

Reserva de la Biosfera Archipiélago Juan Fernández: endemismo para conservar

Rodrigo Vargas G^{1,2*}, Cecilia Smith-Ramírez³, Catherine González³ & Miriam Fernández⁴

¹ Chair of Vegetation Science and Site Classification, Faculty of Environment and Natural Resources, University of Freiburg, Tennenbacherstr. 4, 79106, Freiburg, Alemania

² Laboratorio de Análisis Cuantitativo de Recursos Naturales, Universidad de La Frontera

³ Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Facultad de Ciencias, Universidad de Chile

⁴ Centro de Conservación Marina y Estación Costera de Investigaciones Marinas, Pontificia Universidad Católica de Chile

* rodrigo.vargasgaete@gmail.com

Resumen

Se presentan las singularidades biogeográficas del Archipiélago Juan Fernández, haciendo referencia a los principales problemas de conservación que actualmente afectan esta Reserva de la Biosfera. Se pone énfasis en las actividades de conservación e investigación asociadas al ecosistema terrestre y se destaca la urgencia de investigación aplicada en pos de la restauración, para promover la conservación de la diversidad biológica y la necesidad pendiente de extender la conservación al ambiente marino del archipiélago.

Zusammenfassung

Die einzigartigen biogeographischen Charakteristika des Juan Fernández Archipels werden ebenso dargestellt wie die wichtigsten Probleme des Schutzes, die derzeit diesen Biosphärenpark betreffen. Ein Hauptaugenmerk liegt auf den Schutzziele und Forschungen zum terrestrischen Ökosystem. Dabei wird die Bedeutung der Restaurierung der biologischen Vielfalt nach dem Tsunami von 2011 für den Schutz der Biodiversität auch für die marine Umwelt des Archipels herausgestellt.

Abstract

The unique biogeographic conditions of the Juan Fernández Archipelago are mentioned, with reference to the main conservation challenges currently occurring in this Biosphere Reserve. Emphasis is put on the conservation targets and research activities associated with the terrestrial ecosystem. We stress the urgent need for applied research oriented towards restoration to promote the conservation of biodiversity and the remaining need to extend conservation to the archipelago's marine environment.

Keywords: biodiversity threats, fernandezian flora, species invasions, Robinson Crusoe Island, Alejandro Selkirk Island

Vargas R, Smith-Ramírez C, González C, Fernández M (2014) Reserva de la Biosfera Archipiélago Juan Fernández: endemismo para conservar. En: A Moreira-Muñoz & A Borsdorf (eds) *Reservas de la Biosfera de Chile: Laboratorios para la Sustentabilidad*. Academia de Ciencias Austriaca, Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Geografía, Santiago, serie Geolibros 17: 126–143

6.1 Introducción

Las islas cubren sólo alrededor del 6% de la superficie terrestre, pero su contribución a la biodiversidad global es sustancial. Cerca del 14% de todos los mamíferos y más de un cuarto de las especies de aves y plantas vasculares habitan en ecosistemas insulares (Myers et al. 2000, Hahn et al. 2009). Debido a su menor tamaño y a la mayor proporción de endemismos (especies únicas), las islas pueden ofrecer buenos resultados en relación al costo-beneficio para la preservación de especies. Esto contribuye a que áreas insulares presenten un alto interés para la conservación de la biodiversidad a nivel global (Kier et al. 2009). Nueve de los 25 *hotspots* o “puntos calientes” de biodiversidad del mundo se conforman, en su mayoría o completamente, por islas (Myers et al. 2000). Uno de estos *hotspots* mundiales de diversidad biológica es el Archipiélago Juan Fernández (Mittermeier et al. 2004) declarado Reserva de la Biosfera en 1977.

El archipiélago Juan Fernández se ubica en el Océano Pacífico al oeste de la costa de Chile central, frente al puerto de San Antonio (33° 37' S, 78° 53' O) (Figura 6.1). Está conformado por tres islas principales, además de una serie de islotes y morros secundarios. Las islas principales son: Robinson Crusoe (ex Masatierra), Santa Clara y Marinero Alejandro Selkirk (ex Masafuera), de 47,9; 2,2 y 49,5 km², respectivamente. La isla Robinson Crusoe se ubica a 667 km del continente, Santa Clara se encuentra a 1,5 km al suroeste de Robinson Crusoe y la isla Marinero Alejandro Selkirk se sitúa a 187 km al poniente de Robinson Crusoe (Figura 6.1). Administrativamente el Archipiélago Juan Fernández depende de la Región de Valparaíso. El único poblado permanente en el archipiélago es San Juan Bautista, que se ubica en Robinson Crusoe, y es la capital de la comuna de Juan Fernández (ca. 850 habitantes). En la isla Alejandro Selkirk el villorrio Rada la Colonia alberga alrededor de 60 personas durante la temporada de pesca (octubre – mayo).

El Parque Nacional y Reserva de la Biosfera Archipiélago Juan Fernández abarca prácticamente la totalidad

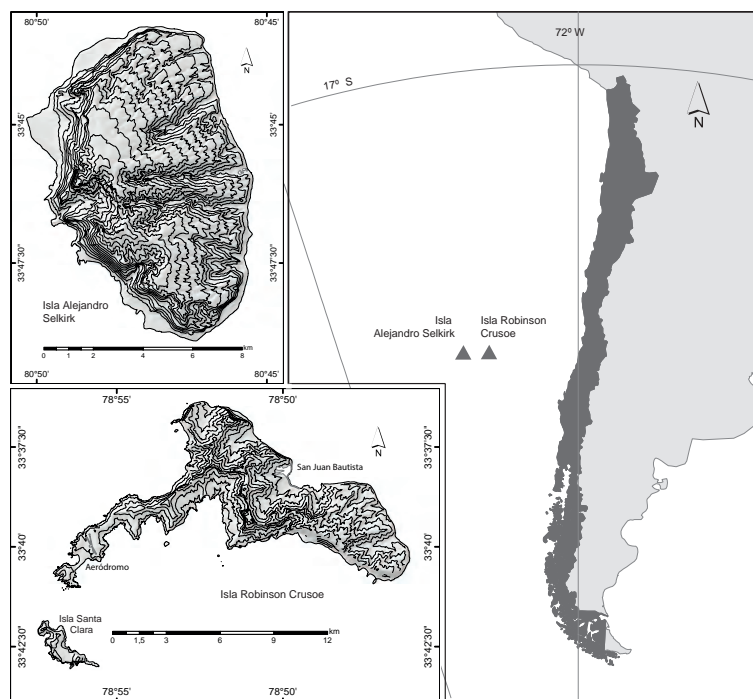


Figura 6.1 Ubicación del Archipiélago Juan Fernández y detalle de sus islas. Cartografía: Juan Troncoso

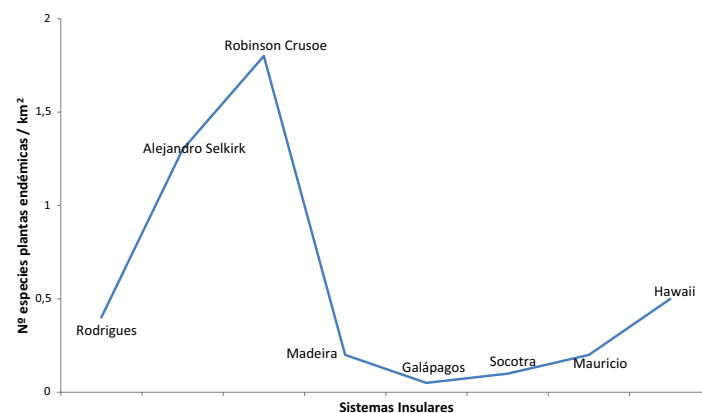


Figura 6.2 Endemismo de plantas vasculares de la flora del Archipiélago Juan Fernández en comparación con otros sistemas insulares oceánicos (datos de Cronk 1997)

del Archipiélago (96%), comprendiendo íntegramente las tres islas principales, salvo la zona del poblado y el sector del aeródromo de la isla Robinson Crusoe (Figura 6.1). Al considerar las 100 eco-regiones más singulares según endemismo y especies amenazadas en el plane-

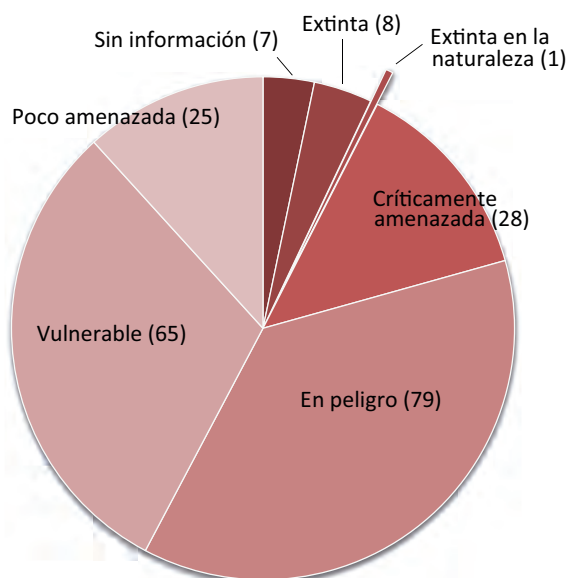


Figura 6.3 Estado de conservación de la flora del Archipiélago Juan Fernández según categorías de la Unión para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Danton & Perrier 2006)

ta, el Archipiélago Juan Fernández junto a Galápagos, son considerados los *mini-hotspots* de biodiversidad de mayor prioridad para la conservación a nivel mundial (Funk & Fa 2010, Durrell Wildlife 2011). Juan Fernández representa un laboratorio al aire libre; posee más plantas endémicas por km cuadrado que cualquier otro sistema insular en el mundo: 1,4 spp/km² (Stuessy 1992) (Figura 6.2). Sólo al considerar las especies vasculares endémicas del Archipiélago Juan Fernández, se cuentan dos familias, doce géneros y 135 especies de plantas (Danton & Perrier 2006). Esto corresponde a más del 5% de las plantas vasculares endémicas de Chile en sólo el 0,01% de su territorio (Vargas et al. 2011). Además, el Archipiélago Juan Fernández es el hábitat de un tercio de las aves endémicas de Chile (Rau 2006); presentando también un alto endemismo en sus recursos marinos, cercano al 25% (Arana 2010, Grandi-Nagashiro et al. 2010).

La influencia humana sobre el archipiélago (descubierto el año 1574) determinó severos cambios en el paisaje. Fuegos, cortas selectivas de árboles y la introducción de especies exóticas de animales y plantas afec-

taron enormemente la cobertura vegetal de las tres islas en el pasado. En la actualidad más del 75% de la flora endémica del Archipiélago se encuentra en grave peligro de extinción (Cuevas y van Leersum 2001) (Figura 6.3), existiendo ocho especies extintas recientemente, como *Santalum fernandezianum* en 1913, o *Robinsonia berteroi* en 2004 (Danton & Perrier 2005, 2006; CONAF 2009). Dos de las cuatro especies de aves listadas en Peligro Crítico de Conservación para Chile, ocurren exclusivamente en una isla del Archipiélago Juan Fernández: el picaflor de Juan Fernández (*Sephenoides fernandensis*) en Robinson Crusoe, y el rayadito de Masafuera (*Aphrastura masafuerae*) en Alejandro Selkirk (Rau 2006).

6.2 Juan Fernández, un lugar único

El Archipiélago Juan Fernández es uno de los pocos lugares en el Océano Pacífico que se mantuvo exento de influencia humana hasta después del descubrimiento de América (otros ejemplos en el Pacífico son Islas Galápagos, archipiélago de Revillagigedo e Islas Bonin). Los polinesios no llegaron más al Este de Isla de Pascua, y los indígenas americanos no se habrían alejado mayormente del continente en Sudamérica (Hahn et al. 2009). El aislamiento del archipiélago es considerable, no existen islas vecinas a menos de 500 km y el continente se encuentra a más de 650 km. La fría corriente de Humboldt, que fluye paralela a Sudamérica hacia el norte, y los vientos dominantes desde el sur y suroeste, forman un entorno, que sustenta un ecosistema, que en un pequeño espacio posee flora, fauna y recursos marinos particulares (Hahn et al. 2009, Arana 2010).

Las islas habrían emergido desde el fondo marino como grandes volcanes hace aproximadamente 5,8 millones de años en el caso de la isla Santa Clara, 4 millones de años, en el caso de la isla Robinson Crusoe y alrededor de 2 millones de años en el caso de la isla Alejandro Selkirk (Stuessy et al. 1984). Con un área inicial estimada, al menos diez veces más grande a la de hoy, la mayor parte del territorio de las islas se habría vuelto

a sumergir gradualmente por subsidencia, erosión y el aumento del nivel del mar después del último período glacial, hace 10 a 15 mil años atrás (Stuessy et al. 2005). Existe discusión en relación al origen de la flora fernandeziana, la cual presenta características continentales no típicamente oceánicas (por ejemplo, el 80% de las especies presenta frutos secos difíciles de ser transportados por aves) y un endemismo muy alto para el reducido tamaño de las islas (Stuessy et al. 1992, Moreira-Muñoz 2011). Pese a la distancia (> de 2.000 km) la flora de Juan Fernández se asemeja más a la flora de Magallanes que a la de cualquier otro lugar de Chile (Moreira-Muñoz 2011). La similaridad florística ha llevado a autores a proponer que la ubicación actual del archipiélago no habría sido la misma en el pasado, planteando la existencia de un área de mayor superficie denominada “Tierra de Juan Fernández”, que sería el ancestro geológico del archipiélago actual. La isla ancestral pudo haber recibido propágulos por viento y transporte de aves, desde la latitud 48° S, unos 1.650 km al sur de la ubicación presente (Moreira-Muñoz 2011). Otra lectura probablemente más aceptada que permite explicar la alta similitud entre Magallanes y Juan Fernández, es la presencia de relictos en el continente (Fray Jorge, Talinay) que evidencian la distribución que tuvieron los bosques templados en el Cuaternario (hace dos millones de años), que habrían llegado alrededor de 1.000 km más al norte de la distribución actual en la costa (Gutiérrez et al. 2008), lo cual habría hecho factible la colonización de especies similares vía viento y aves hacia Juan Fernández.

La mayor superficie inicial de las islas permite explicar en parte la presencia de tantas especies endémicas. Pese a lo difícil de alcanzar, el archipiélago Juan Fernández habría constituido un refugio para algunas plantas durante las sucesivas glaciaciones que afectaron el extremo sur oeste de América del Sur en el último millón de años. Este es el caso de *Lactoris fernandeziana* (Lactoridaceae), la última representante de una familia de antiguas angiospermas que aún subsiste en la isla Robinson Crusoe, de la cual se ha encontrado polen en fósiles hallados en la costa Sudafricana y en Australia

(Bernardello et al. 1999, Moreira-Muñoz 2011). Presumiblemente la familia Lactoridaceae habría habitado extensamente el supercontinente Gondwana (hace ca. 69 millones de años), extinguiéndose masivamente a partir de su fragmentación tras la deriva continental (Bernardello et al. 1999).

6.3 La vegetación de Juan Fernández

La vegetación del Archipiélago Juan Fernández ocupa 3.907 ha en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara (ca. 78% de la superficie) y 4.613 ha en la Isla Marinero Alejandro Selkirk (ca. 93%) (CONAF 2009). La isla Santa Clara posee pastizales nativos e introducidos, con la presencia de algunas especies endémicas singulares como el arbolito *Dendroseris litoralis*. La isla Robinson Crusoe y la isla Marinero Alejandro Selkirk muestran usualmente pastizales en las zonas más bajas (< 150 msnm), matorrales mixtos exótico-nativos en las zonas intermedias, y formaciones boscosas endémicas en las zonas más altas (> 400 msnm). La cumbre del cerro El Yunque (915 msnm), el más alto en Robinson Crusoe, presenta una flora particularmente única con plantas de distribución local como *Yunquea tenzii*. La isla Alejandro Selkirk presenta un límite vegetacional arbóreo por sobre los 1.000 msnm, en el plano alto del Cerro Los Inocentes (1.320 msnm) con vegetación compuesta principalmente de herbáceas y helechos (Danton & Perrier 2006).

El origen de la flora nativa del Archipiélago Juan Fernández ha sido recurrentemente analizado, primero por Johow (1896) y Skottsberg (1920–1956). La mayoría de los géneros de especies vasculares posee un origen cosmopolita (27%), seguido por géneros de zonas tropicales y neotropicales (31%), zonas más alejadas como Australasia también están presentes dentro de los elementos florísticos (11%). Zonas templadas y antitropicales suman un 16% y el elemento estrictamente endémico alcanza un 14% (Moreira-Muñoz 2011).

Basado en más de 100 censos florísticos, Greimler et al. (2002a) realizaron una clasificación de las formacio-

nes vegetales en Robinson Crusoe y recientemente se ha publicado el estudio de la vegetación de la isla Alejandro Selkirk (Greimler et al. 2013). Las cuatro principales unidades vegetacionales descritas para Robinson Crusoe incluyen:

- a) Bosque endémico montano alto (753,5 ha de extensión, 350–650 msnm). Se encuentra en pendientes pronunciadas, dominada por las especies de árboles endémicos: luma de Masatierra (*Nothomyrcia fernandeziana*) y canelo de Juan Fernández (*Drimys confertifolia*). La especie de helecho arbóreo *Dicksonia berteriana* y el arbolito olivillo (*Coprosma oliveri*) son frecuentes en el sotobosque. La palma chonta (*Juania australis*) y la nalca endémica *Gunnera peltata*, además de especies de col de Juan Fernández del género *Robinsonia* son comunes en este tipo de vegetación.
- b) Bosque endémico montano bajo (441,9 ha, 220–410 msnm). Se compone de bosques dominados por luma, naranjillo (*Fagaria mayu*) y canelo. Los árboles endémicos Juan Bueno (*Rhaphithamnus venustus*), peralillo (*Coprosma pyrifolia*) y manzano (*Boehmeria excelsa*) se encuentran con menos abundancia en este tipo de vegetación (Vargas et al. 2010b).
- c) Matorral de murta (232,2 ha, 200–600 msnm). Es una comunidad de arbustos de hojas duras que ocurren a lo largo de las crestas y laderas superiores de Robinson Crusoe. La murta (*Ugni molinae*), introducida desde el continente a finales de 1800, se ha desarrollado de manera invasiva en zonas de filos de quebradas, donde se presentan usualmente especies endémicas como la murta de Juan Fernández (*Ugni selkirkii*) o el helecho pluma de indio (*Blechnum cycadifolium*).
- d) Matorral de maqui-mora (718,3 ha, 140–420 msnm). Este tipo de vegetación está formada por un denso matorral de las especies exóticas invasoras zarzamora (*Rubus ulmifolius*) y maqui (*Aristotelia chilensis*), con baja o casi nula proporción de especies nativas. Se encuentra principalmente cerca del borde inferior de los bosques montanos. Estas especies se habrían introducido desde el continente en 1864 y 1927, respectivamente (Greimler et al. 2002b).

Otras unidades vegetacionales descritas para Robinson Crusoe (Greimler et al. 2002a) incluyen los pastizales y asociaciones de vegetación localizados a menor altitud en las zonas bajas cercanas a la costa (< 300 msnm), que habrían sido mayormente afectadas por fuegos y uso antrópico en el pasado y actualmente están dominadas por especies exóticas, muchas veces rodeadas de terrenos fuertemente erosionados. Plantaciones exóticas (ca. 120 ha), para abastecer de madera y leña a la comunidad de San Juan Bautista en Robinson Crusoe, se componen de eucaliptos, cipreses y pinos.

Los bosques de montaña alta y montaña baja en Robinson Crusoe son las asociaciones vegetales que concentran el mayor endemismo de plantas (75% y 65% respectivamente; Vargas et al. 2011) y la mayor abundancia de aves terrestres endémicas (Hahn et al. 2005). Son también las asociaciones vegetales que acomodan el mayor número de plantas en peligro y peligro crítico de conservación (Vargas et al. 2011). Estos bosques “fernandezianos” adquieren un nombre propio – *myrtiselva* (Danton 2006) – acuñado con la idea de distinguirlo globalmente dada la importancia de las especies de la familia mirtáceas: *Nothomyrcia fernandeziana* en Masatierra y *Myrceugenia schulzei* en Masafuera. Ambas especies dominan los bosques montanos en ambas islas, siendo probablemente el único bosque 100% endémico en su composición arbórea en el mundo (Danton, comunicación personal). Información respecto a la estructura, dinámica y regeneración de estos bosques es reducida para el caso de Robinson Crusoe (Vargas et al. 2010a, Vargas & Reif 2009) e inexistente para Alejandro Selkirk (Cuevas 2002a), donde otras especies arbóreas (e.g. *Myrceugenia schulzei*, *Fagaria externa*) modelan la dinámica de la *myrtiselva*.

6.4 Avifauna de Juan Fernández

Biogeográficamente, las aves del Archipiélago Juan Fernández (N = 55 especies) corresponden a taxones de zonas templadas, subantárticas y neotropicales. El archipiélago comparte especies de aves con Chile con-

tinental, Isla de Pascua y las islas Desventuradas, Chiloé y Mocha: cerca de un 19% de similitud (Hahn et al. 2009). La mayoría de las aves que se avistan en el archipiélago son visitantes que habitan en ambientes marinos y no anidan en las islas (38 especies). De las 17 especies de aves que anidan en el Archipiélago Juan Fernández, 6 corresponden a especies de aves marinas y 11 a especies de aves terrestres. El 47% de las aves que anidan corresponden a especies endémicas ($n = 8$, Hahn et al. 2009).

Las aves terrestres que anidan en Juan Fernández van desde taxones ampliamente extendidos, como la paloma (*Columba livia* f. *domestica*) o el zorzal (*Turdus falcklandii magellanicus*), a especies locales endémicas con muy baja población como el rayadito de Masafuera (*Aphrastura masafuerae*), el blindado de Selkirk (*Buteo polyosoma exsul*) y el picafloer endémico *Sephanoides fernandensis* (Hahn et al. 2005, 2006, 2009; Figura 6.4). Dentro de las aves marinas que nidifican en el Archipiélago Juan Fernández, particularmente endémicas son la fardela blanca de Juan Fernández (*Pterodroma externa*) y la fardela de Masafuera (*Pterodroma longirostris*), que habitan una extensa región del Océano Pacífico entre el Archipiélago Juan Fernández, Estados Unidos y las islas de Japón, retornando cada año para nidificar exclusivamente en la isla Alejandro Selkirk (Hodum & Weinstein 2002).

6.5 Biodiversidad Marina del Archipiélago de Juan Fernández

Así como las especies terrestres que habitan en islas presentan un hábitat delimitado por el mar, una parte de las especies marinas del Archipiélago Juan Fernández habitan exclusivamente la zona intermareal y submareal dependiendo directamente de la zona litoral alrededor de las islas del archipiélago (Pequeño 2000).

Al revisar la información disponible sobre la diversidad marina de Juan Fernández se reportan 734 especies marinas para el archipiélago (Grandi-Nagashiro et al. 2010), correspondientes a 141 especies de algas, 364

invertebrados, 191 peces y 38 de otros vertebrados (26 aves marinas, 11 mamíferos y 1 reptil). El 15% de éstas (113 especies) se han reportado en los últimos 20 años sin haber sido registradas en revisiones previas (Arana 1979, Castilla 1987), por lo que se prevé que aumentando el esfuerzo de muestreo en el archipiélago, el número de especies marinas conocidas podría aumentar considerablemente. Dentro de los invertebrados los crustáceos son el grupo más especializado (con 128 especies, equivalentes al 35%). También destacan los moluscos (50 especies), poliquetos (48 especies) y briozoos (43 especies). Los grupos con mayor número de especies en Juan Fernández, coinciden con los grupos más sobresalientes (para los cuales existen más especialistas), pudiéndose hipotetizar que este patrón puede estar fuertemente influenciado por los esfuerzos de muestreo y análisis de las muestras. Lo anterior fortalece la idea que si se aumenta el esfuerzo de muestreo en grupos menos conocidos es esperable que la riqueza de especies marinas aumente considerablemente. El resto de las especies reportadas entre los invertebrados incluye a grupos tan variados como Cnidaria (30 especies), Equinodermata (16), Porifera (11), Chaetognata (1), Ctenophora (9), Ascidea (6), Pycnogonida (4), Nemertina (3), Dinoflagelados (3), Sipuncula (2), Nematoda (2) y Acanthocephala (2) (Grandi-Nagashiro, datos no publicados).

El conjunto de especies marinas presentes en el archipiélago aparece como un mosaico de diferentes orígenes biogeográficos (Santelices 1992, Pequeño 2000), al que se suma un componente endémico correspondiente al 18,4% de todas las especies. Destacan por su endemismo los poliquetos, donde el 90% de las especies son endémicas (Castilla 1987) y los moluscos, que les siguen con el 62% de endemismo (Grandi-Nagashiro, datos no publicados). A éstos se suman grupos tan cosmopolitas como los peces, donde se reconocen 19 especies exclusivas del archipiélago, correspondiente a un 10% de endemismo, que aumenta a 13% si se consideran las especies compartidas con las islas San Félix y San Ambrosio. El endemismo puede llegar a 23% si se consideran las especies compartidas con la costa de Chile y a 36% si se suman las especies compartidas con el Pacífico.

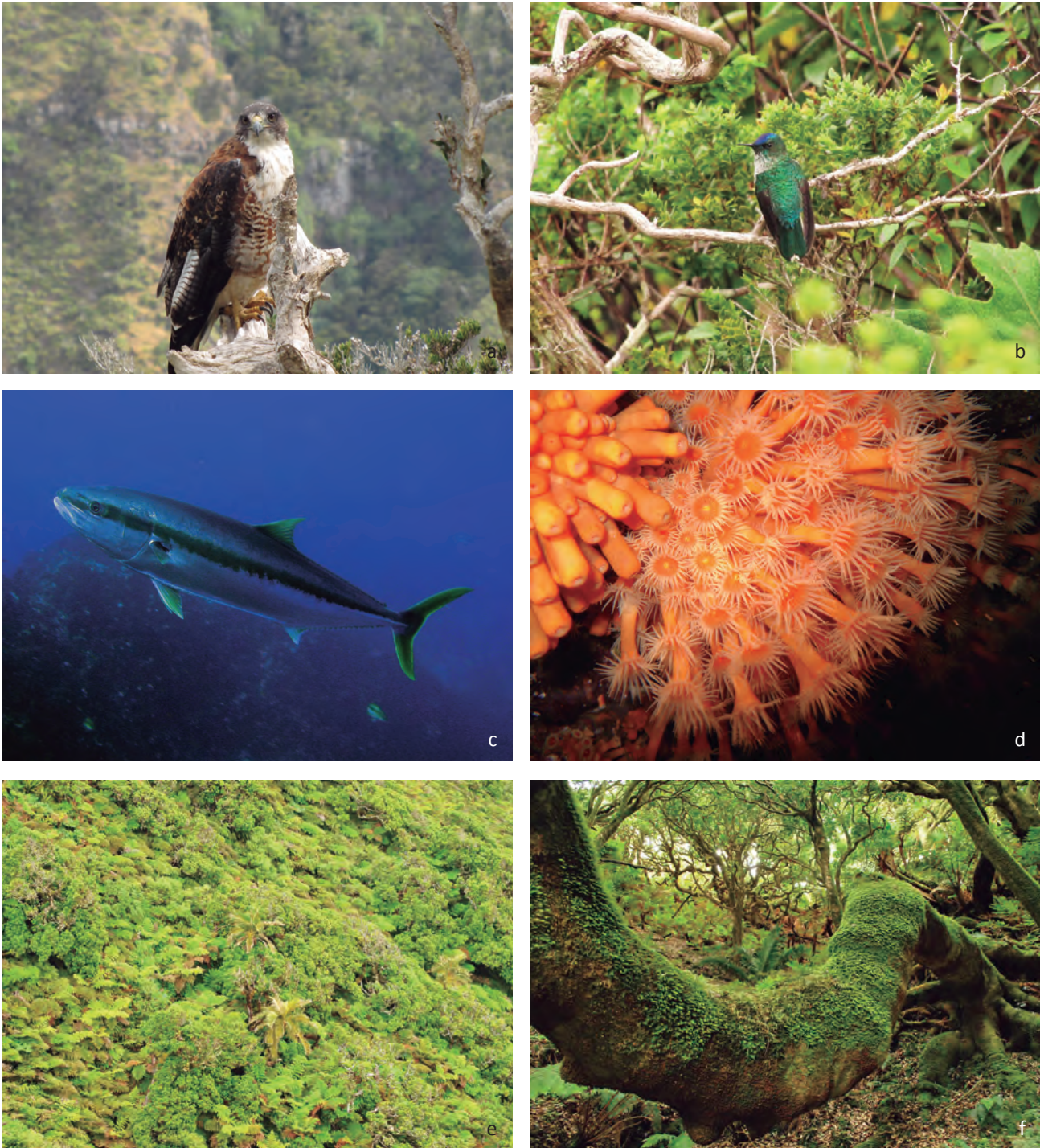


Figura 6.4 Ejemplos de la diversidad biológica y endemismo del Archipiélago Juan Fernández: **a** blindado de Masafuera (*Buteo polyosoma exsul*); **b** picaflor de Juan Fernández hembra (*Sephanoides fernandensis*); **c** vidriola (*Seriola lalandi*); **d** anémona colonial (*Parazoanthus juanfernandezii*); **e** bosque montano alto en Robinson Crusoe con individuos de palma chonta (*Juania australis*); **f** vista interior de bosque montano alto en Robinson Crusoe, canelo de Juan Fernández en primer plano (*Drimys confertifolia*).
Fotografías de Héctor Gutiérrez (a,b); Cristian Buraccio (c); Marcelo Rossi (d); Rodrigo Vargas 2011 (e, f)

co Sudeste (Grandi-Nagashiro et al. 2010). El grado de endemismo de las especies marinas de Juan Fernández es mayor al observado en especies marinas continentales, lo que está en línea con la relevancia de los procesos de especiación en islas y es equivalente a lo que ocurre en otros sistemas insulares destacados por su endemismo, como Galápagos y Canarias (Kier et al. 2009).

6.6 Problemas de conservación

6.6.1 Uso histórico del ecosistema terrestre

Ecosistemas insulares oceánicos, presentan menor tolerancia a factores externos asociados a la influencia humana, debido a que ésta no ha estado presente en su desarrollo evolutivo (Cronk 1997). Para el caso del Archipiélago Juan Fernández, talas selectivas, incendios descontrolados y la introducción de animales y plantas se acentuaron tras la llegada de una población permanente alrededor de 1850 a Robinson Crusoe. En Alejandro Selkirk una colonia penal con propósitos agrícolas, funcionó de manera intermitente entre 1900 y 1930, albergando entre 50 a 200 presidiarios. Pese al establecimiento del Parque Nacional en 1935, cortas selectivas de árboles endémicos eran aún realizadas en Robinson Crusoe hasta mediados de los años setenta (CONAF 1977) y probablemente también en Alejandro Selkirk. El uso del bosque e incendios, redujeron considerablemente la cobertura arbórea y la abundancia de especies endémicas, lo que sumado a la compactación del suelo, catalizó intensos procesos erosivos (CONAF 2009). Actualmente se estima que cerca de 700 ha de Robinson Crusoe (14%) y alrededor de 930 ha de Alejandro Selkirk (18%) presentan procesos de erosión extrema, donde se ha perdido el suelo e incluso el subsuelo (CONAF 2009; Figura 6.5).

6.6.2 Especies de plantas exóticas y su efecto

Ya sea de manera voluntaria o involuntaria, desde el descubrimiento del Archipiélago Juan Fernández, la

influencia humana determinó la entrada de mamíferos terrestres como: cabras, ratas, asnos, cerdos, caballos, vacunos, ovejas, conejos, perros, gatos y coatíes (*Nassua sp.*, un pequeño mamífero omnívoro de origen tropical, Wester 1991). Particularmente el conejo, roedores y el coatí en Robinson Crusoe, además de cabra y roedores en Alejandro Selkirk se encuentran asilvestrados, afectando negativamente la flora y avifauna nativa, al no existir depredadores naturales. Buena parte del bosque montano bajo en Robinson Crusoe, presenta escasa regeneración arbórea debido a la herbivoría de conejos y al consumo de semillas viables por roedores e insectos fitófagos (Cuevas 2002b).

Otro hecho que cobra gran relevancia sobre la conservación de la flora y avifauna nativa, ha sido la introducción de especies vegetales exóticas. El número de especies exóticas naturalizadas o en vías de naturalización representan más del 59% del total de plantas vasculares en el Archipiélago Juan Fernández (Danton y Perrier 2006). Este porcentaje es muy superior al presente en sistemas insulares similares como Galápagos (Rentería & Buddenhagen 2006). Especialmente *Aristotelia chilensis*, *Rubus ulmifolius* y *Ugni molinae* (maqui, mora y murta, respectivamente) se comportan agresivamente bajo las condiciones de clima y suelo isleños (Skottsberg 1953; Figura 6.5).

Estas malezas cubren actualmente el 33% de la cobertura vegetal en Robinson Crusoe (Smith-Ramírez et al. 2013). Maqui y mora colonizan el bosque montano a través de propagación vegetativa desde las zonas de matorral circundante en las áreas montanas bajas (200–300 msnm) y aprovechan la dispersión por el zorzal nativo (*Turdus falklandii magellanicus*) y el viento, para establecerse en claros de bosque (áreas > 50 m² dentro del bosque, abiertas por caída de árboles o deslizamiento de terreno en zonas intermedias y altas; Arellano 2011).

Murta, también dispersada por el zorzal, ejerce presión en zonas más altas (> 300–600 msnm), a través de reproducción vegetativa y dispersión por semillas. Domina en los filos de quebradas hacia el interior del bosque montano alto, no ocurriendo en claros pequeños al

interior del bosque, pero si en claros grandes (> 200 m² aproximadamente) producidos por deslizamientos de tierra (observación personal). Claros de bosque invadidos por maqui y mora presentan entre 60–95% menos regeneración arbórea endémica (Vargas & Reif 2009, Arellano 2011). La riqueza de especies nativas en claros invadidos se reduce de 12 a 6 especies vasculares promedio, respecto a zonas sin invasión (Vargas et al. 2013). Una vez establecidos maqui y mora, es muy difícil y costoso su control (Cuevas & van Leersum 2001, Hagen et al. 2005). Para murta, los primeros ensayos de control se están realizando desde el año 2011 (guardaparques CONAF, comunicación personal).

Si acciones de restauración no son efectivas en el mediano plazo, se ha proyectado que la mitad del bosque endémico presenta una probabilidad mayor a 60% de ser reemplazado por especies invasoras (maqui, murta; Dirnböck et al. 2003). Si la velocidad de invasión de los últimos ochenta años se mantiene, este reemplazo sucedería en los próximos 70 años o menos (Dirnböck et al. 2003, Smith-Ramírez et al. 2013). El estado de conservación de la UICN para las plantas del Archipiélago Juan Fernández, es un indicador elocuente de los problemas que afectan la flora (Danton & Perrier 2006; Figura 6.3).

6.6.3 Problemas de conservación del Avifauna fernandeziana

La conversión del bosque en formaciones nóveles de maqui-mora o murta con proporción menor de árboles y especies nativas, afecta mayormente el hábitat de avifauna terrestre endémica en Robinson Crusoe. Particularmente afectados han sido el picaflor rojo (*Sephanoides fernandensis*) y el cachudito de Juan Fernández (*Anairetes fernandezianus*) (Hahn et al. 2011). Las aves terrestres de origen continental, zorzal y picaflor chico (*Sephanoides sephanoides*), actúan como generalistas en la selección de sus hábitat en Robinson Crusoe, siendo capaces de adaptarse a los matorrales exóticos (Hahn et al. 2011).

Algunos mamíferos exóticos domésticos y asilvestrados en el Archipiélago Juan Fernández (gatos, coatíes,

conejos y roedores) ejercen una depredación directa sobre la avifauna, al consumir huevos, polluelos e incluso individuos adultos de picaflor rojo y fardelas (gatos, coatíes, roedores en caso de huevos), malogrando también los nidos y cuevas donde anidan estas últimas (conejos compiten por cuevas, gatos y roedores depredarían polluelos y huevos) (Hodum & Weinstein 2002).

Considerando el estado de conservación, particularmente dos especies de aves terrestres estarían críticamente amenazadas. En primer lugar el rayadito de Masafuera, considerada el ave con mayor peligro de conservación en Chile (Hahn et al. 2010), del cual existirían menos de 200 individuos restringidos sólo a formaciones de helechos y quebradas rocosas en el área alta de Alejandro Selkirk (Hahn et al. 2006). El picaflor rojo de Juan Fernández también se considera en peligro, con una población de alrededor de 1.200–1.300 individuos que habitan preferentemente el bosque montano en Robinson Crusoe (Hahn et al. 2006, 2011). Más aún la población de cachuditos es la que más se ha visto reducida en los últimos años, pasando de cerca de 4.000 individuos a menos de 2.000 entre 1994 y 2009 (Hahn et al. 2011).

6.6.4 Problemas de conservación de la biodiversidad y los recursos marinos del Archipiélago Juan Fernández

Si bien el Archipiélago Juan Fernández es una zona biogeográfica reconocida por su alta diversidad y endemismo, el conocimiento del ambiente marino y sus amenazas es pobre y los planes de conservación marina están retrasados respecto del ambiente terrestre. El endemismo que se observa en la biodiversidad marina en sistemas insulares como el Archipiélago Juan Fernández se acompaña de un aumento en 40% del índice de impacto humano, en comparación con sistemas continentales (Kier et al. 2009), lo que refleja la fragilidad de estos sistemas y la necesidad de ser considerados en estrategias de conservación. Sin embargo, a pesar de la importancia y fragilidad de la diversidad marina del Archipiélago Juan Fernández, ésta no se encuentra prote-



Figura 6.5 Problemas que afectan la conservación del ecosistema terrestre en isla Robinson Crusoe: **a)** erosión en sector oriental; **b)** interacción entre especies nativas e introducidas: helecho endémico sobre tronco de maqui; **c)** stress hídrico de especies endémicas aparentemente por competencia de malezas; **d)** claro de bosque sin malezas; **e)** claro invadido por malezas (mora-maqui); **f)** grosor de rama de zarzamora: grueso ejemplar de la isla versus ramita del continente.

Fotografías de A. Moreira-Muñoz (a); Rodrigo Vargas (b, c, d, e, f)

gida bajo ninguna figura oficial, aun cuando el Parque Nacional y Reserva de la Biosfera Juan Fernández cuentan al lobo fino de Juan Fernández y diversas especies de fardelas entre sus objetos de conservación.

Los recursos marinos presentan un uso histórico marcado por la utilización de cueros y aceite del único mamífero endémico del Archipiélago Juan Fernández, el lobo marino de dos pelos (*Arctocephalus philippii*). Con una población estimada en más de 3 millones, esta especie fue cazada férreamente desde 1600 hasta inicios de 1800 cuando su población comenzó a declinar hasta quedar comercialmente extinta y declararse una veda indefinida para comienzos de 1900 (Torres & Castilla 1987). Con la llegada de CONAF a la isla Robinson Crusoe en los setenta, el lobo fino de Juan Fernández se habría incluido como especie prioritaria de conservación del Parque Nacional (CONAF 1977), aunque las pieles eran aún comercializadas esporádicamente en 1979 (Torres & Castilla 1987, CONAF 1977). Actualmente la población total se estima en cerca de 40 mil individuos (Osman 2007).

Además del lobo fino de Juan Fernández, las únicas especies que cuentan con medidas de protección, son algunas especies que sustentan la pesca artesanal, para las cuales se han fijado tallas mínimas, vedas estacionales de extracción y restricciones a las artes de pesca, entre otras medidas de administración particulares de cada recurso. La pesca artesanal se sustenta principalmente en la extracción de la langosta endémica (*Jasus frontalis*), el cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*) y los peces breca (*Nemadactylus gayi*) y vidriola (*Seriola lalandi*) (Arana 2010) (Figura 6.4), más algunas otras extraídas para carnada. Todas estas especies son extraídas por pescadores locales (Figura 6.6) con artes de pesca sustentables, como trampas de madera y espineles, que minimizan el impacto de la actividad pesquera sobre fauna asociada u organismos de baja talla. Entre las particularidades de la administración pesquera en el archipiélago, destaca la regulación de la extracción de langostas por parte de los mismos pescadores, que incluye desde un sistema tradicional de repartición del territorio para la extracción, hasta la prohibición de extracción de hembras ovígeras

y la participación de los mismos pescadores en el monitoreo del recurso (Ernst et al. 2010).

A pesar del aparente buen estado de conservación de los recursos más extraídos localmente, los pescadores sí identifican recursos con problemas de conservación. Los resultados de una encuesta realizada a 74 pescadores mostraron que los principales recursos amenazados corresponden a los peces: el bacalao de Juan Fernández (*Polyprion oxygeneios*), con un 83% de las respuestas, atún (*Thunnus* sp.) y vidriola (*Seriola lalandi*) (Álvarez et al. 2010). La principal amenaza identificada por los pescadores locales para la conservación de estos recursos son la pesca industrial y la pesca artesanal por parte de flotas foráneas, que usan redes (Álvarez et al. 2010).

Convencidos de la urgencia de dar protección oficial a la diversidad de especies y recursos marinos del Archipiélago Juan Fernández, el Sindicato de Pescadores Artesanales de Juan Fernández (STIPA-JF) y la Fundación Archipiélago de Juan Fernández, asesorados por investigadores de la Universidad Católica, el año 2009 desarrollaron un proyecto del Fondo de Protección Ambiental de CONAMA para desarrollar una propuesta de Área Marina Costera Protegida alrededor del archipiélago. En la actualidad, las tres agrupaciones de pescadores artesanales del Archipiélago Juan Fernández y el Consejo Municipal de la Comuna de Juan Fernández, están socializando una propuesta de Área Marina Costera Protegida de 12 millas alrededor del archipiélago, que se sume al Parque Nacional y Reserva de la Biosfera existentes, dando protección efectiva a las especies costeras y sublitorales del archipiélago.

6.7 Esfuerzos de conservación y necesidades de investigación sobre el ecosistema terrestre

Entre los años 1998 y 2003, se desarrolló el proyecto: “Conservación, restauración y desarrollo del archipiélago Juan Fernández” financiado por el gobierno de Holanda en cooperación con la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Esta iniciativa, conocida localmente como “el proyecto Holanda”, generó actividades enfo-



Figura 6.6 Pescador en el muelle de San Juan Bautista.
Fotografía de Hermann Manríquez

cadras a la preservación y recuperación de la flora endémica, integrando a la comunidad isleña con un enfoque socio-ecológico (Cuevas y van Leersum 2001). Trabajos con casi la mitad de las mujeres fernandezianas, a través de fomento de artesanía en cuero de pescado, clases de administración y conservación de alimentos, fueron llevados a cabo, además de capacitaciones en ecoturismo con jóvenes y actividades de educación ambiental. De igual forma, acciones en gestión de recursos naturales como manejo de plantaciones exóticas, control de herbívoros asilvestrados (conejo y cabras), conservación in situ/ex situ de especies vegetales y diversas actividades de investigación, se realizaron durante los 6 años de vida del proyecto con una inversión de 2,4 US\$ (Cuevas & van Leersum 2001, Fundación Biodiversa 2009). Tras casi diez años de finalizada esta iniciativa, los efec-

tos de las actividades concretas en terreno son difíciles de notar. Pese a que el conejo se habría reducido de 23 a 17 individuos por hectárea en Robinson Crusoe (entre 1998 y 2001), rápidamente la población se habría vuelto a recuperar (Cuevas & van Leersum 2001, CONAF 2009). Algo similar ocurrió con la población de cabras en la isla Alejandro Selkirk: se logró reducir la población de 5.000 a 800 individuos entre 1999 y 2003, gracias a la contratación de 3 cazadores estables entre octubre y mayo, además del pago por cola de animal para cazadores esporádicos (CONAF 2009). Cuando cesaron las medidas de control, la población se recuperó rápidamente. Actualmente las cabras se estiman sobre 2.000 individuos en Alejandro Selkirk.

Estos ejemplos constatan el nulo efecto que presentan las iniciativas de control y no de erradicación de mamíferos en ecosistemas insulares complejos, como Juan Fernández. Cuando se acaba el financiamiento y el despliegue de actividades, se vuelve rápidamente al estado inicial (Cuevas & van Leersum 2001, CONAF 2009).

Ejemplos exitosos de erradicación en islas existen, pero usualmente están asociados a objetivos modestos y visión de largo plazo, la cual ha sido internalizada desde fines de los años sesenta en ecosistemas insulares similares como: Galápagos en Ecuador (Donland & Wilcox 2007), o las islas Bonin en el Pacífico de Japón (Kawakami & Okochi 2010).

El trabajo con la comunidad, la disposición de infraestructura adecuada (incluyendo cercos para evitar la entrada de ganado al Parque) y modernas oficinas para el correcto funcionamiento de la Administración del Parque Nacional son resultados positivos del Proyecto Holanda, que hasta hoy es la más grande y sistematizada iniciativa de conservación ejecutada en el Archipiélago Juan Fernández. La exitosa erradicación del conejo europeo en la isla Santa Clara, gracias al trabajo de CONAF liderado en terreno por el guardaparque Guillermo Araya, se puede tomar como un modelo: se probó la efectividad de sistemas de control variados sobre conejo (caza, fumigación de madrigueras con gas fosfina, veneno en cebos anticoagulantes) (Ojeda et al.

2003). Este aprendizaje sirve de ejemplo y motivación para la búsqueda de nuevo financiamiento para aplicar en Robinson Crusoe y Alejandro Selkirk.

Los esfuerzos en conservación realizados desde el 2003–2004, tras el proyecto Holanda, se han centrado en conocer la capacidad y mecanismos de germinación de las especies de plantas nativas, especialmente aquellas cuyas poblaciones son muy reducidas (Ricci 2006, Cuevas & Figueroa 2007, CONAF 2009). Aun así, falta mucha información que recabar respecto a estas especies, no estando resuelto para varias de ellas, aspectos de reproducción in situ y/o ex situ (CONAF 2009). Desde hace cuatro años los guardaparques liderados por el administrador del Parque Nacional han levantado valiosa información sobre fenología, número poblacional, ubicación, amenazas y nuevas poblaciones de las 25 especies de plantas de rango geográfico más reducido (Leiva et al. 2013) (Figura 6.7).

En relación a las aves endémicas se ha realizado un valioso esfuerzo por la ONG *Oikonos*, liderados por Peter Hodum y Erin Hagen, para determinar lugares de

nidificación, números poblacionales y amenazas sobre las especies de fardelas nativas y endémicas (Hodum & Weinstein 2002). Esta misma ONG junto con la comunidad fernandeziana está realizando esfuerzos para cercar los sitios de nidificación de fardelas más amenazados por conejo y roedores en Robinson Crusoe. *Oikonos* además se encuentra monitoreando desde hace más de cinco años la sobrevivencia de nidos y polluelos del picaflor rojo (*Sephanoides fernandensis*) en Robinson Crusoe, además de promover la plantación de especies nativas, cuyas flores utiliza el picaflor endémico para alimentarse. En un esfuerzo en conjunto con ornitólogos chilenos y *Oikonos* se han dispuesto casas anideras para rayadito (*Aphrastura masafuerana*) en la isla Alejandro Selkirk, buscando aumentar la cantidad de nidos seguros para esta especie. Asimismo, se están realizando planes de conservación de las principales especies de aves amenazadas.

Una línea de investigación relacionada con restauración ecológica se encuentra desarrollando desde hace tres años el Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) a través de la Dra. Cecilia Smith-Ramírez con apoyo de diferentes instituciones, especialmente CONAF. La idea es recabar información para la toma de decisiones en manejo y restauración del bosque como un sistema holístico, es decir, que contemple su dinámica de recambio de especies y resiliencia en relación a las amenazas, constituidas principalmente por las especies de plantas invasoras: maqui-mora y murta.

Bajo esta línea de investigación aplicada a la conservación, se han estado desarrollando diversos trabajos enfocados a entender la dinámica de regeneración de especies nativas (Vargas et al. 2010a, 2010b) y a comprender los procesos invasivos de maqui y mora que promueven la fragmentación del bosque montano (Arellano 2011) en Robinson Crusoe. Aún falta información sobre dinámica de invasión de murta, asimismo como información básica sobre posibles controladores biológicos que pudieran utilizarse contra las tres principales plantas invasoras (maqui-mora y murta) (Figura 6.5).

Tratamiento de maqui-mora a partir de remoción manual y química en claros de bosque se han realizado



Figura 6.7 Guardaparques cumpliendo labores de conservación; al fondo el poblado de San Juan Bautista. Fotografía de Francisco Casado

de manera sistemática desde el 2003, particularmente en un sector de bosque endémico en Robinson Crusoe, gracias al aporte de la ONG *Oikonos*, con ayuda de la comunidad (Hagen et al. 2005). Estas iniciativas han sido bastante exitosas al remover cerca de 1 ha por temporada, visualizándose un retorno de la cobertura original luego del tratamiento (Vargas et al. 2013). Es necesario sistematizar las mejores prácticas para maximizar el efecto, y así reducir costos para ser atractivos para nuevos inversores y fondos que hagan posible ampliar los casos de control de plantas invasoras a otros lugares de Robinson Crusoe y Alejandro Selkirk.

Saunders et al. (2011), gracias al aporte de la ONG *Island Conservation*, realizan una valiosa revisión y evaluación sobre la factibilidad de manejo de especies invasoras en el Archipiélago Juan Fernández.

Es necesario entender la interacción entre especies de herbívoros invasores (cabra, conejo y ratas), granívoros invasores (ratas) y dispersores invasores (coatí, roedores), en relación a las plantas exóticas (maqui-mora y murta), para predecir y tomar medidas en relación a la posible expansión de plantas exóticas si se efectúan campañas para controlar o erradicar los mamíferos en el archipiélago. Esto ya se habría evidenciado en Alejandro Selkirk donde maqui habría aumentado su población durante los años en que se efectuó caza sistemática de cabras (CONAF 2009).

Asimismo es necesario realizar estudios que permitan propagar las especies de plantas en estado crítico, de las cuales se desconoce su forma de germinación o establecimiento (Ricci 2006), así como realizar un esfuerzo en conservación genética de las especies más amenazadas. La degradación del suelo por erosión también es un proceso urgente de aminorar. En ese sentido contar con una estrategia de recuperación de cobertura de suelo una vez que las especies invasoras de plantas son retiradas, resulta ser una necesidad también prioritaria actualmente.

6.8 Comentarios finales

Resulta difícil priorizar las actividades de conservación en el archipiélago ya que su estado de conservación es dramáticamente frágil y los pronósticos sumamente adversos para el caso del ecosistema terrestre (Dirnbörk et al. 2003). Los problemas medioambientales en el Archipiélago Juan Fernández son complejos y multidireccionales (Cuevas & van Leersum 2001), una actividad paliativa que puede contribuir efectivamente a combatir un factor no deseado, fácilmente puede afectar otro componente natural del sistema, o contraponerse a los intereses de la comunidad fernandeziana.

Aumentar la investigación en todas las áreas enfocando esfuerzos y recursos en trabajos que puedan tener un efecto directo sobre conservación parece ser una medida clara para priorizar. Pasar de la investigación a la acción es un desafío amplio que involucra a la comunidad local, Organizaciones no gubernamental, tomadores de decisiones, científicos y financistas. Actividades futuras de conservación deben fijarse objetivos discretos de manejo adaptativo enfocados a problemas puntuales que cuentan con apoyo de la comunidad. Integrar una visión holística que involucre el ecosistema terrestre y marino puede ser una estrategia amplia, aún no explorada en planes de conservación para atraer fuentes de financiamiento acordes.

Es importante asumir un horizonte de largo plazo (10 años), o de muy largo plazo (> 30 años) para asumir los desafíos de conservación sobre esta Reserva de la Biosfera.

El efecto de acciones concretas sobre la conservación de especies hoy en el Archipiélago Juan Fernández es real, directo y muy factible de verificar. Pese a las complejidades descritas, invertir de manera adecuada un dólar en Juan Fernández hoy, tendría como resultado comprobable la conservación directa de especies que de lo contrario podrían desaparecer en pocos años más.

6.8.1 Agradecimientos

Muchas gracias al personal de la CONAF de la Región de Valparaíso y del Parque Nacional Juan Fernández: Sr. Iván Leiva, Silvia Moreno, Ramón Schiller, Óscar Chamorro, Bernardo López, Guillermo Araya, Manuel Tobar, Jorge Angulo, Danilo Arredondo, Mascimiliano Recabarren y Alfonso Andaur, así como a los pescadores y asesores técnicos de los sindicatos de pescadores artesanales de Juan Fernández: Popi, Waldo, Marcelo, Pablo, Julio y muchos otros, por su acogida y colaboración y a Erin Hagen (Island Conservation, Chile) por sus comentarios al manuscrito. Muchas gracias a Héctor Gutiérrez y Raúl Ignacio Díaz por facilitar oportunamente fotografías e información de sus respectivas memorias de título (Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Universidad de Chile) y a Marcelo Rossi por las fotografías submarinas.

Agradecemos también la disposición y ayuda de María José Faúndez y Diego Tabilo, de Rescatemos Juan Fernández [www.rescatemosjuanfernandez.cl]. Finalmente, muchas gracias al profesor Albert Reif (Universidad de Freiburg, Alemania) por el apoyo en la estadía en Alemania de R. Vargas, a CONICYT Chile por el financiamiento en becas de doctorado de R. Vargas y C. González y el apoyo financiero del Programa Pew Fellowship para la Conservación Marina en Chile (grant M. Fernández) y el proyecto ICM-P10-033F, desarrollado con aportes del Fondo de Innovación para la Competitividad del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

6.9 Referencias

- Álvarez A, González C, Fernández M (2010) Uso del conocimiento local para evaluar el estado de conservación de los recursos pesqueros en el Archipiélago de Juan Fernández. *Libro de resúmenes IV Reunión Binacional de Ecología Chile-Argentina*, Buenos Aires
- Arana P (2010) *La isla de Robinson Crusoe*. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso
- Arana PM (1979) *Juan Fernandez Islands (Chile) living marine resources and fishery perspective*. School of Oceanography. Oregon State University, Oregon MA
- Arellano G (2011) *Evaluación de la dinámica de invasión de *Aristotelia chilensis* (Eleocarpaceae) y *Rubus ulmifolius* (Rosaceae) en claros de dosel en un bosque de la isla Robinson Crusoe, Archipiélago Juan Fernández, Chile*. Magister en Áreas Silvestres y Conservación, Santiago, Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza
- Bernardello G, Anderson GJ, López P, Cleland MA, Stuessy TF, Crawford DJ (1999) Reproductive biology of *Lactoris fernandeziana* (Lactoridaceae). *American Journal of Botany* 86 (6): 829–840
- Castilla JC (ed) (1987) *Islas Oceánicas Chilenas: conocimiento científico y necesidades de investigación*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago
- CONAF (1977) *Plan de Manejo Parque Nacional Juan Fernández*. Corporación Nacional Forestal. Documento Técnico de Trabajo 22, Santiago, Chile
- CONAF (2009) *Plan de Manejo Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández*. Corporación Nacional Forestal V Región de Valparaíso, Ministerio de Agricultura, Chile
- Cronk QCB (1997) Islands: stability, diversity, conservation. *Biodiversity & Conservation* 6: 477–493
- Cuevas JG (2002a) *Distribución y abundancia de la flora vascular del Archipiélago de Juan Fernández. II Parte y Final*. Informe técnico N° 29. CONAF V Región, Viña del Mar, Chile
- Cuevas JG (2002b) *Lluvia de semillas en los bosques de la isla Robinson Crusoe*. Informe Técnico N° 32. Corporación Nacional Forestal V Región, Viña del Mar, Chile

- Cuevas JG, van Leersum G (2001) Proyecto conservación, restauración y desarrollo de las Islas Juan Fernandez, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 74 (4): 899–910
- Danton P (2006) The *myrtisylva* of the Juan Fernández Archipelago (Chile), a threatened forest. *Acta Botanica Gallica* 153 (2): 179–199
- Danton P, C Perrier (2005) Notes sur la disparition d'une espece emblematic: *Robinsonia berteroi* (DC.) Sanders, Stuessy & Martic. (Asteraceae), dans l'île Robinson Crusoe, archipel Juan Fernandez (Chile). *J. Bot. Soc. Bot. France* 31: 3–8
- Danton P, C Perrier (2006) Nouveau catalogue de la flore vasculaire de l'archipel Juan Fernández (Chile). *Acta Botanica Gallica* 153 (4): 399–587
- Dirnböck T, Greimler J, Lopez P, Stuessy TF (2003) Predicting future threats to the native vegetation of Robinson Crusoe Island, Juan Fernandez Archipelago, Chile. *Conservation Biology* 17: 1650–1659
- Donlan CJ, Wilcox C (2007) Complexities of costing eradications. *Animal Conservation* 10 (2): 154–156
- Durrell Wildlife (2011) *Durrell Wildlife Conservation Trust*. <http://www.durrell.org/>
- Funk SM, Fa JE (2010) Ecoregion prioritization suggests an armoury not a silver bullet for conservation planning. *PloS one* 5 (1): e8923
- Ernst B, Manríquez P, Orensanz JM, Roa R, Chamorro J, Parada C (2010) Strengthening of a traditional territorial tenure system through protagonism in monitoring activities by lobster fishermen from the Juan Fernández Islands, Chile. *Bulletin of Marine Science* 86 (2): 315–338
- Fundación Biodiversa (2009) *Archipiélago Juan Fernández Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad global. Sistematización del estado actual del conocimiento*. Santiago, Chile
- Grandi-Nagashiro MC, González C, Fernández, M (2010) Biodiversidad Marina del Archipiélago de Juan Fernández: desafíos de conservación e Investigación. *Libro de resúmenes IV Reunión Binacional de Ecología Chile-Argentina*, Buenos Aires
- Greimler J, López P, Stuessy TF, Dirnböck T (2002a) The vegetation of Robinson Crusoe Island (Isla Masatierra), Juan Fernández Archipelago, Chile. *Pacific Science* 56 (3): 263–284
- Greimler J, Stuessy TF, Swenson U, Baeza CM, Matthei O (2002b) Plant invasions on an oceanic archipelago. *Biological Invasions* 4 (1): 73–85
- Greimler J, P López-Sepúlveda, K Reiter, C Baeza, P Peñailillo, E Ruiz, P Novoa, A Gatica, T Stuessy (2013) Vegetation of Alejandro Selkirk Island (Isla Masafuera), Juan Fernández Archipelago, Chile. *Pacific Science* 67 (2): 267–282
- Gutiérrez AG, Barbosa O, Christie DA, del-Val E, Ewing HA, Jones CG, Marquet PA, Weathers KC, Armesto JJ (2008) Regeneration patterns and persistence of the fog-dependent Fray Jorge forest in semiarid Chile during the past two centuries. *Global Change Biology* 14 (1): 161–176
- Hagen E, Odum P, Johow F, Wainstein M (2005) *Conservación del picaflor de Juan Fernández (Sephanoides fernandensis), especie endémica en peligro de extinción*. Informe no publicado.
- Hahn I, Römer U, Schlatter RP (2005) Distribution, habitat use, and abundance patterns of landbird communities on the Juan Fernández Islands, Chile. *Ornitología Neotropical* 16: 371–385
- Hahn I, Römer U, Schlatter RP (2006) Population numbers and status of land birds of the Juan Fernandez Archipelago, Chile: (Aves: Falconiformes, Columbiformes, Strigiformes, Caprimulgiformes, Passeriformes). *Senckenbergiana Biologica* 86: 109–125
- Hahn I, Römer U, Vergara P, Walter H (2009) Biogeography, diversity, and conservation of the birds of the Juan Fernández Islands, Chile. *Vertebrate Zoology* 59: 103–114
- Hahn I, Vergara PM, Römer U (2011) Habitat selection and population trends in terrestrial bird species of Robinson Crusoe Island: habitat generalists versus forest specialists. *Biodiversity and Conservation* 20 (12): 1–17
- Hodum P, Weinstein M (2002) *Biology and conservation of the Juan Fernández Archipelago seabird community*. Informe no publicado
- Johow F (1896) *Estudios sobre la flora de las islas de Juan Fernández*. Imprenta Cervantes, Santiago

- Kawakami K, Okochi I (eds) (2010) *Restoring the Oceanic Island Ecosystem*. Springer Japan, Tokyo
- Kier G, Kreft H, Lee TM, Jetz W, Ibisch PL, Nowicki C, Mutke J, Barthlott W (2009) A global assessment of endemism and species richness across island and mainland regions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (23): 9322–9327
- Leiva I, Schiller R, Chamorro O, López B, Araya G, Tobar M, Angulo J, Arredondo D, Recabarren M, Andaur A (2013) Nuevos registros sobre las especies En Peligro Crítico de la flora de las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, Chile. *Gayana Botanica* (en prensa)
- Mittermeier RA, Robles-Gil P, Hoffmann M, Pilgrim JD, Brooks TB, Mittermeier CG, Lamoreux JL, Fonseca GAB (2004) *Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Ecoregions*. CEMEX, Mexico DF
- Moreira-Muñoz A (2011) *Plant Geography of Chile*. Plant and Vegetation series vol. 5, Springer, Dordrecht
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403 (6772): 853–858
- Ojeda P, González H, Araya G (2003) *Erradicación del conejo europeo (Oryctolagus cuniculus Linnaeus, 1758) desde la Isla Santa Clara, Archipiélago Juan Fernández*. Informe Técnico.
- Osman LP (2007) *Population Status, Distribution and Foraging Ecology of Arctocephalus philippii (Peters 1866) at Juan Fernández Archipelago*. Tesis doctoral, Universidad Austral de Chile
- Pequeño G (2000) Delimitaciones y relaciones biogeográficas de los peces del Pacífico Suroriental. *Estud. Oceanol.* 19: 53–76
- Rau JR (2006) Una Nueva lista de Aves para Chile. *El Hornero* 21(1): 56–57
- Rentería JL, Buddenhagen C (2006) Invasive plants in the *Scalesia pedunculata* forest at Los Gemelos, Santa Cruz, Galápagos. *Galapagos Research* 64: 31–35
- Ricci M (2006) Conservation status and ex-situ cultivation efforts of endemic flora of the Juan Fernández Archipelago. *Biodiversity and Conservation* 15: 3111–3130
- Santelices B (1992) Marine phytogeography of the Juan Fernández Archipelago: A new assessment. *Pacific Science* 46 (4): 438–452
- Saunders A, Glen A, Campbell KJ, Atkinson R, Sawyer J, Hagen E, Torres H (2011) *Estudio sobre la factibilidad del manejo de especies invasoras en el Archipiélago de Juan Fernández, Chile*. Informe Invasive Species International, Island Conservation, Landcare Research, New Zealand
- Skottsberg C (1920-1956) *The Natural History of Juan Fernández and Easter Island*. Almqvist & Wiksells Boktrickeri AB, Uppsala, Sweden
- Smith-Ramírez C, Arellano G, Hagen E, Vargas R, Catillo J, Miranda A (2013) El rol de *Turdus falcklandii* (Aves: Passeriforme) como dispersor de plantas invasoras en el archipiélago de Juan Fernández. *Revista Chilena de Historia Natural* 86: 33–48
- Stuessy TF, Foland KA, Sutter JF, Sanders RW, Silva M (1984) Botanical and Geological Significance of Potassium-Argon Dates from the Juan Fernandez Islands. *Science* 225 (4657): 49–51
- Stuessy TF, Grau J, Zizka G (1992) Diversidad de plantas en las islas Robinson Crusoe. En: J Grau, G Zizka (eds) *Flora silvestre de Chile*. Palmengarten Sonderheft 19, Frankfurt am Main, Alemania: 54–66
- Stuessy TF, Greimler J, Dirnböck T (2005) Landscape modification and impact on specific and genetic diversity in oceanic islands. En: I Friis, H Balslev (eds) *Plant diversity and complexity patterns: local, regional, and global dimensions*. Proceedings of an international symposium held at the Royal Danish Academy of Sciences and Letters in Copenhagen, Denmark, 25–28 May, 2003
- Torres D, Castilla JC (1987) Antecedentes sobre el lobo fino de Juan Fernández *Arctocephalus philippii* y proyecciones para su estudio. En: JC Castilla (ed) *Islas oceánicas chilenas: conocimiento científico y necesidades de investigaciones*: 287–317
- Vargas R, Reif A (2009) *The structure, regeneration and dynamics of the original forest of Robinson Crusoe's island (Juan Fernández Archipelago, Chile): guidelines for its restoration*. Proceedings XIII Congreso Forestal Mundial. Buenos Aires 18–23 octubre, Argentina

- Vargas R, Cuevas J, Le-Quesne C, Reif A, Bannister J (2010a) Spatial distribution and regeneration strategies of the main forest species on Robinson Crusoe Island. *Revista Chilena de Historia Natural* 83: 349–363
- Vargas R, Reif A, Danton P (2010b) Los bosques de la isla Robinson Crusoe: el tesoro en peligro. *Bosque Nativo* 45: 13–19
- Vargas R, Reif A, Faúndez MJ (2011) The Forest of the Robinson Crusoe Island, Chile: an endemism hotspot in danger. *Bosque* 32 (2): 61–70
- Vargas R, Gärtner S, Alvarez M, Hagen E, Reif A (2013) Does restoration help the conservation of the threatened forest of Robinson Crusoe Island? The impact of forest gap attributes on endemic plant species richness and exotic invasions. *Biodiversity & Conservation* 22: 1283–1300
- Wester L (1991) Invasions and extinctions on Masatierra (Juan Fernández Islands): a review of early historical evidence. *Journal of Historical Geography* 17: 18–34