, P. and L. Spitler. 2008. Alaska Maritime NWR invasive rodent program 2003-2005 field work report. U.S. Fish and Wildlife Refuge, Homer, AK.

Dunlevy, P. and C. E. Swift. 2010. Nontarget risk and environmental fate of the broadcast application of diphacinone rodenticide at Mokapu and Lehua Islands, Hawaii. Pages 140-145 *in* 24th Vertebrate Pest Conference Univ. of California, Davis, Sacramento, CA.

Earsom, S. 2002. Trip report, Desecheo NWR, February 7-11, 2002. Memorandum, U.S. Fish and Wildlife Service, Caribbean Islands NWR Complex.

Earsom, S. D. 2003a. Trip report, Desecheo NWR, February 3-10, 2003. Memorandum, U.S. Fish and Wildlife Service, Caribbean Islands NWR Complex.

Earsom, S. D. 2003b. Trip report, Desecheo NWR, May 30 - June 2, 2003. Memorandum, U.S. Fish and Wildlife Service, Caribbean Islands NWR Complex.

Eason, C. and S. Ogilvie. 2009. A re-evaluation of potential rodenticides for aerial control of rodents. Research & Development Series 312, New Zealand Department of Conservation Wellington, NZ.

Eason, C. and E. Spurr. 1995. Review of the toxicity and impacts of brodifacoum on non-target wildlife in New Zealand. New Zealand Journal of Zoology **22**:371-379.

Eason, C. T., E. C. Murphy, G. R. G. Wright, and E. B. Spurr. 2002. Assessment of risks of brodifacoum to non-target birds and mammals in New Zealand. Ecotoxicology **11**:35-48.

Efroymson, R., G. Suter II, W. Rose, and S. Nemeth. 2001. Ecological risk assessment framework for low-altitude aircraft overflights: I. Planning the analysis and estimating exposure. Risk Analysis **21**:251-262.

Ehrlich, P. 1988. The loss of diversity: causes and consequences. Pages 21-27 *in* E. O. Wilson, editor. Biodiversity. National Academy Press, Washington, D.C.

Eisemann, J. and C. Swift. 2006. Ecological and human health hazards from broadcast application of 0.005% diphacinone baits in native Hawaiian ecosystems. Pages 413-433 *in* R. Timm and J. O'Brien, editors. 22nd Vertebrate Pest Conference. University of California, Davis, Davis, CA.

Elton, C. 1958. The ecology of invasions by animals and plants. University of Chicago Press edition. University of Chicago Press, Chicago.

Empson, R. and C. Miskelly. 1999. The risks, costs and benefits of using brodifacoum to eradicate rates from the Kapiti Island, New Zealand. New Zealand Journal of Ecology **23**:241-254.

Environmental Protection Agency. 1998. Registration eligibility decision (RED) rodent cluster. Page 319. Prevention, Pesticides, and Toxic Substances (7508 W) EPA 738-R-98-007, Washington, D.C.

Environmental Protection Agency. 2008. Risk mitigation decision for ten rodenticides. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs, Washington, D.C.

Erickson, W. and D. Urban. 2004. Potential risks of nine rodenticides to birds and nontarget mammals: a comparative approach. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances, Washington, DC.

Evans, M. 1989. Ecology and removal of introduced rhesus monkeys: Desecheo Island National Wildlife Refuge, Puerto Rico. Puerto Rico Health Sciences Journal **8**:139-156 + errata.

Evans, M., H. Herbert, and K. Rohnke. 1991. Observations on the status of the herpetofauna of Desecheo Island National Wildlife Refuge, Puerto Rico. Pages 34-36 *in* J. Moreno, editor. Status y distribución de los reptiles y anfibios de la region de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico, San Juan, PR.

Extoxnet. 1996. Pesticide information profile: diphacinone. Extension Toxicology Network. Corvallis, OR.

Fagerstone, K., L. Miller, K. Bynum, J. Eismann, and C. Yoder. 2006. When, where, and for what wildlife species will contraception be a useful management approach? Pages 45-54 *in* Proceedings of the 22nd Vertebrate Pest Conference. University of California, Davis.

Federal Register. 2010. Endangered and Threatened wildlife; notice of 90–day finding on a petition to list 83 species of corals as Threatened or Endangered under the Endangered Species Act (ESA). Pages 6616-6621. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Washington D.C.

Fisher, P. 2009. Residual concentrations and persistence of the anticoagulant rodenticides brodifacoum and diphacinone in fauna. Doctoral dissertation. Lincoln University, Lincoln, NZ.

Fisher, P., C. O'Connor, G. Wright, and C. Eason. 2003. Persistence of four anticoagulant rodenticides in the livers of laboratory rats. DOC Science Internal Series 139, New Zealand Department of Conservation, Wellington, NZ.

Fisher, P., C. O'Connor, G. Wright, and C. Eason. 2004. Anticoagulant residues in rats and secondary non-target risk. DOC Science Internal Series 188, New Zealand Department of Conservation, Wellington, NZ.

Fisher, P., E. Spurr, S. Ogilvie, and C. Eason. 2007. Bait consumption and residual concentrations of diphacinone in the Wellington tree weta (*Hemideina crassidens*) (Orthoptera: Anostomatidae). New Zealand Journals of Ecology **31**:104-110.

Freeman, A., G. Hickling, and C. Bannock. 1997. Responses of the native skink (*Leiolopisma maccanni*) to two pest control baits, Wellington, New Zealand.

Frost, C., R. Naude, W. Oelofsen, and B. Jacobson. 1999. Comparative blood coagulation studies in the ostrich. Immunopharmacology **45**:75-81.

Fukami, T., D. Wardle, P. Bellingham, C. Mulder, D. Towns, G. Yeates, K. Bonner, M. Durrett, M. Grant-Hoffman, and W. Williamson. 2006. Above- and below-ground impacts of introduced predators in seabird-dominated island ecosystems. Ecology Letters **9**:1299-1307.

Gale, R., M. Tanner, and C. Orazio. 2008. Determination of diphacinone in seawater, vertebrates, invertebrates, and bait pellet formulations following aerial broadcast on Mokapu Island, Molokai, Hawai'i. U.S. Gelogical Survey.

García-Sais, J., R. Appeldoorn, R. Battista, L. Bauer, A. Bruckner, C. Caldow, L. Carrubba, J. Corredor, E. Diaz, C. Lilyestrom, G. García-Moliner, E. Hernández-Delgado, C. Menza, J. Morell, A. Pait, J. Sabater, E. Weil, E. Williams, and S. Williams. 2008a. The state of coral reef ecosystems of Puerto Rico.*in* J. E. Waddell and A. M. Clarke, editors. The state of coral reef ecosystems of the United States and Pacific Freely Associated States: 2008. NOAA/NCCOS Center for Coastal Monitoring and Assessment's Biogeography Team, Silver Spring, MD.

García-Sais, J., R. L. Castro, J. S. Clavell, and M. Carlo. 2001. Coral reef communities from natural reserves in Puerto Rico: a quantitative baseline assessment for prospective monitoring programs. Volume 2 : Cabo Rojo, La Parguera, Isla Desecheo, Isla de Mona. Final report submitted to the U.S. Coral Reef Initiative (CRI-NOAA) and DNER, Lajas, PR

García-Sais, J. R., R. Castro, J. Sabater, M. Carlo, and R. Esteves. 2008b. Monitoring of coral reef communities from natural reserves in Puerto Rico: Isla Desecheo, Isla de Mona, Rincon, Guanica, Ponce, Caja de Muerto and Mayaguez, 2007-2008. Final Report, NOAA, Lajas, Puerto Rico.

García, M. 1994. Monito rat extermination: revisited. Unpublished Report to Puerto Rico Department of Natural Resources.

García, M., J. Cruz-Burgos, E. Ventosa-Febles, and R. López-Ortiz. 2005. Puerto Rico comprehensive wildlife conservation strategy. Department of Natural and Environmental Resources.

García, M., C. Diez, and A. Alvarez. 2002. The eradication of *Rattus rattus* from Monito Island, West Indies. Pages 116-119 *in* C. Veitch and M. Clout, editors. Turning the tides: the eradication of invasive species. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Goldwasser, L. and J. Roughgarden. 1993. Construction and analysis of a large Caribbean food web. Ecology **74**:1216-1233.

Gorman, G. and B. Stamm. 1975. The *Anolis* lizards of Mona, Redonda, and La Blanquilla: chromosomes, relationship, and natural history notes. Journal of Herpetology **9**:197-205.

Graham, M. and C. Veitch. 2002. Changes in bird numbers on Tiritiri Matangi Island, New Zealand, over the period of rat eradication. Pages 120-123 *in* C. Veitch and M. Clout, editors. Turning the tide: the eradication of invasive species. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Guynn, D. 1997. Contraception in wildlife management: reality or illusion? Pages 241-246 *in* T. Kreeger, editor. Contraception in Wildlife Management Technical Bulletin 1853. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C.

Hadfield, M., S. Miller, and A. Carwile. 1993. The decimation of endemic Hawai'ian tree snails by alien predators. American Zoologist **33**:610-622.

Hadler, M. and R. Shadbolt. 1975. Novel 4-hydroxycoumarin anticoagulants active against resistant rats. Nature **253**:275-277.

Hall, P., J. Eisemann, F. Steen, G. Witmer, and F. Boyd. 2006. Project report: roof rat (*Rattus rattus*) eradication report: Congo Cay U.S. Virgin Islands. Unpublished report, USDA Wildlife Services. Auburn, Alabama.

Harrison, C. 2010. Rat eradication in Ogasawara islands. Pacific Seabirds **36**:48.

Hashimoto, T. 2010. Eradication and ecosystem impacts of rats in the Ogasawara Islands. Pages 153-159 *in* K. Kawakami and I. Okochi, editors. Restoring the oceanic island ecosystem: Impact and management of invasive alien species in the Bonin Islands. Springer Japan, Tokyo, Japan.

Heatwole, H. 1968. Herpetogeography of Puerto Rico. V. Description of a new species of *Sphaerodactylus* from Desecheo Island. Breviora **292**:1-6.

Heatwole, H., R. Levins, and M. Byer. 1981. Biogeography of the Puerto Rican Bank. Atoll Research Bulletin **251**:1-62.

Helmer, E. H., O. Ramos, T. del M. Lopez, M. Quinones, and W. Diaz. 2002. Mapping the forest type and land cover of Puerto Rico, a component of the Caribbean biodiversity hotspot. Caribbean Journal of Science **38**:165-183.

Henderson, R. and R. Powell. 2009. Natural history of West Indian reptiles and amphibians. University Press of Florida, Gainesville, FL.

Henderson, R. and R. Sajdak. 1996. Diets of West Indian racers (Colubridae: Alsophis): composition and biogeographic implications Pages 327-338 *in* R. Powell and R. Henderson, editors. Contributions to West Indian Herpetology: a tribute to Albert Schwartz. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Ithaca, NY.

Herbert, H. 1987. Final report on Desecheo Island monkey removal program. U.S. Fish and Wildlife Service.

Herrera-Giraldo, J. 2009. Survey of the Desecheo Sphaero, *Sphaerodactylus levinsi* (Squamata: Gekkonidae), June 4-8, 2009. Island Conservation, Santa Cruz, CA.

Hindwood, K. 1940. The birds of Lord Howe Island. Emu **40**:1-86.

Hoare, J. and K. Hare. 2006. The impact of brodifacoum on non-target wildlife: gaps in knowledge. New Zealand Journal of Ecology **30**:157-167.

Hone, J. and H. Mulligan. 1982. Vertebrate pesticides. Australia Department of Agriculture, New South Wales.

Howald, G., C. J. Donlan, K. R. Faulkner, S. Ortega, H. Gellerman, D. Croll, and B. Tershy. 2010. Eradication of black rats *Rattus rattus* from Anacapa Island. Oryx **44**:30-40.

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

Howald, G., K. Faulkner, B. Tershy, B. Keitt, H. Gellerman, E. Creel, M. Grinnell, S. Ortega, and D. Croll. 2005a. Eradication of black rats from Anacapa Island: biological and social considerations.*in* Proceedings of the Sixth California Islands Symposium. Institute for Wildlife Studies, Ventura, CA.

Howald, G., P. Mineau, J. Elliott, and K. Cheng. 1999. Brodifacoum poisoning of avian scavengers during rat control on a seabird colony. Ecotoxicology **8**:431-447.

Howald, G., A. Samaniego, S. Buckelew, P. McClelland, B. Keitt, A. Wegmann, W. Pitt, D. Vice, E. Campbell, K. Swift, and S. Barclay. 2005b. Palmyra Atoll rat eradication assessment: trip report August 2004. Island Conservation, Santa Cruz, CA.

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

Island Conservation. 2009a. Scoping trip to Desecheo Island, Puerto Rico, to evaluate feasibility of rodent eradication, and implement baseline biological surveys: February 12-26, 2009. Prepared by: K. Swinnerton and M. McKown. March 2009. Island Conservation, Santa Cruz, CA.

Island Conservation. 2009b. Summer-breeding seabird and Dwarf Gecko surveys, Desecheo Island, Puerto Rico: June 4-8, 2009. Prepared by: M. McKown. Island Conservation, Santa Cruz, CA.

Island Conservation. 2010a. The ecotoxicology and palatability of two rodenticide bait products: field-based assessment at Palmyra Atoll. Prepared by: A. Alifano and A. Wegmann, Santa Cruz, CA.

Island Conservation. 2010b. Invasive rodent trials and macaque monitoring: Desecheo Island, Puerto Rico: June 1-6, 2010. Prepared by: M. Potts. July 2010. Island Conservation, Santa Cruz, CA.

Island Conservation. 2010c. Planning trip to Desecheo Island, Puerto Rico, to evaluate feasibility of rodent eradication, and further establish baseline biodiversity surveys: February 26-March 11, 2010. Prepared by: M. Pott, K. Swinnerton, J. L. Herrera-Giraldo. May 2010, Santa Cruz, CA.

Island Conservation. 2010d. Restoring Desecheo Island National Wildlife Refuge: Options for rodent eradication. Report to U.S. Fish & Wildlife Service. Prepared by K. Swinnerton, May 2010. Island Conservation, Santa Cruz, CA.

Island Conservation. unpubl. data.

Jackson, W. and A. Ashton. 1992. A review of available anticoagulants and their use in the United States. Pages 156-160 *in* Proceedings of the Fifteenth Vertebrate Pest Conference. University of California, Davis, University of Nebraska, Lincoln.

Jacobs, J., S. Grant, and L. Hinds. 2008. Fertility control of rodent pests. Wildlife Research **35**:487-493.

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

Jones, M. and R. Golightly. 2006. Annual variation in the diet of house mice (*Mus musculus)* on Southeast Farallon Island. Page 48. Department of Wildlife, Humboldt State University, unpublished report, Arcata, California.

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

Keall, S.N., N. J. Nelson, and C. H. Daughtery. 2001. Securing the future of threatened tuatara populations with artificial incubation. Herpetological Conservation and Biology **5:** 555-562.

Kellogg, C. and D. Griffin. 2006. Aerobiology and the global transport of desert dust. Trends in Ecology and Evolution **21**:638-644.

Kepler, C. 1978. The breeding ecology of sea birds on Monito Island, Puerto Rico. Condor **80**:72-87.

Kubalek, S., R. Mischke, and M. Fehr. 2002. Investigations on blood coagulation in the green iguana. Journal of Veterinary Medicine **49**:210-216.

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

Leal, M. and R. Thomas. 1994. Notes on the feeding behavior and caudal luring by juvenile *Alsophis portoricensis* (Serpentes: Colubridae). Journal of Herpetology **28**:126-128.

Ledec, G. and R. Goodland. 1988. Wildlands: their protection and management in economic development. The World Bank, Washington, D.C.

Lewis, A. 1989. Diet selection and depression of prey abundance by an intensively foraging lizard. Journal of Herpetology **23**:164-170.

Lopez-Ortiz, R. and A. Lewis. 2002. Seasonal abundance of hatchlings and gravid females of *Sphaerodactylus nicholsi* (Sauria: Gekkonidae) in Cabo Rojo, Puerto Rico. Journal of Herpetology **36**:276-280.

Lorvelec, O. and M. Pascal. 2005. French attempts to eradicate non-indigenous mammals and their consequences for native biota. Biological Invasions **2005**:135-140.

Lund, M. 1988. Rodent behaviour in relation to baiting techniques. EPPO Bulletin **18**:185-193.

Macdonald, D. W., F. Mathews, and M. Berdoy. 1999. The behaviour and ecology of *Rattus norvegicus*: from opportunism to kamikaze tendencies.*in* G. Singleton, L. Hinds, H. Leirs, and Z. Zhang, editors. Ecologically-based rodent management. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia.

Madsen, T. and R. Shine. 1999. Rainfall and rats: climatically-driven dynamics or a tropical rodent population. Australian Journal of Ecology **24**:80-89.

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

Meier, A. and R. Noble. 1990a. Notes on the status and habits of the Desecheo gecko, *Sphaerodactylus levinsi*. Journal of Herpetology **24**:426-428.

Meier, A. and R. Noble. 1990b. A range extension for *Mabuya mabouya* Lacepede (Reptilia: Lacertilia) to Desecheo Island, Puerto Rico. Caribbean Journal of Science **26**:66-67.

Meier, A. and R. Noble. 1991. Notes on the natural history of *Anolis desechensis*. Florida Field Naturalist **19**:17-18.

Meier, A., R. Noble, and H. Raffaele. 1989. The birds of Desecheo Island, Puerto Rico, including a new record for Puerto Rican territory. Caribbean Journal of Science **25**:24-29.

Merton, D. 1987. Eradication of rabbits from Round Island Mauritius a conservation success story. Dodo **24**:19-43.

Merton, D., G. Climo, V. Laboudallon, S. Robert, and C. Mander. 2002. Alien mammal eradication and quarantine on inhabited islands in the Seychelles. Pages 182-198 *in* C. Veitch and M. Clout, editors. Turning the tides: the eradication of invasive species. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Meyer, J. and J. Butaud. 2009. The impacts of rats on the endangered native flora of French Polynesia (Pacific Islands): drivers of plant extinction or coup de grace species. Biological Invasions **11**:1596-1585.

Meylan, A. 1988. Spongivory in hawksbill turtles: a diet of glass. American Association of the Advancement of Science **239**:393-395.

Mignucci-Giannoni, A. A. 1998. Zoogeography of cetaceans off Puerto Rico and the Virgin Islands. Caribbean Journal of Science **34**:173-190.

Mignucci-Giannoni, A. A., R. A. Montoya-Ospina, N. M. Jimenez-Marrero, M. A. Rodriguez-Lopez, E. Williams Jr., and R. K. Bonde. 2000. Manatee mortality in Puerto Rico. Environmental Management **25**:189-198.

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

Moors, P. and I. Atkinson. 1984. Predation on seabirds by introduced animals, and factors affecting its severity. Pages 667-690 *in* P. J. Moors, editor. Conservation of Island Birds.

Moors, P. J. 1985. Conservation of island birds: case studies for the management of threatened island birds. International Council for Bird Preservation, Cambridge.

Morgan, D., G. Wright, S. Ogilvie, R. Pierce, and P. Thomson. 1996. Assessment of the environmental impact of brodifacoum during rodent eradication operations in New Zealand. Pages 213-218 *in* R. Timm and A. Crabb, editors. 17th Vertebrate Pest Conference. University of California, Davis, Davis, CA.

Morris, K. D. 2002. The eradication of the black rat (*Rattus rattus)* on Barrow and adjacent islands off the north-west coast of Western Australia. Pages 219 - 225 *in* C. R. Veitch and M. N. Clout, editors. Turning the tide: the eradication of invasive species. IUCN Invasive Species Specialist Group, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Morrison, J. and E. Menzel. 1972. Adaptation of a free-ranging rhesus monkey group to division and transplantation. Wildlife Monographs **31**:1-79.

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

Nelson, J. B. 1983. Contrasts in breeding strategies between some tropical and temperate marine pelecaniformes. Studies in Avian Biology **8**:95-114.

Newman, D. 1994. Effects of a mouse, *Mus musculus*, eradication programme and habitat change on lizard populations of Mana Island, New Zealand, with special reference to McGregor's skink, *Cyclodina macgregori*. New Zealand Journal of Zoology **21**:443-456.

Nieves-Rivera, A. and E. Williams Jr. 2003. Annual migration and spawning of *Coenobita clypeatus* (Herbst) on Mona Island (Puerto Rico) and notes on inland crustaceans. Crustaceana **76**:547-558.

NOAA. 2008. Vessel strike avoidance measures and reporting for mariners. NOAA Fisheries Service, Southeast Region, St. Petersburg, FL.

NOAA. 2010. Endangered and Threatened species and Critical Habitats under the jurisdiction of the NOAA Fisheries Service: Puerto Rico. NOAA Fisheries Service, St. Petersburg, FL.

NOAA. 2011a. ESA status review of 82 coral species. NOAA Fisheries Service Southeast Regional Office, http://sero.nmfs.noaa.gov/pr/esa/82CoralSpecies.htm, Saint Petersburg, FL.

NOAA. 2011b. Green turtle (*Chelonia mydas*) Office of Protected Fisheries. NOAA Fisheries Service, http://www.nmfs.noaa.gov/pr/species/turtles/green.htm, Silver Spring, MD.

NOAA. 2011c. Hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) Office of Protected Fisheries. NOAA Fisheries Service, http://www.nmfs.noaa.gov/pr/species/turtles/hawksbill.htm, Silver Spring, MD.

NOAA. 2011d. Leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) Office of Protected Fisheries. NOAA Fisheries Service, http://www.nmfs.noaa.gov/pr/species/turtles/leatherback.htm, Silver Spring, MD.

NOAA. 2011e. Threatened elkhorn and staghorn corals (Acropora sp.). NOAA Fisheries Service Southeast Regional Office, http://sero.nmfs.noaa.gov/pr/esa/acropora.htm, Saint Petersburg, FL.

Noble, R. and A. Meier. 1989. Status of boobies, *Sula sula* and *Sula leucogaster*, on Desecheo Island, Puerto Rico. U.S. Fish and Wildlife Service.

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

North, S., D. Bullock, and M. Dulloo. 1994. Changes in the vegetation and reptile populations on Round Island, Mauritius, following eradication of rabbits. Biological Conservation **67**:21-28.

Ogilvie, S., R. Pierce, G. Wright, L. Booth, and C. Eason. 1997. Brodifacoum residue analysis in water, soil, invertebrates, and birds after rat eradication on Lady Alice Island. New Zealand Journal of Ecology **21**:195-197.

Olson, S. 1989. Extinction on islands: man as a catastrophe.*in* D. Western and M. Pearl, editors. Conservation for the twenty-first century. Oxford University Press, Oxford.

Orazio, C., M. Tanner, C. Swenson, J. Herod, P. Dunlevy, and R. Gale. 2009. Results of laboratory testing for diphacinone in seawater, fish, invertebrates, and soil following aerial application of rodenticides on Lehua Island, Kauai County, Hawaii. Open-File Report 2009-1142, U.S. Geologic Survey.

Ortiz-Catedral, L., S. M. H. Ismar, K. Baird, D. H. Brunton, and M. E. Hauber. 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.

Pain, D., M. d. L. Brooke, J. Finnie, and A. Jackson. 2000. Effects of brodifacoum on the land crabs of Ascension Island. Journal of Wildlife Management **64**:380-387.

Pank, L. 1976. Effects of seed and background colors on seed acceptance by birds. Journal of Wildlife Management **40**:769-774.

Parisi, V. and G. Gandolfi. 1974. Further aspects of the predation by rats on various mollusc species. Italian Journal of Zoology **41**:87-106.

Parkes, J. and P. Fisher. 2011. Review of the Lehua Island rat eradication project. The Pacific Cooperative Studies Unit, University of Hawaii, Honolulu, HI.

Parmar, G., H. Bratt, R. Moore, and P. L. Batten. 1987. Evidence for common binding site in vivo for the retention of anticoagulants in rat liver. Human Toxicology **6**:431-432.

Parrish, R. 2005. Pacific rat (*Rattus exulans*) eradication by poison-baiting from the Chicken Islands, New Zealand. Conservation Evidence **2**:74-75.

Pascal, M., F. Siorat, O. Lorvelec, P. Yésou, and D. Simberloff. 2005. A pleasing consequence of Norway rat eradication: two shrew species recover. Diversity and Distributions **11**:193-198.

Pérez-Rivera, R. and M. Vélez Jr. 1978. Notas sobre algunas culebras de Puerto Rico. Science-Ciencia **6**:68-73.

Platnick, N. and M. Shadab. 1982. A revision of the American spiders of the genus *Camillina* (Araneae, Gnaphosidae). American Museum Novitates **2748**:1-38.

Poncet, S. 2011. Final report for the Cobb's Wren Conservation Project 2009 - 2011. Beaver Island LandCare Report, BILC, Stanley, Falkland Islands. 28pp.

Powell, J. A., D. W. Belitsky, and G. B. Rathbun. 1981. Status of the West Indian Manatee (*Trichechus manatus*) in Puerto Rico. Journal of Mammology **62**:642-646.

Primus, T., D. Kohler, and J. Johnston. 2006. Determination of diphacinone residues in Hawaiian invertebrates. Journal of Chromatographic Sciences **44**:1-5.

Primus, T., G. Wright, and P. Fisher. 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., R. Swain, and R. Seppelt. 1999. Distribution and habitat use of the feral black rat (*Rattus rattus*) on subantarctic Macquarie Island. Journal of Zoology (London) **247**:429-438.

Quammen, D. 1996. The song of the Dodo: Island biogeography in an age of extinctions. Hutchinson, London, UK

Raffaele, H. 1989. A guide to the birds of Puerto Rico and the Virgin Islands. Princeton University Press, Princeton, NJ.

Rammell, C., J. Hoogenboom, M. Cotter, J. Williams, and J. Bell. 1984. Brodifacoum residues in target and non-target animals following rabbit poisoning trials. New Zealand Journal of Ecology **12**:107-111.

Rattner, B., K. Horak, S. Warner, D. Day, and J. Johnston. 2010. Comparative toxicity of diphacinone in northern bobwhite (*Colinus virginianus*) and American kestrels (*Falco sparverius*). Pages 146-152 *in* 24th Vertebrate Pest Conference. University of California, Davis, Sacramento, CA.

Raup, D. 1988. Diversity crises in the geological past. Pages 51-57 *in* E. O. Wilson, editor. Biodiversity. National Academy Press, Washington, D.C.

Record, C. and R. Marsh. 1988. Rodenticide residues in animal carcasses and their relevance to secondary hazards. Pages 163-168 *in* 13th Vertebrate Pest Conference, Davis, CA.

ReefKeeper International and Comité ProFondo Marino de Desecheo. 1997. Desecheo reef monitor update. ReefKeeper International and Comité ProFondo Marino de Desecheo, Miami, FL and Ramey, PR.

Richardson, W., C. Greene Jr., C. Malme, and D. Thomson, editors. 1995. Marine mammals and noise. Academic Press, San Diego, CA.

Rivera-Milán, F. F. 1995. Spatial and temporal variation in the detectability and density of columbids in Puerto Rico and on Vieques Island. Ornitologia Neotropical **6**:1-17.

Rivero, J. 1998. Los anfibios y reptiles de Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, San Juan, PR.

Rivero, J. and D. Segui-Crespo. 1992. Anfibios y reptiles en nuestro folklore. Imprenta San Rafael, Quebradillas, PR.

Rodríguez-Ramirez, J. and A. Lewis. 1991. Reproduction in the Puerto Rican teiids *Ameiva exsul* and *A. wetmorei*. Herpetologica **47**:395-403.

Rodríguez-Robles, J. 1992. Notes on the feeding behavior of the Puerto Rican racer, *Alsophis portoricensis* (Serpentes: Colubridae). Journal of Herpetology **26**:100-102.

Rodríguez-Robles, J. 2005. La culebra común (*Alsophis portoricensis*): compendio de especie.*in* R. Joglar, editor. Biodiversidad de Puerto Rico: vertebrados terrestres y ecosistemas. Instituto de Cultura Puertorriqueña, San Juan, PR.

Rodríguez-Robles, J. and M. Leal. 1993. Effects of prey type on the feeding behavior of *Alsophis portoricensis* (Serpentes: Colubridae). Journal of Herpetology **27**:163-168.

Rojas-Sandoval, J. and E. Meléndez-Ackerman. 2009. Avances sobre la historia natural de *Harrisia portoricensis*, un cactus endemico y amenazado en Isla de Mona. Boetin de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactaceas y otras Suculentas **6**:27-29.

Ruscoe, W. 2001. Advances in New Zealand mammalogy 1990-2000: house mouse. Journal of the Royal Society of New Zealand **31**:127-134.

Saliva, J. 2009. Puerto Rico and its adjacent islands.*in* P. E. Bradley and R. L. Norton, editors. An inventory of breeding seabirds of the Caribbean. University Press of Florida, Gainesville, FL.

Salmon, T. and E. Paul. 2010. The Rat Island rat eradication project: a critical evaluation of nontarget mortalitity. The Ornithological Council. Final Report issued December 2010, Bethesda, MD.

Samaniego-Herrera, A., A. Aguirre-Muñoz, G. Howald, M. Felix-Lizarraga, J. Valdez-Villavicencio, R. Gonzalez-Gomez, F. Mendez-Sanchez, F. Torres-Garcia, M. Rodriguez-Malagon, and B. Tershy. 2009. Eradication of black rats from Farallon de San Ignacio and San Pedro Martir Islands, Gulf of California, Mexico. Pages 337-347 *in* Proceedings of the 7th California Islands Symposium. Institute for Wildlife Studies, Arcata, CA.

Santana, E. and S. Temple. 1988. Breeding biology and diet of red-tailed hawks in Puerto Rico. Biotropica **20**:151-160.

Schmidt, K. P. 1928. Amphibians and land reptiles of Porto Rico, with a list of those reported from the Virgin Islands. Scientific survey of Porto Rico and Virgin Islands. New York Academy of Sciences **10**:1-160.

Schwartz, A. and R. Henderson. 1991. Amphibians and reptiles of the West Indies: descriptions, distributions, and natural history. University of Florida Press, Gainesville, FL.

Seiders, V., R. Briggs, and L. Glover III. 1972. Geology of Isla Desecheo, Puerto Rico, with notes on the Great Southern Puerto Rico fault zone and Quaternary stillstands of the sea. U.S. Geological Survey, Washington, DC.

Sheils, A. 2011. Frugivory by introduced black rats (*Rattus rattus*) promotes dispersal of invasive plant seeds. Biological Invasions **13**:781-792.

Sheils, A. and D. Drake. 2011. Are introduced rats (*Rattus rattus*) both seed predators and dispersers in Hawaii? Biological Invasions **13**:883-894.

Smith, D. G., E. K. Shiinoki, and E. A. VanderWerf. 2006. Recovery of native species following rat eradication on Mokoli`i Island, O`ahu, Hawai`i. Pacific Science **60**:299-303.

Snyder, N. F. R., J. W. Wiley, and C. B. Kepler. 1987. The parrots of Luquillo: natural history and conservation of the Puerto Rican parrot. The Western Foundation of Vertebrate Zoology.

Southeast Regional Climate Center. 2009. Monthly climate summary, Rincon Power Plant, Puerto Rico (668126) http://www.sercc.com/climateinfo/historical/historicalpr.html.

Spurling, N. 1981. Comparative physiology of blood clotting. Comparative Biochemistry and Physiology **68A**:541-548.

Spurr, E. and K. Drew. 1999. Invertebrates feeding on baits used for vertebrate pest control in New Zealand. New Zealand Journal of Ecology **23**:167-173.

Spurr, E., D. Foote, C. Perry, and G. Lindsey. 2003a. Efficacy of aerial broadcast application of baits containing 0.005% diphacinone in reducing rat populations in Hawai'ian forests. Unpublished report #QA-02b, US Geological Survey, Pacific Islands Ecosystems Research Center, Hawaii National Park, HI.

Spurr, E. B., G. D. Lindsey, C. G. Perry, and D. Foote. 2003b. Effectiveness of hand-broadcast application of baits containing 0.005% diphacinone in reducing rat populations in Hawaiian forests. Unpublished report #QA-02a, US Geological Survey, Pacific Islands Ecosystems Research Center, Hawaii National Park, HI.

St. Clair, J., S. Poncet, D. Sheehan, T. Szekely, and G. Hilton. 2011. Responses of an island endemic invertebrate to rodent invasion and eradication. Animal Conservation **14**:66-73.

Stone, W. B., J. C. Okoniewski, and J. R. Stedelin. 1999. Poisoning of wildlife with anticoagulant rodenticides in New York. Journal of Wildlife Diseases **35**:187-193.

Strecker, R., J. Marshall, W. Jackson, K. Barbehenn, and D. Johnson. 1962. Pacific island rat ecology: report of a study made on Ponape and adjacent islands, 1955-1958. Bernice P. Bishop Museum Bulletin **225**:274.

Struthers, P. 1927. Notes on the bird-life of Mona and Desecheo Islands. Auk **44**:539-544.

Swenson, C. and F. Duvall. 2007. Final environmental assessment eradication of Polynesian rats (*Rattus exulans*) from Mokapu Island, Hawai'i. Page 139. U.S. Fish and Wildlife Service and Hawai'i Department of Land and Natural Resources, Honolulu, HI.

Tamarin, R. H. and S. R. Malecha. 1971. The population biology of Hawaiian rodents: demographic parameters. Ecology **52**:383-394.

Tamarin, R. H. and S. R. Malecha. 1972. Reproductive parameters in *Rattus rattus* and *Rattus exulans* of Hawaii, 1968 to 1970. Journal of Mammology **53**:513-528.

Tasheva, M. 1995. Anticoagulant rodenticides. World Health Organization, Geneva.

Taylor, M. and E. Alfaro. 2005. Climate of Central America and the Caribbean.*in* J. Oliver, editor. Encyclopedia of world climatology. Springer, Dordrecht, The Netherlands.

Taylor, R., G. Kaiser, and M. Drever. 2000. Eradication of Norway rats for recovery of seabird habitat on Langara Island, British Columbia. Restoration Ecology **8**:151-160.

Taylor, R. H. and B. W. Thomas. 1989. Eradication of Norway rats *Rattus norvegicus* from Hawea Island, Fjordland, using brodifacoum. New Zealand Journal of Ecology **12**:23-32.

Taylor, R. H. and B. W. Thomas. 1993. Rats eradicated from rugged Breaksea Island (170 ha), Fiordland, New Zealand. Biological Conservation **65**:191-198.

Tershy, B. and D. Breese. 1994. Color preference of the island endemic lizard *Uta palmeri* in relation to rat eradication campaigns. The Southwestern Naturalist **39**:295-297.

Tershy, B., D. Breese, A. Angeles-P, M. Cervantes-A, M. Mandujano-H, E. Hernandez-N, and A. Cordoba-A. 1992. Natural history and management of Isla San Pedro Mártir, Gulf of California. Report to Conservation International, Conservation International.

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.

Thomas, B. W. and R. H. Taylor. 2002. A history of ground-based rodent eradication techniques developed in New Zealand, 1959-1993. Pages 301-310 *in* M. Clout and C. R. Veitch, editors. Turning the tide: the eradication of invasive species. IUCN Invasive Species Specialist Group, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Thomas, R. and A. Kessler. 1996. Nonanoline reptiles. Pages 347-367 *in* P. Reagan and R. Waide, editors. The food web of a tropical rain forest. The University of Chicago Press, Chicago.

Thomas, R. and K. R. Thomas. 1977. Distributional records of amphibians and reptiles from Puerto Rico. Herpetological Review **8**:40.

Thorsen, M., R. Shorten, R. Lucking, and V. Lucking. 2000. Norway rats (*Rattus norvegicus*) on Fregate Island, Seychelles: the invasion; subsequent eradication attempts and implications for the island's fauna. Biological Conservation **96**:133-138.

Timm, R. 1994. Norway rats. Page 16 *in* S. Hygnstrom, R. Timm, and G. Larson, editors. Prevention and control of wildlife damage. University of Nebraska, Lincoln, Lincoln, NE.

Tobin, M. 1992. Rodent damage in Hawaiian macadamia orchards. Pages 277-278 *in* 15th Vertebrate Pest Conference. University of California, Davis, CA.

Tobin, M. and M. Fall. 2004. Pest control: rodents Agricultural Sciences, from Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford ,UK,, Oxford, UK.

Tobin, M. E., A. E. Koehler, and R. T. Sugihara. 1994. Seasonal patterns of fecundity and diet of roof rats in a Hawaiian macadamia orchard. Wildlife Research **21**:519-526.

Tocher, M. 2008. Summary: effects of 1080 and anti-coagulants on lizards. New Zealand Wildlife Management http://www.wildlifemanagment.net.nz/index.php?topic=53.0.

Tomich, P. 1986. Mammals in Hawai`i. 2nd edition. 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., I. Atkinson, and C. Daugherty. 2006. Have the harmful effects of introduced rats on islands been exaggerated? Biological Invasions **8**:863-891.

Towns, D. and K. Broome. 2003. From small Maria to massive Campbell: forty years of rat eradications from New Zealand islands. New Zealand Journal of Ecology **30**:377-398.

Towns, D., G. Parrish, C. Tyrell, G. Ussher, A. Cree, D. Newman, A. Whitaker, and I. Westbrooke. 2007. Responses of tuatara (*Sphenodon punctatus*) to removal of introduced Pacific rats from islands. Conservation Biology **21**:1021-1031.

Towns, D. R., C. H. Daugherty, and A. Cree. 2001. Raising the prospects for a forgotten fauna: a review of 10 years of conservation effort for New Zealand reptiles. Biological Conservation **99**:3-16.

Towns, D. R., D. A. Wardle, C. P. H. Mulder, G. W. Yeates, B. M. Fitzgerald, G. R. Parrish, P. J. Bellingham, and K. I. Bonner. 2009. Predation of seabirds by invasive rats: multiple indirect consequences for invertebrate communities. Oikos **118**:420-430.

U.S. Fish and Widlife Service. 2005. Lehua Island ecosystem restoration project. Page 141. Department of the Interior, Honolulu, HI.

U.S. Fish and Wildlife Service. 2010a. Higo Chumbo (*Harrisia portoricensis*) five-year review: summary and evaluation. U.S. Fish & Wildlife Service Southeast Region Caribbean Ecological Services Field Office, Boqueron, Puerto Rico.

U.S. Fish and Wildlife Service. 2010b. Migratory bird permits for controlling invasive species, FWS/AMB/BMBM/043727. Washington, D.C.

USDA. 2006. Analysis of brodifacoum in crab tissues - baiting operation Palmyra Atoll. USDA - Animal Plant Health Inspection Service.

Wege, D. and V. Anadon-Irizarry, editors. 2008. Important bird areas on the Caribbean: key sites for conservation, Cambridge, UK.

Wegmann, A. 2008. Land crab interference with eradication projects: Phase I - compendium of available information. Pacific Invasives Initiative, University of Auckland, New Zealand.

Wegmann, A., R. Marquez, G. Howald, J. Curl, J. Helm, C. Llewellyn, and P. Shed. 2007. Pohnpei rat eradication research and demonstration project. Island Conservation, Santa Cruz, CA.

Wetmore, A. 1918. The birds of Desecheo Island, Porto Rico. The Auk **35**:333-340.

Whitaker, A. 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. 1998. Island biogeography: ecology, evolution, and conservation. Oxford University Press, Oxford.

Whitworth, D. L., H. R. Carter, R. J. Young, J. S. Koepke, F. Gress, and S. Fangman. 2005. Initial recovery of Xantus's murrelets following rat eradication on Anacapa Island, California. Marine Ornithology **33**:131-137.

Wilcox, C. and C. J. Donlan. 2007. Compensatory mitigation as a solution to fisheries bycatch: biodiversity conservation conflicts. Frontiers in Ecology and the Environment **5**:325-331.

Wiley, J. W. 2006. The ecology, behavior, and conservation of a West Indian corvid, the white-necked crow (*Corvus leucognaphalus*). Ornithologia Neotropical **17**:105-146.

Williams, P., B. Karl, P. Bannister, and W. Lee. 2000. Small mammals as potential seed dispersers in New Zealand. Austral Ecology **25**:523-532.

Witmer, G. W., F. Boyd, and Z. Hillis-Starr. 2007. The successful eradication of introduced roof rats (*Rattus rattus*) from Buck Island using diphacinone, followed by an irruption of house mice (*Mus musculus*). Wildlife Research **34**:108-115.

Witmer, G. W., E. W. C. III, and F. Boyd. 1998. Rat management for endangered species protection in the U.S. Virgin Islands.*in* Eighteenth Vertebrate Pest Conference. University of California, Davis, Davis, CA.

Woodbury, R. C., L. F. Martorell, and J. C. Garcia-Tuduri. 1971. The flora of Desecheo Island, Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico **55**:478-505.

World Conservation Monitoring Centre. 1992. Global biodiversity: status of the earth's living resources: a report. 1st edition. Chapman & Hall, London.

Wunderle, J. 1981. Avian predation upon *Anolis* lizards on Grenada, West Indies. Herpetologica **37**:104-108.

Yu, C., Y. Atallah, and D. Whitacre. 1982. Metabolism and disposition of diphacinone in rats and mice. Drug Metabolism and Disposition **10**:645-648.

7 APÉNDICES

Apéndice I. Lista de Aves Reportadas en la Isla de Desecheo, 1900-2010.
Migrant status in Puerto Rico: R = resident, SB = summer breeding migrant, W = winter migrant, T = transient migrant, V = vagrant , * introduced species, ** observed offshore. Arrangement follows the American Ornithologist Union (AOU) Check-list of North American birds. Breeds on Desecheo = confirmed or suspected breeding since 2000.

Common Name	*Scientific Name*	Year of First Sighting	Seen since 2000	Resident in Puerto Rico	Migrant status	Breeds on Desecheo
Procellariformes						
White-tailed Tropicbird**	*Phaethon lepturus*	2009	●	●		
Suliformes						
Magnificent Frigatebird	*Fregata magnificens*	1900	●	●		
Masked Booby**	*Sula dactylatra*	2009	●	●		
Brown Booby	*Sula leucogaster*	1900	●	●		
Red-footed Booby	*Sula sula*	1901	●	●		
Pelecaniformes						
Brown Pelican	*Pelecanus occidentalis*	1987	●	●		
Great Blue Heron	*Ardea herodias*	1971	●	●	W	
Great Egret	*Ardea alba*	1987	●	●		
Cattle Egret	*Bubulcus ibis*	1987		●		
Green Heron	*Butorides virescens*	2009	●	●	W	
Yellow-crowned Night-Heron	*Nyctanassa violacea*	1987		●	W	
Accipitriformes						
Osprey	*Pandion haliaetus*	1987			W	
Northern Harrier	*Circus cyaneus*	1987			W	
Red-Tailed Hawk	*Buteo jamaicensis*	1971	●	●		●
Falconiformes						
American Kestrel	*Falco sparverius*	1987	●	●		●
Merlin	*Falco columbarius*	1987			W	
Peregrine Falcon	*Falco peregrinus*	1971	●		W	
Charadriiformes						
Killdeer	*Charadrius vociferus*	2010	●	●	W	
American Oystercatcher	*Haematopus palliatus*	1901	●	●		●
Black-necked Stilt	*Himantopus mexicanus*	2010	●		SB	
Spotted Sandpiper	*Actitis macularia*	1987			W	
Upland Sandpiper	*Bartramia longicauda*	1987			T	
Ruddy Turnstone	*Arenaria interpres*	1987	●	●		
Laughing Gull	*Leucophaeus atricilla*	1900	●		SB	
Brown Noddy	*Anous stolidus*	1900	●		SB	●
Sooty Tern	*Onychoprion fuscata*	1900			SB	
Bridled Tern	*Onychoprion anaethetus*	1900	●		SB	●
Royal Tern**	*Sterna maxima*	1993		●		
Sandwich Tern**	*Sterna sandvicensis*	2009	●			

Apéndice I (continuación)

Common Name	*Scientific Name*	Year of First Sighting	Seen since 2000	Resident in Puerto Rico	Migrant status	Breeds on Desecheo
Columbiformes						
Scaly-naped Pigeon	*Patagioenas squamosa*	1987	●	●		
White crowned Pigeon	*Patagioenas leucocephala*	1987		●		
Zenaida Dove	*Zenaida aurita*	1900	●	●		●
Common Ground-dove	*Columbina passerina*	1987	●	●		
Psittaciformes						
Hispaniolan Parakeet	*Aratinga chloroptera*	1987		●		
Cuculiformes						
Yellow-billed Cuckoo	*Coccyzus americanus*	1987			SB+T	
Mangrove Cuckoo	*Coccyzus minor*	1987	●	●		
Smooth-billed Ani	*Crotophaga ani*	1987		●		
Caprimulgiformes						
Chuck-will's-widow	*Caprimulgus carolinensis*	2009	●		W	
Common Potoo	*Nyctibius griseus*	1987			V	
Apodiformes						
Alpine Swift	*Apus melba*	1987			V	
Antillean Mango	*Anthracothorax dominicus*	1987		●		
Coraciiformes						
Belted Kingfisher	*Megaceryle alcyon*	1976	●	●	W	
Passeriformes						
Gray Kingbird	*Tyrannus dominicensis*	1987	●	●		●
White-eyed Vireo	*Vireo griseus*	2001	●		W	
Black-whiskered Vireo	*Vireo altiloquus*	1900	●	●	SB	●
Caribbean Martin	*Progne dominicensis*	1987	●		SB	
Tree Swallow	*Tachycineta bicolor*	1987			W	
Bank Swallow	*Riparia riparia*	1987			T	
Cave Swallow	*Petrochelidon fulva*	1987	●	●		
Barn Swallow	*Hirundo rustica*	1987	●		T	
Northern Mockingbird	*Mimus polyglottos*	2001	●	●		
Pearly-eyed Thrasher	*Margarops fuscata*	1900	●	●		●
Cedar Waxwing	*Bombycilla cedrorum*	2010	●		V	
Northern Parula	*Parula americana*	1987	●		W	
Cape May Warbler	*Dendroica tigrina*	2001	●		W	
Black-throated Blue Warbler	*Dendroica caerulescens*	1987			W	
Yellow-rumped Warbler	*Dendroica coronata*	2003	●		W	
Yellow-throated Warbler	*Dendroica dominia*	2010	●		W	
Prairie Warbler	*Dendroica discolor*	1987	●		W	
Palm Warbler	*Dendroica palmarum*	1987			W	
Bay-breasted Warbler	*Dendroica castanea*	2010	●		W	
Blackpoll Warbler	*Dendroica striata*	1987			T	
Ovenbird	*Seiurus aurocapilla*	1987			W	
Northern Waterthrush	*Seiurus noveboracensis*	1987			W	

Apéndice I (continuación)

Common Name	*Scientific Name*	Year of First Sighting	Seen since 2000	Resident in Puerto Rico	Migrant status	Breeds on Desecheo
Passeriformes						
Common Yellowthroat	*Geothlypis trichas*	1987			W	
Hooded Warbler	*Wilsonia citrina*	1987			W	
Indigo Bunting	*Passerina cyanea*	2001	●		W	
Shiny Cowbird	*Molothrus bonariensis*	2001	●	●		
House sparrow	*Passer domesticus*	2000	●	●		
Orange-Cheeked Waxbill	*Estrilda melpoda*	1987		●		
Bronze Mannikin	*Lonchura cucullata*	1987		●		

Apéndice II. Evaluación de Riesgo para las Aves en Desecheo NWR, Alternativas B y C.
Status in Puerto Rico: R = resident, SB = summer breeding migrant, W = winter migrant, T = transient migrant, V = vagrant, * introduced species, ** observed offshore only. See Section 4.7.1 and 4.8.1 for a descriptive evaluation of species in bold.

Common Name	EXPOSURE & TOXICITY RISK					DISTURBANCE RISK				Status in Puerto Rico
	Brodifacoum		Brodifacoum use hazard	Extent of Risk	Estimated individuals impacted	PHYSICAL DISTURBANCE		Extent of Risk	Estimated individuals impacted	
	Risk mortality - toxicant use	Risk duration				Disturbance pathway	Risk level			
White-tailed Tropicbird**	**None**	**None**	**None**	**None**	0	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	0-5	**SB**
Magnificent Frigatebird	**None**	**None**	**None**	**None**	**0**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**R**
Masked Booby**	None	None	None	None	0	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	R
Brown Booby	**None**	**None**	**None**	**None**	**0**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**20-50**	**R**
Red-footed Booby	**None**	**None**	**None**	**None**	**0**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**R**
Brown Pelican	**None**	**None**	**None**	**None**	**0**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**R**
Great Blue Heron	**High**	**Medium**	**High**	**Individuals**	**0-5**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**R + W**
Great Egret	**High**	**Medium**	**High**	**Individuals**	**0-5**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**R**
Cattle Egret	High	Medium	Medium	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	R
Green Heron	**High**	**Medium**	**High**	**Individuals**	**0-5**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**R + W**
Yellow-crowned Night-Heron	High	Medium	Medium	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	R + W
Osprey	None	None	None	None	0	aerial	Low	Individuals	0-5	W
Northern Harrier	**High**	**Medium**	**High**	**Individuals**	**0-5**	**aerial**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**W**
Red-Tailed Hawk	**High**	**Medium**	**High**	**Whole island**	**0-10**	**aerial**	**Low**	**Individuals**	**0-10**	**R**
American Kestrel	**High**	**Medium**	**High**	**Whole island**	**5-25**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**5-25**	**R**
Merlin	**High**	**Medium**	**Medium**	**Individuals**	**0-5**	**aerial**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**W**
Peregrine Falcon	**High**	**Medium**	**High**	**Individuals**	**0-10**	**aerial**	**Low**	**Individuals**	**0-10**	**W**
Killdeer	High	Medium	Medium	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	R + W
American Oystercatcher	**High**	**Medium**	**Medium**	**Whole island**	**0-25**	**aerial / ground**	**Medium**	**Individuals**	**0-25**	**R**
Black-necked Stilt	High	Medium	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	SB
Spotted Sandpiper	High	Medium	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Upland Sandpiper	None	None	None	None	0	None	None	None	0	T
Ruddy Turnstone	**High**	**Medium**	**High**	**Individuals**	**0-25**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-25**	**R**
Laughing Gull	**High**	**Medium**	**High**	**Individuals**	**0-25**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-25**	**R + SB**
Brown Noddy	**None**	**None**	**None**	**None**	**0**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**SB**
Sooty Tern	**None**	**None**	**None**	**None**	**0**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**SB**
Bridled Tern	**None**	**None**	**None**	**None**	**0**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**SB**
Royal Tern**	None	None	None	None	0	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	R
Sandwich Tern**	None	None	None	None	0	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	R
Scaly-naped Pigeon	None	None	None	None	0	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	R
White-crowned Pigeon	None	None	None	None	0	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	R
Zenaida Dove	**High**	**Short**	**High**	**Whole island**	**25-50**	**aerial / ground**	**Medium**	**Individuals**	**25-50**	**R**
Common Ground-dove	**High**	**Short**	**High**	**Individuals**	**0-5**	**aerial / ground**	**Medium**	**Individuals**	**0-5**	**R**
Hispaniolan Parakeet*	None	None	None	None	0	None	None	None	0	R
Yellow-billed Cuckoo	High	Medium	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	SB + T
Mangrove Cuckoo	**High**	**Medium**	**High**	**Individuals**	**0-5**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**R**
Smooth billed Ani	**High**	**Medium**	**Low**	**Individuals**	**0-10**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-10**	**R**
Chuck-will's-widow	High	Medium	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Common Potoo	None	None	None	None	0	None	None	None	0	V
Alpine Swift	None	None	None	None	0	None	None	None	0	V
Antillean Mango	None	None	None	None	0	None	None	None	0	R

Apéndice II (continuación)

Common Name	EXPOSURE & TOXICITY RISK					DISTURBANCE RISK				Status in Puerto Rico
	Brodifacoum		Brodifacoum use hazard	Extent of Risk	Estimated individuals impacted	PHYSICAL DISTURBANCE		Extent of Risk	Estimated individuals impacted	
	Risk mortality - toxicant use	Risk duration				Disturbance pathway	Risk level			
Belted Kingfisher	**High**	**Medium**	**Medium**	**Individuals**	**0-5**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**SB**
Gray Kingbird	**High**	**Medium**	**Medium**	**Whole island**	**0-50**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-50**	**R**
White-eyed Vireo	High	Medium	Medium	Individuals	0-50	aerial / ground	Low	Individuals	0-50	W
Black-whiskered Vireo	**High**	**Medium**	**Medium**	**Whole island**	**0-50**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-50**	**R + SB**
Caribbean Martin	High	Medium	Low	Individuals	0-5	aerial	Low	Individuals	0-5	SB
Tree Swallow	High	Medium	Low	Individuals	0-5	aerial	Low	Individuals	0-5	W
Bank Swallow	None	None	None	None	0	None	None	None	0	T
Cave Swallow	High	Medium	Low	Individuals	0-5	aerial	Low	Individuals	0-5	R
Barn Swallow	None	None	None	None	0	None	None	None	0	T
Northern Mockingbird	**High**	**Medium**	**High**	**Individuals**	**0-10**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-10**	**R**
Pearly-eyed Thrasher	**High**	**Medium**	**High**	**Whole island**	**25-50**	**aerial / ground**	**Medium**	**Individuals**	**25-50**	**R**
Cedar Waxwing	None	None	None	None	0	None	None	None	0	V
Northern Parula	High	Medium	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Cape May Warbler	High	Medium	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Black-throated Blue Warbler	High	Medium	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Yellow-rumped Warbler	High	Medium	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Yellow-throated Warbler	High	Medium	Low	Individuals	0-6	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Prairie Warbler	High	Medium	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Palm Warbler	High	Medium	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Bay-breasted Warbler	High	Medium	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Blackpoll Warbler	None	None	None	None	0	None	None	None	0	T
Ovenbird	High	Medium	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Northern Waterthrush	High	Medium	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Common Yellowthroat	High	Medium	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Hooded Warbler	High	Medium	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Indigo Bunting	High	Medium	Medium	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Shiny Cowbird	**High**	**Medium**	**High**	**Individuals**	**0-10**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-10**	**R**
House sparrow*	**High**	**Short**	**High**	**Individuals**	**0-50**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-50**	**R**
Orange-Cheeked Waxbill*	**High**	**Short**	**High**	**Individuals**	**0-50**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-50**	**R**
Bronze Mannikin*	**High**	**Short**	**High**	**Individuals**	**0-50**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-50**	**R**

Apéndice III. Evaluación de Riesgo para las Aves en Desecheo NWR, Alternativas D y E. Status in Puerto Rico: R = resident, SB=summer breeding migrant, W = winter migrant, T = transient migrant, V = vagrant, * introduced species, ** observed offshore. See Sections 4.9.1 and 4.10.1 for a descriptive evaluation for species in bold.

Common Name	EXPOSURE & TOXICITY RISK					DISTURBANCE RISK				Status in Puerto Rico
	Diphacinone		Diphacinone use hazard	Extent of Risk	Estimated individuals impacted	PHYSICAL DISTURBANCE		Extent of Risk	Estimated individuals impacted	
	Risk mortality - toxicant use	Risk duration				Disturbance pathway	Risk level			
White-tailed Tropicbird**	**None**	**None**	**None**	**None**	0	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	0-5	**SB**
Magnificent Frigatebird	**None**	**None**	**None**	**None**	**0**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**R**
Masked Booby**	None	None	None	None	0	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	R
Brown Booby	**None**	**None**	**None**	**None**	**0**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**20-50**	**R**
Red-footed Booby	**None**	**None**	**None**	**None**	**0**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**R**
Brown Pelican	**None**	**None**	**None**	**None**	**0**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**R**
Great Blue Heron	**Medium**	**Short**	**Medium**	**Individuals**	**0-5**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**R + W**
Great Egret	**Medium**	**Short**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**R**
Cattle Egret	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	R
Green Heron	**Medium**	**Short**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**R + W**
Yellow-crowned Night-Heron	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	R + W
Osprey	None	None	None	None	0	aerial	Low	Individuals	0-5	W
Northern Harrier	**Medium**	**Short**	**Medium**	**Individuals**	**0-5**	**aerial**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**W**
Red-Tailed Hawk	**Medium**	**Short**	**Medium**	**Whole island**	**0-10**	**aerial**	**Low**	**Individuals**	**0-10**	**R**
American Kestrel	**Medium**	**Short**	**Medium**	**Whole island**	**5-25**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**5-25**	**R**
Merlin	**Medium**	**Short**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**aerial**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**W**
Peregrine Falcon	**Medium**	**Short**	**Medium**	**Individuals**	**0-10**	**aerial**	**Low**	**Individuals**	**0-10**	**W**
Killdeer	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	R + W
American Oystercatcher	**Medium**	**Short**	**Low**	**Whole island**	**0-25**	**aerial / ground**	**Medium**	**Individuals**	**0-25**	**R**
Black-necked Stilt	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	SB
Spotted Sandpiper	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Upland Sandpiper	None	None	None	None	0	None	None	None	0	T
Ruddy Turnstone	**Medium**	**Short**	**Medium**	**Individuals**	**0-25**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-25**	**R**
Laughing Gull	**Medium**	**Short**	**Medium**	**Individuals**	**0-25**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-25**	**R + SB**
Brown Noddy	**None**	**None**	**None**	**None**	**0**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**SB**
Sooty Tern	**None**	**None**	**None**	**None**	**0**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**SB**
Bridled Tern	**None**	**None**	**None**	**None**	**0**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**SB**
Royal Tern**	None	None	None	None	0	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	R
Sandwich Tern**	None	None	None	None	0	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	R
Scaly-naped Pigeon	None	None	None	None	0	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	R
White-crowned Pigeon	None	None	None	None	0	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	R
Zenaida Dove	**Medium**	**Short**	**Medium**	**Whole island**	**25-50**	**aerial / ground**	**Medium**	**Individuals**	**25-50**	**R**
Common Ground-dove	**Medium**	**Short**	**Medium**	**Individuals**	**0-5**	**aerial / ground**	**Medium**	**Individuals**	**0-5**	**R**
Hispaniolan Parakeet*	None	None	None	None	0	None	None	None	0	R
Yellow-billed Cuckoo	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	SB + T
Mangrove Cuckoo	**Medium**	**Short**	**Medium**	**Individuals**	**0-5**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**R**
Smooth billed Ani	**Medium**	**Short**	**Low**	**Individuals**	**0-10**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-10**	**R**
Chuck-will's-widow	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Common Potoo	None	None	None	None	0	None	None	None	0	V
Alpine Swift	None	None	None	None	0	None	None	None	0	V
Antillean Mango	None	None	None	None	0	None	None	None	0	R

Apéndice III (continuación)

Common Name	EXPOSURE & TOXICITY RISK					DISTURBANCE RISK				Status in Puerto Rico
	Diphacinone		Diphacinone use hazard	Extent of Risk	Estimated individuals impacted	PHYSICAL DISTURBANCE		Extent of Risk	Estimated individuals impacted	
	Risk mortality - toxicant use	Risk duration				Disturbance pathway	Risk level			
Belted Kingfisher	**Medium**	**Short**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-5**	**SB**
Gray Kingbird	**Medium**	**Short**	**Low**	**Whole island**	**0-50**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-50**	**R**
White-eyed Vireo	Medium	Short	Low	Individuals	0-50	aerial / ground	Low	Individuals	0-50	W
Black-whiskered Vireo	**Medium**	**Short**	**Low**	**Whole island**	**0-50**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-50**	**R + SB**
Caribbean Martin	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial	Low	Individuals	0-5	SB
Tree Swallow	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial	Low	Individuals	0-5	W
Bank Swallow	None	None	None	None	0	None	None	None	0	T
Cave Swallow	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial	Low	Individuals	0-5	R
Barn Swallow	None	None	None	None	0	None	None	None	0	T
Northern Mockingbird	**Medium**	**Short**	**Medium**	**Individuals**	**0-10**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-10**	**R**
Pearly-eyed Thrasher	**Medium**	**Short**	**Medium**	**Whole island**	**25-50**	**aerial / ground**	**Medium**	**Individuals**	**25-50**	**R**
Cedar Waxwing	None	None	None	None	0	None	None	None	0	V
Northern Parula	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Cape May Warbler	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Black-throated Blue Warbler	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Yellow-rumped Warbler	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Yellow-throated Warbler	Medium	Short	Low	Individuals	0-6	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Prairie Warbler	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Palm Warbler	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Bay-breasted Warbler	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Blackpoll Warbler	None	None	None	None	0	None	None	None	0	T
Ovenbird	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Northern Waterthrush	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Common Yellowthroat	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Hooded Warbler	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Indigo Bunting	Medium	Short	Low	Individuals	0-5	aerial / ground	Low	Individuals	0-5	W
Shiny Cowbird	**Medium**	**Short**	**Medium**	**Individuals**	**0-10**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-10**	**R**
House sparrow*	**Medium**	**Short**	**Medium**	**Individuals**	**0-50**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-50**	**R**
Orange-Cheeked Waxbill*	**Medium**	**Short**	**Medium**	**Individuals**	**0-50**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-50**	**R**
Bronze Mannikin*	**Medium**	**Short**	**Medium**	**Individuals**	**0-50**	**aerial / ground**	**Low**	**Individuals**	**0-50**	**R**

Apéndice IV. Ecología de Alimentación y vías Potenciales de Exposición al Toxico en Aves en Desecheo NWR.

Common Name	FEEDING ECOLOGY		
	Prey items	Feeding group	Toxicant exposure pathway
White-tailed Tropicbird	fish	piscivorous	none
Masked Booby	fish	piscivorous	none
Brown Booby	fish	piscivorous	none
Red-footed Booby	fish	piscivorous	none
Brown Pelican	fish	piscivorous	none
Magnificent Frigatebird	fish	piscivorous	none
Great Blue Heron	mostly fish: also amphibians, invertebrates, reptiles,	aquatic/coastal forager	intertidal invertebrates, fish, small
Great Egret	fish, invertebrates, reptiles & small rodents	aquatic/coastal forager	intertidal invertebrates
Cattle Egret	large insects, birds, small rodents, very opportunistic	omnivorous	large arthropods, small reptiles,
Green Heron	fish, invertebrates, reptiles & small rodents	aquatic/coastal forager	intertidal invertebrates
Yellow-crowned Night-Heron	crustaceans	aquatic/coastal forager	marine crustaceans
Osprey	fish	piscivorous	fish
Northern Harrier	small birds, small mammals	predatory	rats, passerines
Red-Tailed Hawk	mammals, carrion	predatory	rats, carrion
American Kestrel	anoles	predatory	reptiles, passerines, large inverts
Merlin	small birds	predatory	passerines
Peregrine Falcon	birds	predatory	shorebirds, ameivas, laughing gulls
Killdeer	earthworms, grasshoppers, beetles	ground insectivore	terrestrial invertebrates
American Oystercatcher	bivalves	aquatic/coastal forager	marine bivalves
Black-necked Stilt	aquatic micro invertebrates	aquatic/coastal forager	intertidal microinvertebrates
Spotted Sandpiper	aquatic micro invertebrates	aquatic/coastal forager	intertidal microinvertebrates
Upland Sandpiper	orthoptera; all insects	ground insectivore	terrestrial invertebrates
Ruddy Turnstone	aquatic invertebrates	aquatic/coastal forager	softened bait pellets, intertidal
Laughing Gull	opportunistic	aquatic/coastal forager	bait, carrion, intertidal inverts
Brown Noddy	fish	piscivorous	none
Sooty Tern	fish	piscivorous	none
Bridled Tern	fish	piscivorous	none
Royal Tern	fish	piscivorous	none
Sandwich Tern	fish	piscivorous	none
Scaly-naped Pigeon	fruits	frugivorous	none
White-crowned Pigeon	fruits	frugivorous	none
Zenaida Dove	seeds; opportunistic	frugivorous/granivorous	bait
Common Ground-dove	fruits	granivorous	bait
Hispaniolan Parakeet*	fruits	frugivorous/granivorous	none
Yellow-billed Cuckoo	large insects; sometimes lizards	canopy/ground forager	large terrestrial insects, reptiles
Mangrove Cuckoo	orthoptera, insect larvae; also lizards	canopy/ground forager	large terrestrial insects, reptiles
Smooth billed Ani	insects, also lizards	ground insectivore	reptiles, large terrestrial insects
Chuck-will's-widow	flying insects	aerial insectivore	flying insects
Common Potoo	flying insects	aerial insectivore	flying insects
Alpine Swift	flying insects	aerial insectivore	flying insects
Antillean Mango	nectar; insects	nectarivorous	none

Apéndice IV (continuación)

Common Name	FEEDING ECOLOGY		
	Prey items	Feeding group	Toxicant exposure pathway
Belted Kingfisher	fish, also aquatic inverts, reptiles, mammals	aquatic/coastal forager	rats
Gray Kingbird	large flying insects (bettles, bees, dragonflies)	canopy forager	terrestrial invertebrates
White-eyed Vireo	lepidoptera & larvae; flies & beetles	canopy forager	terrestrial invertebrates
Black-whiskered Vireo	fruits & spiders; lepidoptera larvae/eggs	canopy forager	terrestrial invertebrates
Caribbean Martin	flying insects	aerial insectivore	flying insects
Tree Swallow	flying insects	aerial insectivore	flying insects
Bank Swallow	flying insects	aerial insectivore	flying insects
Cave Swallow	flying insects	aerial insectivore	flying insects
Barn Swallow	flying insects	aerial insectivore	flying insects
Northern Mockingbird	arthropods, fruit; also lizards	omnivorous	terrestrial invertebrates, anoles
Pearly-eyed Thrasher	large insects; opportunistic, lizards, fruits	omnivorous	terrestrial invertebrates, anoles
Cedar Waxwing	fruits	frugivorous	none
Northern Parula	small insects	canopy forager	small canopy insects
Cape May Warbler	small insects	canopy forager	small canopy insects
Black-throated Blue Warbler	small insects	canopy forager	small canopy insects
Yellow-rumped Warbler	small insects	canopy forager	small canopy insects
Prairie Warbler	small insects	canopy forager	small canopy insects
Palm Warbler	small insects	canopy forager	small canopy insects
Bay-breasted Warbler	small insects	canopy forager	small canopy insects
Blackpoll Warbler	small insects	canopy forager	small canopy insects
Ovenbird	small and large insects	ground insectivore	terrestrial invertebrates
Northern Waterthrush	small insects: diptera and coleoptera	ground insectivore	terrestrial invertebrates
Common Yellowthroat	small insects	canopy forager	small canopy insects
Hooded Warbler	small insects	canopy forager	small canopy insects
Indigo Bunting	seeds/fruits; some insects	frugivorous/granivorous	bait
Shiny Cowbird	arthropods, grain	omnivorous	bait, small reptiles (geckos)
House sparrow*	seeds; grains, insects	frugivorous/granivorous	bait
Orange-Cheeked Waxbill*	seeds; grains	granivorous	bait
Bronze Mannikin*	seeds; grains	granivorous	bait

Apéndice V. Evaluación de Riesgo para Reptiles en Desecheo NWR, Alternativas B y C.

(i) Alternativa B. Véase sección 4.7.2 para una evaluación descriptiva

Common Name	Status	EXPOSURE & MORTALITY RISK						DISTURBANCE RISK			
		EXPOSURE		Brodifacoum		Brodifacoum use hazard	Extent of Risk	PHYSICAL DISTURBANCE		Extent of Risk	Duration of the Risk
		Food web pathway	Presence/ absence probability	Toxicant use mortality risk	Risk duration			Disturbance pathway	Risk level		
Desecheo Gecko	wild	Medium	High	High	Medium	High	Island	Ground	Medium	Individuals	Short
	captive (i)	None	None	None	None	None	None	Ground	High	Individuals	Perm.
	captive (ii)	None	None	None	None	None	None	Ground	High	Individuals	Medium
Desecheo Ameiva	wild	High	High	High	Medium	High	Island	Ground	Medium	Individuals	Short
	captive (i)	None	None	None	None	None	None	Ground	High	Individuals	Perm.
	captive (ii)	None	None	None	None	None	None	Ground	High	Individuals	Medium
Desecheo Anole	wild	High	High	High	Medium	High	Island	Ground	Medium	Individuals	Short
	captive (i)	None	None	None	None	None	None	Ground	Medium	Individuals	Perm.
	captive (ii)	None	None	None	None	None	None	Ground	Medium	Individuals	Medium
Puerto Rican Racer	wild	High	High	High	Medium	High	Island	Ground	Medium	Individuals	Short
Slippery-backed Skink	wild	High	High	High	Medium	High	Island	Ground	Medium	Individuals	Short
Hawksbill Sea Turtle	wild	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None
Green Sea Turtle	wild	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None
Leatherback Sea Turtle	wild	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None

(ii) Alternativa C. Véase sección 4.8.2 para una evaluación descriptiva

Common Name	Status	EXPOSURE & MORTALITY RISK						DISTURBANCE RISK			
		EXPOSURE		Brodifacoum		Brodifacoum use hazard	Extent of Risk	PHYSICAL DISTURBANCE		Extent of Risk	Duration of the Risk
		Food web pathway	Presence/ absence probability	Toxicant use mortality risk	Risk duration			Disturbance pathway	Risk level		
Desecheo Gecko	wild	Medium	High	High	Medium	High	Global	Ground	Medium	Individuals	Short
Desecheo Ameiva	wild	High	High	High	Medium	High	Global	Ground	Medium	Individuals	Short
Desecheo Anole	wild	High	High	High	Medium	High	Global	Ground	Medium	Individuals	Short
Puerto Rican Racer	wild	High	High	High	Medium	High	Island	Ground	Medium	Individuals	Short
Slippery-backed Skink	wild	High	High	High	Medium	High	Island	Ground	Medium	Individuals	Short
Hawksbill Sea Turtle	wild	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None
Green Sea Turtle	wild	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None
Leatherback Sea Turtle	wild	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None

Apéndice VI. Evaluación de Riesgo para Reptiles en Desecheo NWR, Alternativas D y E.

(i) Alternativa D. Vease sección 4.9.2 para una descriptiva evaluación.

Common Name	Status	EXPOSURE & MORTALITY RISK						DISTURBANCE RISK			
		EXPOSURE		Brodifacoum		Diphacinone use hazard	Extent of Risk	PHYSICAL DISTURBANCE		Extent of Risk	Duration of the Risk
		Food web pathway	Presence/ absence probability	Toxicant use mortality risk	Risk duration			Disturbance pathway	Risk level		
Desecheo Gecko	wild	Medium	High	Medium	Short	Medium	Island	Ground	Medium	Individuals	Short
	captive (i)	None	None	None	None	None	None	Ground	High	Individuals	Perm.
	captive (ii)	None	None	None	None	None	None	Ground	High	Individuals	Medium
Desecheo Ameiva	wild	High	High	Medium	Short	Medium	Island	Ground	Medium	Individuals	Short
	captive (i)	None	None	None	None	None	None	Ground	High	Individuals	Perm.
	captive (ii)	None	None	None	None	None	None	Ground	High	Individuals	Medium
Desecheo Anole	wild	High	High	Medium	Short	Medium	Island	Ground	Medium	Individuals	Short
	captive (i)	None	None	None	None	None	None	Ground	Medium	Individuals	Perm.
	captive (ii)	None	None	None	None	None	None	Ground	Medium	Individuals	Medium
Puerto Rican Racer	wild	High	High	Medium	Short	Medium	Island	Ground	Medium	Individuals	Short
Slippery-backed Skink	wild	High	High	Medium	Short	Medium	Island	Ground	Medium	Individuals	Short
Hawksbill Sea Turtle	wild	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None
Green Sea Turtle	wild	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None
Leatherback Sea Turtle	wild	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None

(ii) Alternativa E. Vease sección 4.10.2 para una descriptiva evaluación.

Common Name	Status	EXPOSURE & MORTALITY RISK						DISTURBANCE RISK			
		EXPOSURE		Brodifacoum		Diphacinone use hazard	Extent of Risk	PHYSICAL DISTURBANCE		Extent of Risk	Duration of the Risk
		Food web pathway	Presence/ absence probability	Toxicant use mortality risk	Risk duration			Disturbance pathway	Risk level		
Desecheo Gecko	wild	Medium	High	Medium	Short	Medium	Global	Ground	Medium	Individuals	Short
Desecheo Ameiva	wild	High	High	Medium	Short	Medium	Global	Ground	Medium	Individuals	Short
Desecheo Anole	wild	High	High	Medium	Short	Medium	Global	Ground	Medium	Individuals	Short
Puerto Rican Racer	wild	High	High	Medium	Short	Medium	Island	Ground	Medium	Individuals	Short
Slippery-backed Skink	wild	High	High	Medium	Short	Medium	Island	Ground	Medium	Individuals	Short
Hawksbill Sea Turtle	wild	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None
Green Sea Turtle	wild	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None
Leatherback Sea Turtle	wild	None	None	None	None	None	None	None	None	None	None

Apéndice VII. Factores de Conversión

Multiply	By	To obtain
	Length	
meter (m)	0.3048	feet (ft)
centimeter (cm)	2.54	inch (in)
kilometer (km)	0.621388	mile (mi)
	Volume	
microliter (µL)	0.00003382	ounce, fluid (fl. oz)
milliliter (mL)	0.03382	ounce, fluid (fl. oz)
liter (L)	33.82	ounce, fluid (fl. oz)
	Mass	
kilograms (kg)	2.204	pounds (lbs)
gram (g)	0.03527	ounce, avoirdupois (oz)
microgram (µg)	=	1×10^{-6} grams
nanogram (ng)	=	1×10^{-9} grams
	Concentration	
microgram per gram (µg/g)	=	parts per million (ppm: 10^{-6})
microgram per milliliter (µg/mL)	=	parts per million (ppm: 10^{-6})
microgram per liter (µg/L)	=	parts per billion (ppb: 10^{-9})
nanogram per liter (ng/L)	=	parts per trillion (ppt: 10^{-12})
kilograms per hectare (kg/ha)	0.8888	pounds per acre (lb/acre)
	Area	
hectare (ha)	2.47	acre

Apéndice VIII. Comunicaciones Inter-agenciales

United States Department of the Interior

FISH AND WILDLIFE SERVICE
Caribbean Islands National Wildlife Refuge
P.O. Box 510, Carr. 301, Km. 5.1
Boqueron, Puerto Rico 00622

March 8, 2010

Ing. Hector Morales Vargas
President
Puerto Rico Planning Board
P.O. Box 41119
Santurce, Puerto Rico 00940

Dear Mr. Morales:

We have identified you and/or your agency as a potentially interested party to a proposed action to be conducted by the US Fish & Wildlife Service, Caribbean Islands National Wildlife Refuge Complex ("the Service") on Desecheo National Wildlife Refuge, a small island located 14 miles off the west coast of Puerto Rico. The purpose of the proposed action is to meet the Service's management goal of protecting and restoring the ecosystem of Desecheo Island, particularly seabirds, reptiles, and native plants, by eradicating non-native rats.

The Service is currently conducting an environmental assessment (EA) for the proposed action, as required by the National Environmental Policy Act of 1969, as amended (42 U.S.C. 4321 et seq.), and its associated regulations. We are contacting you 1) to advise you of our intentions; 2) to solicit input from you regarding specific attributes of the proposed action, and/or of Desecheo's environment, that you believe should be included in the EA; and 3) to solicit input from you as to additional compliance requirements or regulations within your jurisdiction that may apply to this project.

A description follows for the need for the proposed action, and the alternatives the Service is currently considering in the EA.

Rats were introduced to Desecheo National Wildlife Refuge in the early 1900s and, together with the introduction of rhesus macaques and feral goats, have drastically altered the island ecosystem. Historically, Desecheo Island was a major seabird rookery. In the early 1900s tens of thousands of seabirds of seven species were nesting on the island. Landbird species such as the Zenaida dove and Pearly-eyed Thrasher also likely nested in significant numbers on the island. Today, no seabirds and few landbirds nest on the island, and less than a dozen seabirds may circle it in a day.

Unsustainable harvesting by humans contributed to these seabird declines, while the introduction of rhesus macaques in 1966 appears to have halted all reproduction of larger seabirds, such as

TAKE PRIDE IN AMERICA

brown and red-footed boobies, on the island. Rats likely continue to depredate eggs, chicks, and adults of any remaining seabirds that attempt to breed, particularly for smaller species, such as tropicbirds and terns, which nest on more inaccessible cliffs. Macaque and rat predation has likely led to the extirpation of the mangrove cuckoo and belted kingfisher from the island, and all but a few pairs of pearly-eyed thrasher remain. Finally, the endemic dwarf gecko, Desecheo whip scorpion, and two endemic spiders are probably preyed upon by rats, while goats have also restricted their available habitat by altering vegetation.

The Service is anticipating that removing the threats that these non-native species pose will facilitate the recovery of the Desecheo ecosystem to a state that more closely resembles the island's previous biodiversity. On other islands, rat eradication has been followed by the recovery of seabirds, landbirds, reptiles, and plants.

The Service is proposing to eradicate rats by broadcasting rodenticide bait pellets onto the island, following commonly practiced techniques that have been implemented successfully to eradicate rats from over 300 islands during the past six decades. Based on the environmental issues unique to Desecheo that were initially identified, the Service is currently considering five alternatives – four action alternatives, and the no action alternative, which is included in the analysis to provide a benchmark with which to compare the magnitude of environmental effects of the action alternatives.

The alternatives are:

- *Alternative A: No action*
- *Alternative B: Aerial broadcast of "Brodifacoum-25 Conservation", with proactive risk reduction actions for vulnerable reptile taxa*
- *Alternative C: Aerial broadcast of "Brodifacoum-25 Conservation", without proactive risk reduction actions for vulnerable reptile taxa*
- *Alternative D: Aerial broadcast of "Diphacinone-50 Conservation", with proactive risk reduction actions for vulnerable reptile taxa*
- *Alternative E: Aerial broadcast of "Diphacinone-50 Conservation", without proactive risk reduction actions for vulnerable reptile taxa*

Aerial broadcast of bait pellets would be the primary distribution method in all action alternatives. Other bait distribution methods would include hand broadcast of bait pellets, and/or placing bait pellets in bait stations. Rat eradication would be followed by biological monitoring to ensure eradication success and to document the response of native biota to rat removal. The Service would also implement protocols to prevent future rodent re-introductions.

The Service is proposing this action pursuant to management authorities including the Refuge Improvement Act of 1997 (16 U.S.C. 668dd et seq.), the Endangered Species Act of 1973, as amended (16 U.S.C. 1531-1544), the Migratory Bird Treaty Act of 1918, as amended (16 U.S.C. 703-712), and the Fish and Wildlife Act of 1956, as amended (16 U.S.C. 742a-742j, not including 742 d-l).

If you would like to provide input regarding specific attributes of the proposed action, and/or of Desecheo's environment, that you believe should be included in the EA or if you have

information on additional compliance requirements or regulations within your jurisdiction that may apply to this project, please provide this information to us by April 30. If you have any questions, please contact me at 787/851-7258.

Sincerely,

Susan Silander

Susan Silander
Project Leader

Richard Kanaski/R4/FWS/DOI
03/17/2010 10:39 AM

To Susan Silander/R4/FWS/DOI
cc
bcc
Subject Re: Desecheo project

Susan - although technically an undertaking, Desecheo rat eradication project does not possess the potential to impact historic properties. It is similar to other invasive species eradication efforts conducted elsewhere by the FWS, i.e. cut and squirt techniques used to eliminate Brazilian Pepper. Consultation with the PR SHPO pursuant to Section 106 of the National Historic Preservation Act is not required. If you typically notify the PR SHPO as part of the NEPA process for other projects, then I see no reason to change your SOP.

Here's some language that can be edited or revised for use in the EA's cultural resource impact assessment:

Current rat-related impacts on Desecheo's historic properties involve damage caused by burrowing and devegetation. Eradication of this pest species benefits the Key's historic properties and biota. The use of Brodifacoum-25 Conservation or Diphacinone-50 Conservation and the subsequent removal of dying or dead rodents will not impact any historic properties. Due to the nature of the undertaking, the RHPO/RA also determined that historic and/or archaeological investigations are not warranted or recommended.

Hope this helps. Don't hesitate to contact me if you have any questions or I can be of further assistance. Thanks.

Rick

U.S. FISH & WILDLIFE SERVICE
DEPARTMENT OF THE INTERIOR

Richard S. Kanaski
Regional Historic Preservation Officer &
Regional Archaeologist
Southeast Region
Savannah Coastal Refuges
694 Beech Hill Lane
Hardeville, South Carolina 29927
O: (843) 784-6310
C: (912) 257-5434
F: (843) 784-7112 or
(843) 784-2465
email: richard_kanaski@fws.gov

Susan Silander/R4/FWS/DOI

Susan Silander/R4/FWS/DOI
03/16/2010 05:36 PM

To Richard Kanaski/R4/FWS/DOI
cc
Subject Desecheo project

We are planning an eradication project for rats on the island of Desecheo involving the aerial application of bait. We are currently working on an Environmental Assessment and have prepared a scoping letter (see attached). There will be no excavating or earth movement. Do we need to send a letter to them, if so should you send it or should we? Thanks for your assistance.

GOVERNMENT OF PUERTO RICO

Department of Natural and Environmental Resources

April 20, 2010

Mrs. Susan Silander
Project Leader
Fish and Wildlife Service
Caribbean Islands National Wildlife Refuge
PO Box 510
Boquerón, PR 00622

Dear Mrs. Silander:

We support the proposed action of initiating a rodent eradication program on Desecheo Island. This management initiative has proven to be very effective in the restoration of native biotas, specifically on island ecosystems. In fact, the Puerto Rico Department of Natural Resources and Environment (DNER) executed a similar project in Monito Island about a decade ago. In relation to the three (3) objectives, stated in your March 8, 2010 letter, these are our comments.

- **Objective 1. Advise DNER of the Proposed Action**
  The intended action has been adequately notified. Please keep us informed about the expected timeline and potential collaborative efforts with our agency.

- **Objective 2. Soliciting Input about the Proposed Action**
  We support alternatives B and D. Both combined the use of highly recommended rodenticides with a risk reduction protocol to minimize impact to vulnerable reptile taxa.

- **Objective 3. Soliciting Input about Additional Compliance Requirement/ Regulation**
  Please be advised that Desecheo wildlife resources are protected under the Government of Puerto Rico laws and regulation and a scientific research permit will be required to conduct inventories or to manipulate (e.g. marking) animals.

We would like to reiterate our commitment and strongly encourage the initiation and fully completion of the aforementioned activity, please feel free to contact, Dr. Miguel A. García, Director of Fisheries and Wildlife Bureau at 787-999-2200, extension 2607, or magarcia@drna.gobierno.pr, if you require any further discussion on this matter.

Cordially,

Daniel J. Galán-Kercadó
Secretary

MAG/mtn

PUERTO RICO VERDE

PO Box 366147, San Juan, PR 00936
Tel. 787.999.2200 • Fax. 787.999.2303

INTRA-SERVICE SECTION 7 BIOLOGICAL EVALUATION FORM

Division/Office: Boquerón Field Office, Coastal Program Project

Project Biologist/Phone#: Beverly Buchanan Yoshioka
787-851-7297 Ext.227

Date: June 16, 2008

I. Proposed Action: Island Conservation, a Santa Cruz, California based conservation organization is carrying out a cooperative project with Fish and Wildlife Service to remove Macaque (Rhesus) monkeys, goats, and rats from Desecheo Island National Wildlife Refuge, a 358 acre island off the west coast of Puerto Rico. The project is underway and removed most of the monkeys last year, and left two non-fertile, collared, goats to track any remaining goats during this year. The project is moving into the next phase to remove the remaining monkeys and goats, complete an EA and preliminary work for the rat removal, and complete the rat removal by summer 2011.

II. Location (County and State/attach project area map): Desecheo Island NWR (see attached aerial photograph).

II. **Description of proposed action (describe in enough detail to allow proper evaluation of project impacts, attach additional pages as needed):** Desecheo Island lies approximately 10 miles off the west coast of Puerto Rico. It was set aside in 1912 as a preserve and seabird nesting area, had one of the largest brown booby nesting colonies in the world, and hosted a number of other seabird species. Brown pelicans also utilize the island for roosting and feed in the nearshore waters. It has a history of various disturbances detailed in the previous consultation. In addition to the serious wildlife perturbation from introduced monkeys, rat populations are also very high, further affecting bird nesting and vegetation.

At this stage, the project intends to finish the monkey removal this year, and is moving into the rat eradication stage. An Environmental Assessment is being developed by the Refuge and Cooperator to address the rat removal. Island Conservation has accomplished rat removal on a number of islands with highly sensitive species (including one with an endangered rodent species) with success. The EA will determine how they will apply the rodenticide and what measures will be taken to protect potential non-target species. Typically Island Conservation has used aerial broadcasting for islands with terrain similar to Desecheo.

IV. Species and Habitats Considered:

A. List all federally endangered, threatened, proposed, and candidate species, and describe any associated critical or proposed critical habitat that may be affected by the proposed action. Make a determination of how the proposed action may affect each:

SPECIES/CRITICAL HABITAT	STATUS[1]	DETERMINATION[2]			RESPONSE REQUESTED[3]
		NE	NA	AA	
Brown pelican (*Pelecanus occidentalis*)	E		X		
Hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricate*)	E		X		
Green sea turtle (*Chelonia mydas*)	T	X			
"Higo Chumbo" (*Harrisia portoricensis*	T		X		

[1]STATUS: E = endangered, T = threatened, PE = proposed endangered, PT = proposed threatened, CH = critical habitat, PCH = proposed critical habitat, C = candidate species

[2]DETERMINATION:

NE = no effect. This determination is appropriate when the proposed action will not directly, indirectly or cumulatively impact, either positively or negatively, any listed, proposed, candidate species or designated/proposed critical habitat.

NA = not likely to adversely affect. This determination is appropriate when the proposed action is not likely to adversely impact any listed, proposed, candidate species or designated/proposed critical habitat or there may be beneficial effects to these resources.

AA = likely to adversely affect. This determination is appropriate when the proposed action is likely to adversely impact any listed, proposed, candidate species or designated/proposed critical habitat.

[3]RESPONSE REQUESTED: conference, concurrence, formal consultation

V. Determination of effects:

A. Explanation of effects of the action: include direct, indirect, interrelated, interdependent, and cumulative effects (attach additional pages as needed):

Definitions for Effects of the Action:

Direct Effects = are those that are an immediate result of the action.

Indirect Effects = are those that are caused by the action and are later in time but are still reasonably certain to occur. They include the effects of future activities that are induced by the action and that occur after the action is completed.

Interrelated = are those that are part of a larger action and depend on the larger action for their justification.

Interdependent = are those that have no significant independent utility apart from the action that is under consideration.

Cumulative Effects = are those effects of future State or private activities, not involving Federal activities, that are reasonably certain to occur within the action area.

The brown pelican feeds in the waters near Desecheo and roosts on the island, but has not been reported nesting on Desecheo. Nevertheless, removal of the invasive pest species (macaques and rats, in particular) would potentially provide habitat suitable for nesting for this species. Therefore, the project would not be likely to adversely affect the brown pelican due to potential future direct beneficial effects.

The hawksbill sea turtle is common in the waters around Desecheo which provide excellent foraging grounds. While nesting on the island may be very limited, removal of the macaques would be likely to benefit hawksbills by reducing potential nest predations. Therefore, the project would not be likely to adversely affect the hawksbill sea turtle due to potential direct beneficial effects.

The green sea turtle may occasionally be found in the waters around Desecheo, although it does not provide extensive seagrass beds used for foraging of this species. The very limited beaches on Desecheo Island are unlikely to provide nesting habitat for this species. Therefore, the project is not likely to affect this species.

The "Higo Chumbo" cactus is found on Desecheo, Mona, Monito, and very limited specimens in southwest Puerto Rico. It was once relatively common in southwest Puerto Rico. Populations on Desecheo Island are very reduced, and possibly have been extirpated. Goats and macaques have been observed feeding on the cactus during previous visits. The project would not be likely to adversely affect the "Higo Chumbo"

cactus due to the potential for direct beneficial effects from the removal of the monkeys, goats and rats.

B. Explanation of actions to be implemented to reduce adverse effects: There is a potential for non-target species impacts to species such as hawks that may predate on rats. The EA will be evaluating the potential for impacts to non-target species, including reptiles found on the island, and means of minimizing or avoiding those impacts. The project is not expected to adversely affect the federally listed species on the island.

VI. 13 July 2009

Project Leader:
Signature Date

VII. Reviewing Ecological Services Office(ESO) Evaluation:

A. Concurrence ✓ pH 7/13/09 **Nonconcurrence** _____

B. Formal Consultation Reguired

C. Conference Required

D. Remarks (attach additional pages if needed):

VIII. Signatory Approval:

ESO Supervisor: Edwin Muraz 20 July 09
Signature **Date**

Note: The process ends here if the proposed action is "not likely to adversely affect".

ARD Program: _____ _____
Signature **Date**

ARD Ecological Services: _____ _____

Signature **Date**

Note: These signatures are required for approval of a conference report or biological opinion.

Note: There are no USGS topographic maps for Desecheo, nor was it included in the available vertical aerial photography. It is approximately 10 miles west of Punta Higuero, Puerto Rico.

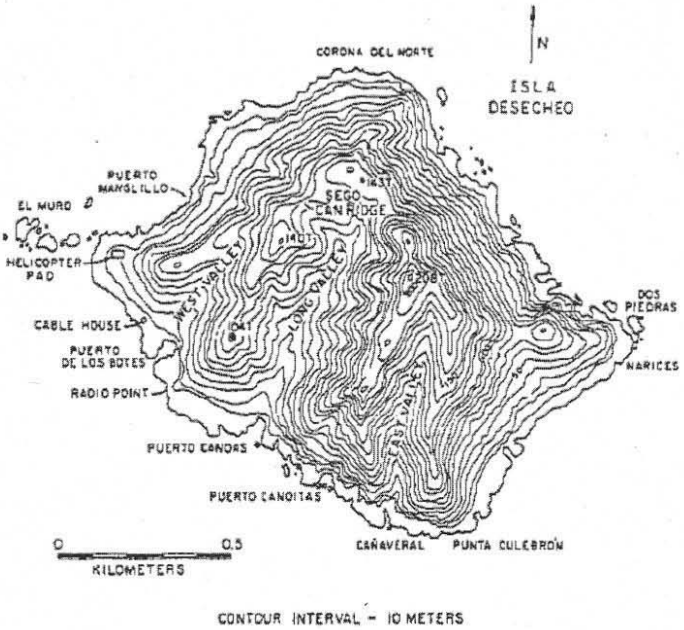
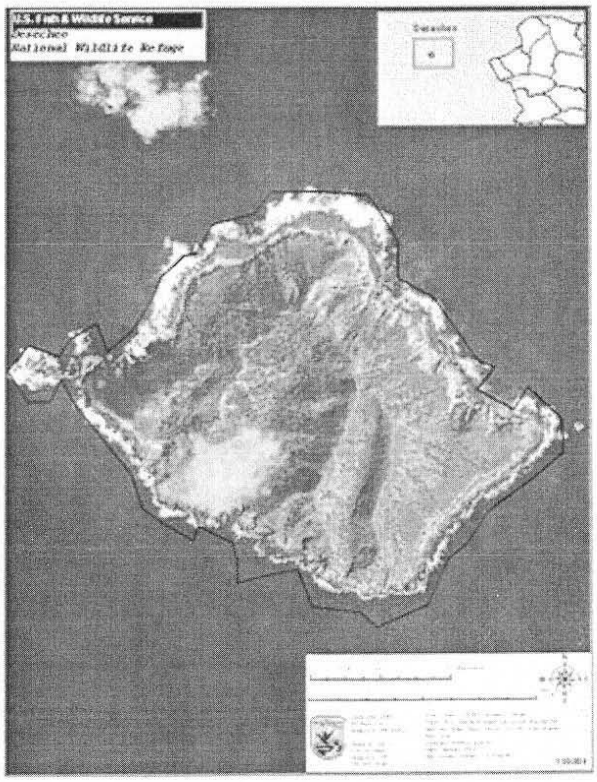


FIG. 1. Desecheo Island, contour intervals and place names. From Morrisonb and Menzel (1972, pg. 14).

Figure 1. Desecheo Island topographic map (from Breckon, 2000, p. 179).



Desecheo Island NWR.