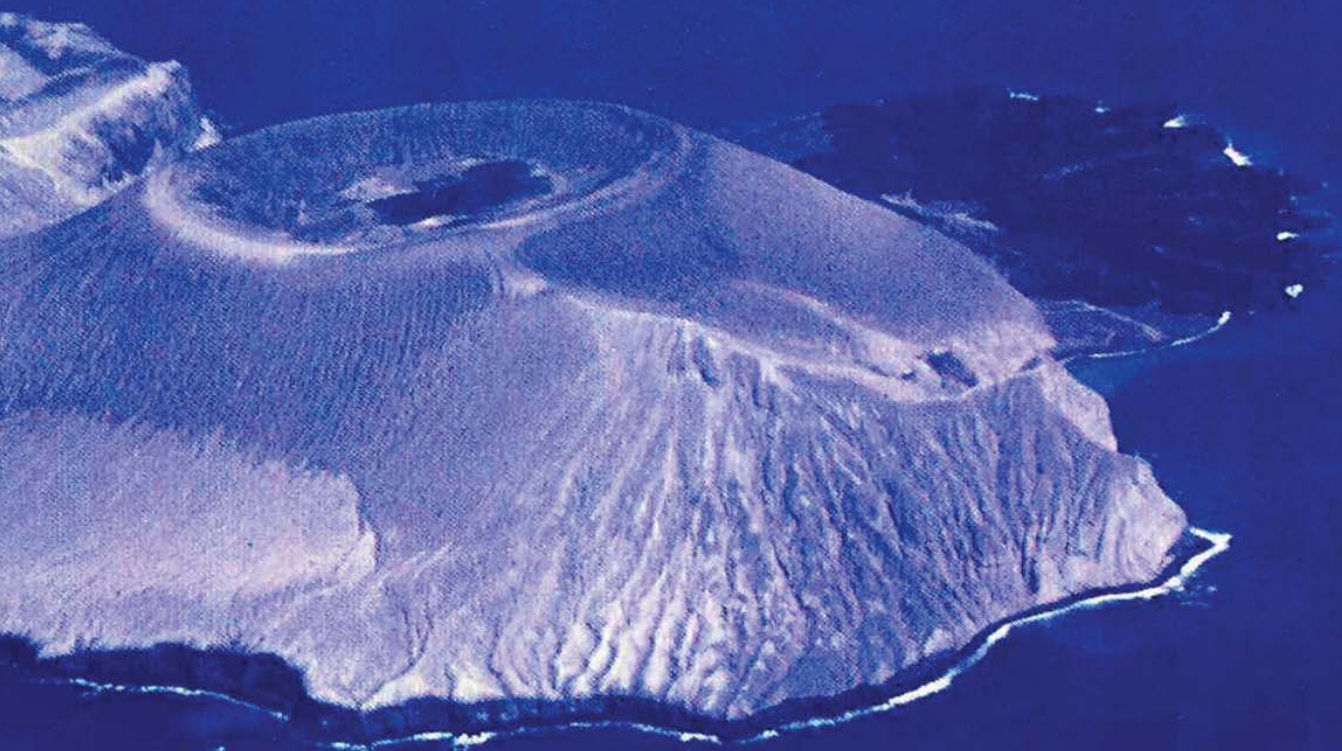


**ESTRATEGIA PARA EL MANEJO
DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA
ARCHIPIELAGO
de
REVILLAGIGEDO
MEXICO**



**Alfredo Ortega, Aradit Castellanos, Gustavo Arnaud
editores**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL
NOROESTE, S.C.**

**ESTRATEGIA PARA EL MANEJO DE LA
RESERVA DE LA BIOSFERA
ARCHIPIELAGO DE REVILLAGIGEDO
MEXICO**

**ALFREDO ORTEGA RUBIO, ARADIT CASTELLANOS VERA
Y GUSTAVO ARNAUD FRANCO
Editores**

Publicación No. 11

**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.
1995**



Diseño de portada: Roberto Lomelí

Fotografía de la portada: Panorámica de la Isla San Benedicto. José L. León

Fotografías de la contraportada: 1.- Halcón cola roja. Harmut Walter; 2.- Periquito de Socorro, 3.- Lagartija azul, 4.- Pradera con cárcavas, 5.- Borrego exótico, 6.- Fumarolas del volcán Evermann, 7.-Flor de cactácea y 8.- Panorámica isla Socorro. José L. León.

Diseño gráfico y cuidado de la edición: Cerafina Arguelles, Dolores Vázquez, Aradit Castellanos y Alfredo Ortega.

D.R. © 1995 Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Apartado Postal 128

La Paz, Baja California Sur 23000

ISBN 968-6837-09-4

Derechos reservados conforme a la ley
Impreso y hecho en México.

AUTORES DE ESTA EDICION

Sergio Alvarez Cárdenas. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur.

Gustavo Arnaud Franco. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur.

Jesús Bautista Romero. Climatología Aplicada, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur.

Aurora Breceda Solís. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur.

Aradit Castellanos Vera. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur.

Patricia Galina Tessaro. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur.

María Luisa Jiménez Jiménez. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur.

Cecilia Jiménez Sierra. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur.

José Luis León de la Luz. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur.

Daniel Bernardo Lluch Cota. Climatología Aplicada, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur.

Salvador Emilio Lluch Cota. Climatología Aplicada, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur.

Jorge Llinas Gutiérrez. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur.

Yolanda Maya Delgado. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur.

Alfredo Ortega Rubio. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur.

Federico Salinas Zavala. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur.

Armando Tejas Romero. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur.

Enrique Troyo Diéguez. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Baja California Sur.

CONTENIDO

Presentación		9
Agradecimientos		11
Capítulo 1	Introducción	13
	<i>Aradit Castellanos y Gustavo Arnaud Franco</i>	
Capítulo 2	El Contexto Internacional, Nacional y Local de la Reserva	23
	<i>Daniel Bernardo Lluch Cota, Aradit Castellanos Vera y Alfredo Ortega Rubio</i>	
Capítulo 3	Diagnóstico del Archipiélago	35
	3.1. Características Físicas	36
	3.1.1. Edafología	36
	<i>Yolanda Maya, Federico Salinas Zavala y Enrique Troyo</i>	
	3.1.2. Rasgos Hidrofisiográficos y Propuestas para Controlar la Erosión en la Isla Socorro	39
	<i>Enrique Troyo, Federico Salinas Zavala y Yolanda Maya</i>	
	3.1.3. Climatología	45
	<i>Rocío Coria Benet</i>	
	3.2. Características Bióticas	50
	3.2.1. Flora y Vegetación	50
	<i>José Luis León de la Luz y Aurora Breceda Solís-Cámara</i>	

	3.2.2. Fauna	57
	3.2.2.1. Herpetofauna <i>Patricia Galina Tessaro y Sergio Alvarez Cárdenas</i>	57
	3.2.2.2. Mastofauna <i>Patricia Galina Tessaro y Sergio Alvarez Cárdenas</i>	58
	3.2.2.3. Avifauna Terrestre <i>Aradit Castellanos Vera</i>	59
	3.2.2.4. La Avifauna Marina y Costera <i>Jorge Llinas Gutiérrez</i>	63
	3.2.2.5. Caracterización de los Artrópodos de las Islas Revillagigedo <i>Ma. Luisa Jiménez</i>	69
	3.2.3. Ambiente Marino <i>Daniel Bernardo Lluch Cota, Salvador Emilio Lluch Cota y Jesús Bautista Romero</i>	71
	3.3. Características Socioeconómicas <i>Cecilia Jiménez Sierra</i>	77
	3.4. Uso del Suelo y Tenencia de la Tierra <i>Enrique Troyo Diéguez y Armando Tejas Romero</i>	79
	3.5. Problemática Ambiental <i>Aradit Castellanos Vera</i>	81
Capítulo 4	Marco Conceptual <i>Aradit Castellanos Vera y Alfredo Ortega Rubio</i>	89
Capítulo 5	Organización <i>Gustavo Arnaud Franco y Alfredo Ortega Rubio</i>	95
Capítulo 6	Programas de Manejo y Desarrollo <i>Gustavo Arnaud Franco, Aradit Castellanos Vera y Alfredo Ortega Rubio</i>	103
Anexo I	Listado de Artrópodos	
Anexo II	Fauna Marina	

PRESENTACION

Las Islas Revillagigedo se reconocen como un área de endemismo moderado a elevado en su biota. Su fauna terrestre, especialmente la avifauna nativa se integra exclusivamente por taxa endémicos. Esto le confiere al Archipiélago un estatus especial a escala mundial y representa así para México, un fragmento de su territorio de gran valor dentro del conjunto de su patrimonio natural.

No obstante su lejanía de las tierras continentales de México y de su escasa población humana, este Archipiélago registra, como muchas otras islas en el mundo, problemas importantes en cuanto a la condición de sus recursos vivos. Su flora y fauna nativas, a lo largo de poco más de un siglo, se han visto afectadas por la introducción de especies exóticas. Actualmente algunas de las especies de aves endémicas han desaparecido de la faz del Archipiélago y otras corren peligro de extinguirse.

El establecimiento de la reserva de la biósfera Archipiélago de Revillagigedo en 1994, es una medida estratégica para revertir esta trágica tendencia y sentar las bases, en el largo plazo, del cuidado de los recursos de este fragmento del territorio nacional.

A este esfuerzo de conservación, desarrollado a partir de 1988 por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., en cooperación con instituciones de investigación, agencias gubernamentales, organizaciones de conservación y un amplio grupo de investigadores y naturalistas de México y de Estados Unidos, ha contribuido el Fondo Mundial para la Naturaleza, WWF.

La reserva actualmente establecida representa un instrumento de gran potencialidad para lograr la protección y el manejo apropiado del patrimonio natural que alberga el Archipiélago. Como un paso en esta dirección, WWF ha apoyado la elaboración del presente documento, que tiene como propósito principal fortalecer el manejo de la reserva, condición indispensable para el logro de sus objetivos. Para ello el documento pretende, por un lado, proveer información básica sobre las Islas Revillagigedo a las autoridades responsables del manejo de la reserva. Por otra parte, pretende proporcionar al público especializado, a los conservacionistas y a las personas interesadas en el destino de las Islas Revillagigedo, elementos que les permitan ampliar y profundizar su conocimiento de esta región del país.

El libro contiene información general sobre los rasgos ambientales, especialmente de vida silvestre, y socioeconómicos de las Islas del Revillagigedo, un diagnóstico de su problemática ambiental, así como lineamientos generales y

específicos para conducir la administración y el manejo de la unidad de conservación.

Se integra de 6 Capítulos: 1). Introducción, 2). El Contexto Internacional, Nacional y Local de la Reserva, 3). Diagnóstico del Archipiélago, 4). El Marco Conceptual, 5). Organización y 6). Programas de Manejo.

En el capítulo 1, se proporciona la localización del Archipiélago y una visión general de sus características ambientales y socioeconómicas, y se señalan asimismo sus principales problemas ambientales y sus posibles causas. Se identifican también de manera global las prioridades y perspectivas de conservación.

En el Capítulo 2 se presenta un análisis de la importancia biológica, científica y estratégica del Archipiélago en un contexto nacional y regional. Asimismo, en este capítulo se presentan los objetivos de la Reserva.

En el Capítulo 3 se proporciona una amplia descripción de los rasgos naturales (físicos y biológicos) y socioeconómicos de las Islas del Archipiélago, así como un diagnóstico de su problemática ambiental y de sus necesidades de conservación.

En el Capítulo 4 se expone el marco conceptual nacional e internacional bajo el cual se concibió la propuesta de reserva de biósfera del Archipiélago.

En el Capítulo 5 se presenta un esquema de organización del aparato administrativo de la unidad de conservación, definiendo en forma general sus líneas de vinculación, normas y funciones.

En el Capítulo 6 se incluyen los Programas de Manejo, en los cuales se propone un conjunto de programas, subprogramas y actividades a instrumentar para el manejo de la unidad de conservación.

La conservación de este Archipiélago requiere de amplios esfuerzos cooperativos a nivel nacional e internacional. Asimismo, requiere de ampliar la base de conocimientos y del interés y dedicación de investigadores y conservacionistas. En este contexto, creemos que esta obra es una valiosa contribución que, además de satisfacer algunas necesidades de información, puede estimular a investigadores a redoblar sus esfuerzos para llenar este amplio hueco de conocimientos sobre esta zona del territorio nacional.

Guillermo Castilleja

AGRADECIMIENTOS

La conclusión de esta obra ha sido posible gracias al apoyo de muchas personas, instituciones y organizaciones a las cuales queremos hacer público nuestro reconocimiento. Esta obra se basa en el resultado de investigaciones realizadas por nuestro Centro en el Archipiélago de Revillagigedo, a partir de 1988 bajo un proyecto apoyado por instituciones nacionales e internacionales.

Agradecemos especialmente al Dr. Daniel Lluch Belda, Director General de nuestro Centro el apoyo constante para culminar los trabajos que constituyen esta edición. Expresamos asimismo un profundo agradecimiento al Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) por el apoyo económico proporcionado, sin el cual no hubiera sido posible la realización de esta obra.

Expresamos un reconocimiento al Comité del Medio Ambiente de la Comisión de las Californias (COMCAL), a la extinta Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), al Sr. Andrés Sada y al Dr. Jim F. Clements, por su inapreciable apoyo a la ejecución de dicho proyecto.

A las altas autoridades de la Secretaría de Marina y de la Armada de México y especialmente al Comandante, oficiales y personal militar de la IV Zona Naval con sede en La Paz, B.C.S., a los Comandantes, oficiales y personal militar de la Isla Socorro, jurisdicción de la XIV Zona Naval. A todos ellos expresamos nuestro profundo agradecimiento por la atención que nos brindaron y por los apoyos que nos proporcionaron para el desarrollo de nuestras investigaciones en el Archipiélago.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, a la Fundación Zevada y a Conservación Internacional agradecemos el apoyo económico proporcionado para el desarrollo de los trabajos cuyos resultados aquí se presentan.

Queremos agradecer también a los técnicos de la División de Biología Terrestre del CIBNOR: Amado Cota, Franco Cota, Marcos Acevedo y Avelino Cota el empeño y experiencia brindados a cada grupo de investigación. Asimismo agradecemos las facilidades otorgadas por la Dirección Administrativa, la Subdirección

ción de Informática de nuestro Centro y el personal de ambas, para el desarrollo de los trabajos e impresión del libro. Finalmente queremos expresar nuestro reconocimiento a Cerafina Argüelles y Dolores Vázquez por el cuidado de la edición, a Federico Salinas por la elaboración de figuras, a Roberto Lomelí y Oscar Armendáriz por el diseño de la portada.

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

Aradit Castellanos Vera y Gustavo Arnaud

Localización

El Archipiélago de las Revillagigedo se integra por cuatro islas de origen volcánico (Brattstrom, 1990), situadas entre los 18° 20' y 19° 20' N y entre los 110° 45' y los 114° 50' W (Medina, 1978), aproximadamente 350-650 km al suroeste del extremo sur de la península de Baja California (Brattstrom, 1990) y a más de 650 km al oeste de la costa del estado de Colima, en el océano Pacífico noroccidental Mexicano. Las islas de Archipiélago de mayor a menor superficie son: Socorro, Clarión, San Benedicto y Roca Partida (Figura 1).

La isla Socorro se localiza a los 18° 20' N y los 110° 57' W, cerca de 480 km, aproximadamente a 716 km al oeste de Manzanillo, Colima (Adem, 1960). La isla es de aproximadamente 110 km² de superficie (Wehtje *et al.*, 1993) y alcanza una altitud de 1130m (Johnston, 1931) (Fig. 2).

Clarión: Se localiza a los 18° 22' latitud N y a 114° 44' longitud W, de las cuatro islas es la ubicada más al suroeste. La isla es de aproximadamente 3.5 por 8.5 km (Santaella y Sada, 1991) y alcanza una altitud de aproximadamente 305 m (Brattstrom, 1955) (Fig. 3).

San Benedicto: Esta isla es un conjunto de conos volcánicos localizados a los 19° 18' latitud N y a 110° 49' longitud W. La isla es de aproximadamente 6.4 km de largo por 3.2 km de ancho (Brattstrom, 1990) y alcanza cerca de los 300 m de altitud (Fig. 4).

Roca Partida: es un peñón de apenas 100 por 40 m de superficie y cerca de 30

m de altitud (Richard y Brattstrom, 1956), localizado a los $19^{\circ} 00'$ latitud N y los 112° longitud W, a unos 100 km al noroeste de Isla Socorro (Walter *et al.*, 1989) (Fig. 5).

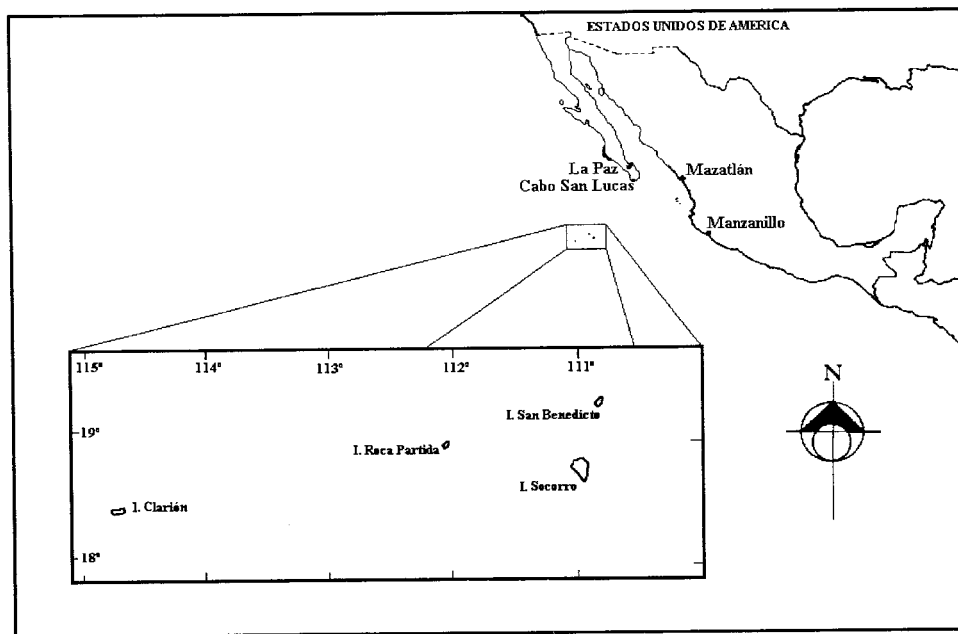


Fig. 1. Localización del Archipiélago de Revillagigedo

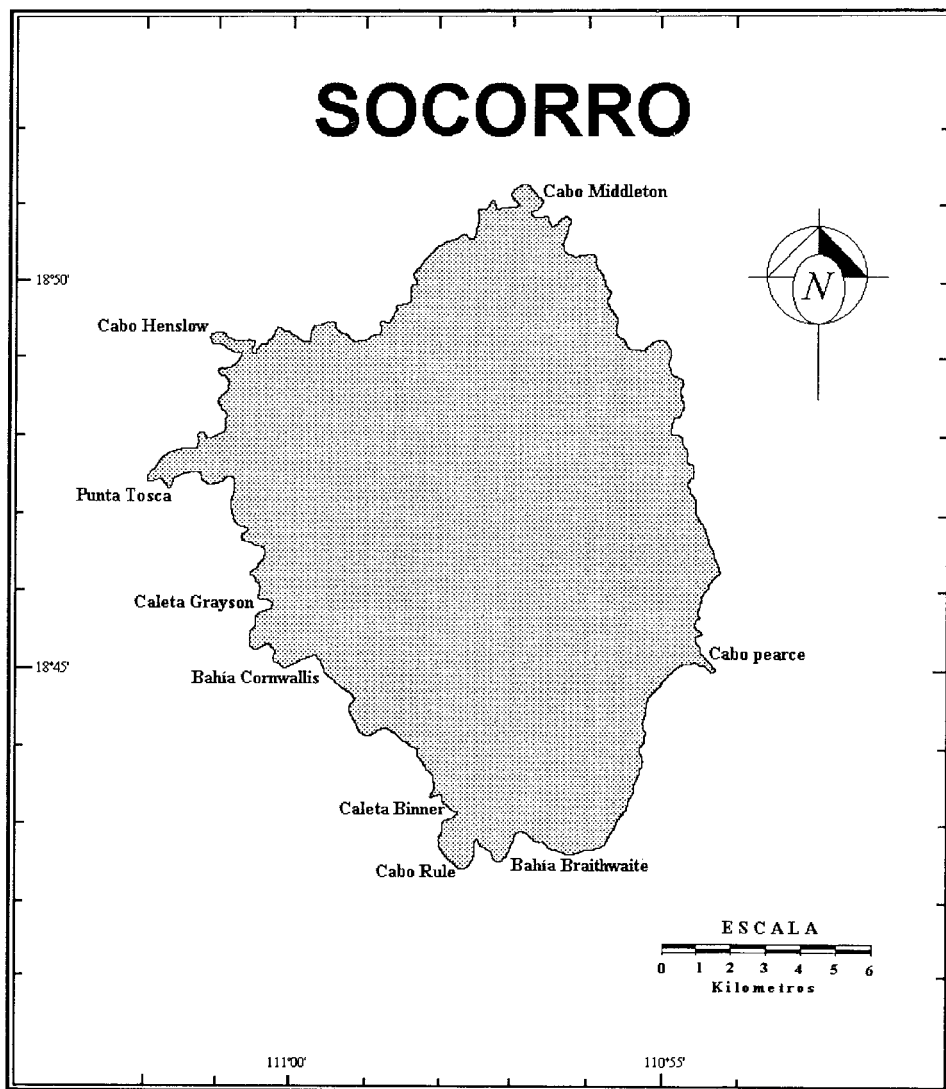


Fig. 2. Isla Socorro, mapa esquemático (basado en Richards y Brattstrom, 1956).

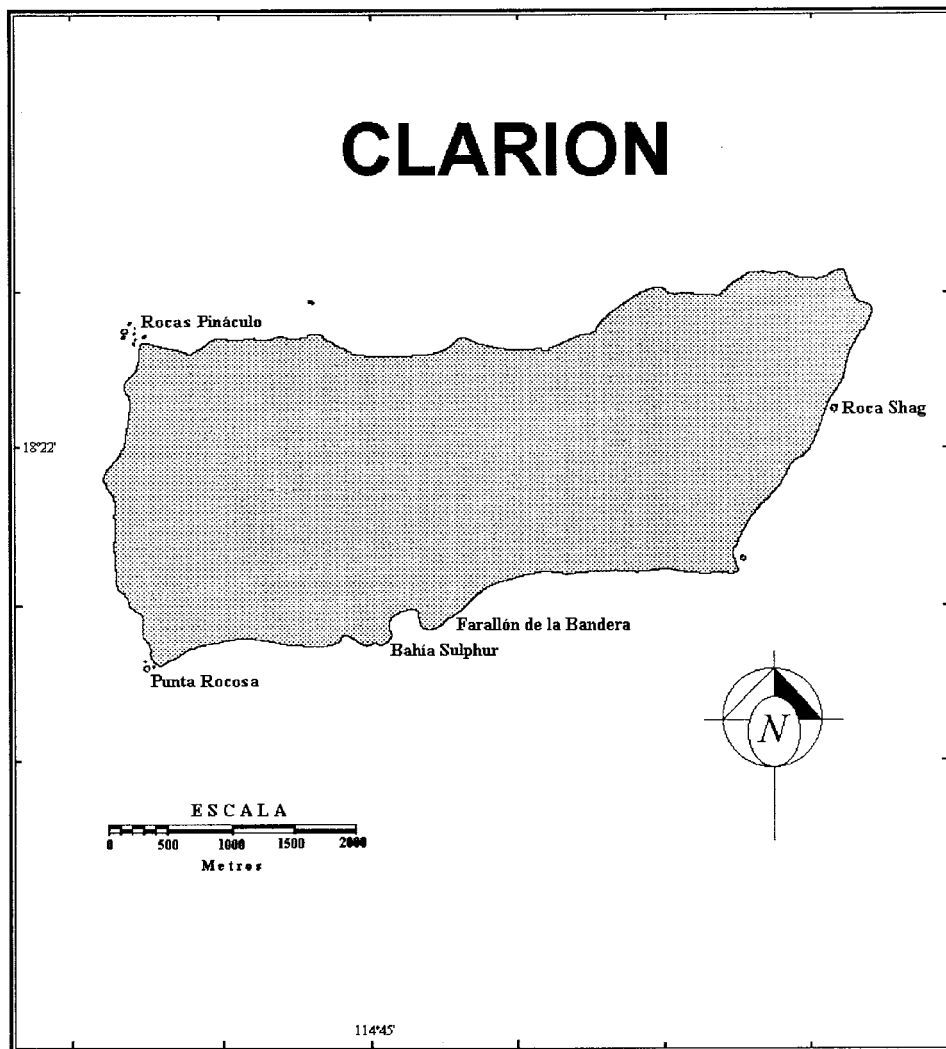


Fig. 3. Isla Clarión, mapa esquemático (basado en Richards y Brattstrom, 1956)

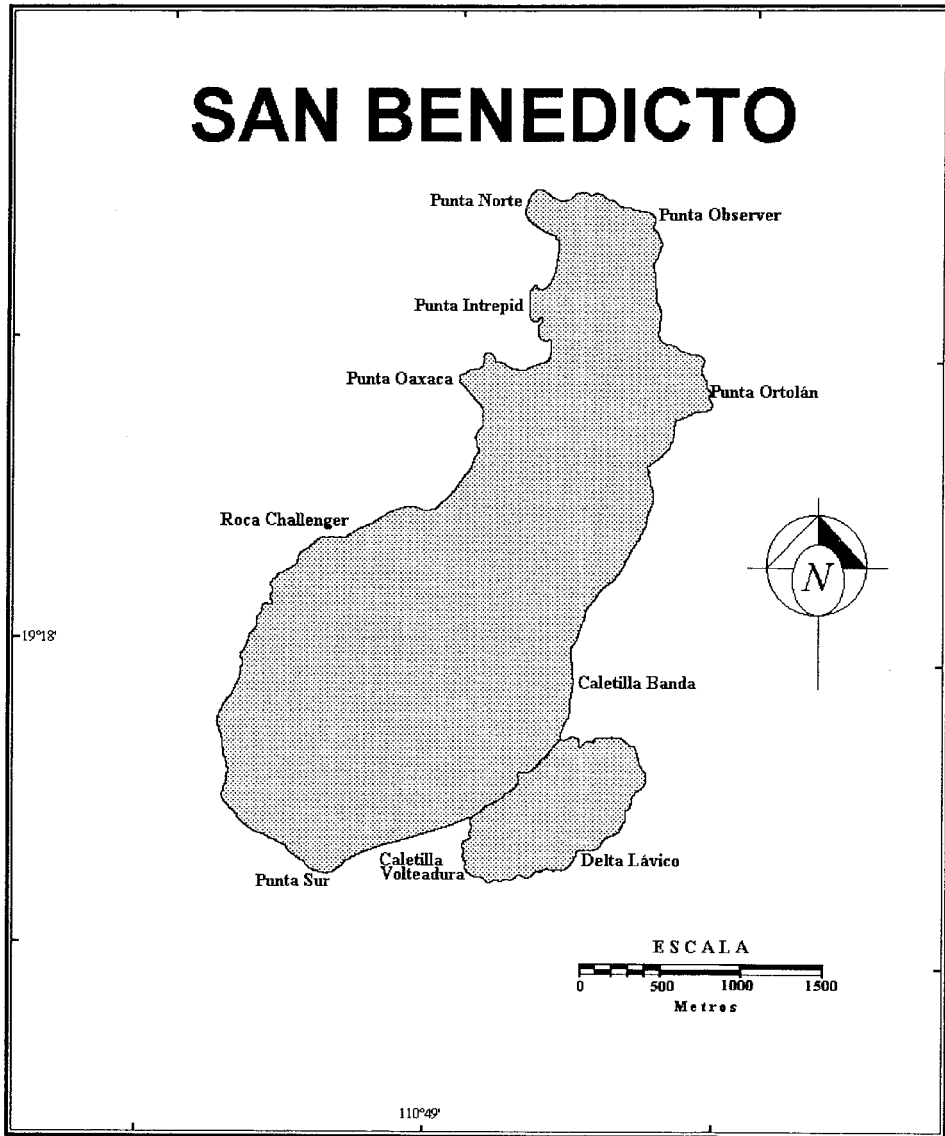


Fig. 4. Isla San benedicto, mapa esquemático (basado en Richards y Brattstrom, 1956).



Fig. 5. Isla Roca Partida, mapa esquemático (basado en Richards y Brattstrom, 1956)

Características Físicas y Biológicas Generales

La flora y fauna nativas del Archipiélago son pobres en cuanto al número de especies, no obstante presentan alto grado de endemismo a niveles de género, especie y subespecie. Aproximadamente el 31.6% de las especies de plantas superiores nativas del Archipiélago son endémicas (Levin y Moran, 1989). Asimismo todos los vertebrados terrestres nativos son endémicos a nivel de género, específico o subespecífico (Brattstrom y Howell, 1956; Brattstrom, 1990). Estas características hacen del Archipiélago un sitio especial, por tal razón se le considera en la Estrategia Mundial para la Conservación un área prioritaria dentro de las provincias biogeográficas del medio terrestre para su protección a través de alguna categoría de área natural protegida (IUCN, 1980).

Socorro: La isla es en realidad un gran volcán, con algunos conos en sus faldas, elevaciones medias donde destacan algunas planicies, cañadas y ríos de lava que descienden hasta abruptos acantilados en el mar (Figura 2). El clima es árido, la precipitación escasa y ocurre en su mayor parte durante la temporada de huracanes en julio y agosto (Coria, 1994).

La vegetación de la Isla Socorro cambia con la altura, formando zonas bien delimitadas alrededor del monte Evermann (Miranda, 1960) y de acuerdo con León de la Luz *et al.* (1994) se encuentran las siguientes asociaciones; matorral mixto, matorral decíduo, áreas erosionadas y pradera inducida, vegetación costera, bosque, pradera de altura, pastizal y pastizal inducido. Aproximadamente 117 especies de plantas vasculares nativas se han identificado de las cuales el 26.5% son endémicas de la isla a nivel específico (27) y subespecífico (3) (Levin y Moran, 1989).

La fauna terrestre nativa de la isla es pobre en número de especies. Los reptiles se encuentran representados únicamente por una especie de lagartija. No existen anfibios, ni peces de agua dulce y tampoco mamíferos nativos (Brattstrom y Howell, 1956). No obstante existen poblaciones asilvestradas de mamíferos introducidos, entre ellos el borrego (*Ovis aries*), el gato doméstico (*Felis catus*) y el ratón casero (*Mus musculus*).

La avifauna terrestre nativa de la Isla Socorro comprende 10 taxa, endémicos todos a nivel de género (1), especie (1) y subespecie (8) (Brattstrom, 1990) y dos especies establecidas como reproductoras desde 1957 (Jehl y Parkes, 1983). Adicionalmente se han registrado 35 especies de aves como visitantes ocasionales (Rodríguez-Estrella *et al.*, 1994). Varios de los taxa nativos se considera que requieren de protección especial y uno de ellos se cree extinto (Rodríguez-Estrella *et al.*, 1994). En esta isla se registró ya la desaparición de una especie, la Paloma de Socorro (*Zenaida graysoni*), endémica de la isla, entre 1958-1978 (Jehl y Parkes, 1982).

Clarión: Presenta en su costa norte abruptos acantilados, en tanto que al sur cuenta con algunas playas arenosas. “La mayor parte del terreno es de pendientes suave hacia las planicies del sur. Sus suelos son profundos y resultado de la erosión antigua” (Walter *et al.*, 1989). La isla es muy árida, cubierta en su mayor parte de pastizales y rodales de choya (*Opuntia* sp.), en algunas secciones se localizan manchones de matorrales y de árboles pequeños (Brattstrom, 1990; Santaella y Sada, 1991). Al igual que Socorro carece de mamíferos y anfibios nativos, y los reptiles están representados por una especie de lagartija y una culebra. La avifauna terrestre nativa se compone de 5 especies y subespecies endémicas (Santaella y Sada, 1991). En la isla se encuentran mamíferos introducidos: cerdos, conejos y cabras (Everett, 1988; Santaella y Sada, 1991).

San Benedicto. Es la más desértica de todas, ya que una erupción volcánica ocurrida en 1952 arrasó con su flora y fauna origininal, esta última constituida por aves marinas y una subespecie endémica de ave terrestre (Brattstom, 1990). La flora de la isla se ha venido recuperando, y de igual manera, fue reocupada como área de anidamiento por colonias de aves marinas.

Roca Partida. Es en realidad un peñón rocoso, menor de una hectárea de superficie, carente de plantas superiores (Levin y Moran, 1989), de fauna terrestre nativa y en el cual sólo se registra la presencia de algunas aves marinas (Brattstrom, 1990).

Problemática y alternativas de conservación

Las islas fueron descubiertas en 1533, por navegantes españoles (Medina, 1977). Sin embargo históricamente han carecido de población nativa. En 1957 la Armada de México estableció una guarnición naval en la Isla Socorro (Jehl y Parkes, 1982) y años después (1977) otra en la Isla Clarión (Brattstrom, 1990). El número de pobladores ha sido siempre muy pequeño, de entre 80-150 en la primera y una docena en la segunda, y no permanente, es decir son marinos que realizan estancias de corta duración en el Archipiélago.

La islas Socorro y Clarión no obstante el escaso número de años de estar pobladas, registran severas alteraciones en sus hábitats y en sus poblaciones de plantas y animales nativos. La introducción de mamíferos desde el siglo pasado en Socorro (Hanna, 1926; Levin y Moran, 1989) y en 1977 en Clarión (Brattstrom, 1990), el arribo de especies inmigrantes de aves y la perturbación humana, se han considerado como los principales agentes causales de tales modificaciones en am-

bas islas (Jehl y Parkes, 1982, 1983; Castellanos y Rodríguez-Estrella, 1992, 1993; Wehtje *et al.*, 1993; Rodríguez-Estrella *et al.*, 1994). Además de esto, la actividad volcánica del Archipiélago, especialmente en la Isla San Benedicto, ha resultado otro de los agentes que han contribuido a la depauperización de la flora y fauna nativas. La erupción en 1957, del volcán "El Boquerón" en Isla San Benedicto, que la dejó cubierta de lava y ceniza, llevó a la extinción del *Salpinctes obsoletus exul*, subespecie endémica a la isla, y a la desaparición de las colonias de anidamiento de aves marinas (Brattstrom y Howell, 1956).

La declaratoria del Archipiélago como una reserva de biosfera el 6 de Junio de 1994 (Diario Oficial de la Federación, 6, Junio de 1994), representa un marco jurídico bajo el cual asentar una estrategia para la conservación y manejo de sus recursos naturales. Sin embargo creemos que para lograr esto último, se deberá emprender en el corto plazo un amplio esfuerzo cooperativo por las instituciones responsables del manejo de los recursos naturales del país, de la custodia del Archipiélago, de investigación científica y de organismos de conservación tanto nacionales como internacionales. Tales esfuerzos, a nuestro juicio, deben enfocarse a proveer de fondos y recursos humanos suficientes para emprender las tareas de investigación, control y erradicación de especies exóticas, recuperación del hábitat y de las poblaciones de flora y fauna nativas. La ausencia de un esfuerzo de esta naturaleza sólo llevará a un mayor deterioro del hábitat de las dos islas más grandes del Archipiélago, como ha sucedido en los pasados 50 años y al final a la extinción de especies y subespecies únicas en el mundo.

Literatura Citada

- Adem, J., Cobo, E., Blásquez, L., Miranda, F., Villalobos, A., Herrera, T., Villa, B. y L. Vázquez. 1960. La Isla Socorro, Archipiélago de las Revillagigedo. **MONOGRAFÍAS DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA, UNAM.** 234 pp.
- Anónimo. 1994. Decreto por el que se declara área natural protegida con el carácter de reserva de la biosfera, a las Islas de Revillagigedo, México. **DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN.** Tomo CDLXXIX, No. 4. pp. 45-51. México. D.F.
- Brattstrom, B.H. 1955. Notes on the herpetology of the Revillagigedo islands, México. **American Midland NATURALIST** 54:212-229.
- Brattstrom, B. H. 1963. Barcena volcano, 1952: **ITS EFFECT ON THE FAUNA AND FLORA OF SAN BENEDICTO ISLAND, MEXICO.** Bishop Museum Press. pp. 499-524.
- Brattstrom, B. H. 1990. Biogeography of the Islas Revillagigedo, Mexico. **JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY** 17:177-183.
- Brattstrom, B.H. y T.R. Howell. 1956. The birds of the Revillagigedo Islands, México. **CONDOR.** 58:107-120.
- Castellanos, A. y R. Rodríguez-Estrella. 1992. El zenzontle de Socorro, una especie en peligro de extin-

- ción. **CIENCIA Y DESARROLLO** 18(104):64-75.
- Coria, R. 1994. Climatología. Pp. 55-62. **IN: LA ISLA SOCORRO, RESERVA DE LA BIOSFERA ARCHIPIELAGO DE REVILLAGIGEDO, MEXICO.** A. Ortega y A. Castellanos (Eds.). Pub. No. 8, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 359 pp.
- Everett, W.T. 1988. Notes from Clarion Island. **CONDOR** 90:512-513.
- Hanna, G.D. 1926. Expedition to the Revillagigedo Islands, Mexico, in 1925. **GENERAL REPORT PROC. CALIF. ACAD. SCI.**, 4th ser. 15(1):1-113.
- IUCN. 1980. **ESTRATEGIA MUNDIAL PARA LA CONSERVACION.** IUCN-PNUMA-WWF. Morges, Suiza. 42 pp.
- Jehl, J.R. y K.C. Parkes. 1982. The status of the avifauna of the Revillagigedo Islands, Mexico. **WILSON BULLETIN** 94:1-19.
- Jehl, J.R. y K.C. Parkes. 1983. "Replacements" of landbird species on Socorro Island, Mexico. **AUK** 100 (3): 551-559
- Johnston, I. M. 1931. The flora of Revillagigedo Islands. **PROC. CALIF. ACAD. SCI.**, Ser. 4, 20(2): 9-104.
- León de la Luz, J.L., A. Breceda, R. Coria y J. Cancino. 1994. Asociaciones Vegetales. Pp. 115-141. **IN: LA ISLA SOCORRO, RESERVA DE LA BIOSFERA ARCHIPIELAGO DE REVILLAGIGEDO, MEXICO.** Ortega y Castellanos (Eds.). Pub. No. 8, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 359 pp.
- Levin, G.A. y R. Moran. 1989. **THE VASCULAR FLORA OF ISLA SOCORRO, MEXICO.** Memoir 16. San Diego Society of Natural History. San Diego, Ca. 1989.
- Llinas-Gutierrez, J., D. Lluch-Cota, A. Castellanos y A. Ortega R. 1993. La isla Socorro, Revillagigedo, Mexico. Pp. 520-534. **IN: BIODIVERSIDAD MARINA Y COSTERA DE MEXICO.** Salazar-Vallejo, S.I. (Ed.). CIQRO.
- Medina, G.M. 1978. **MEMORIA DE LA EXPEDICION CIENTÍFICA A LAS ISLAS REVILLAGIGEDO 1954.** Universidad de Guadalajara. 333 pp.
- Richards, A. F. y B. H. Brattstrom. 1959. Bibliography, cartography, discovery, and exploration of the Islas Revillagigedo. **PROC. CALIF. ACAD. SCI.**, 4th ser. 29:351-360.
- Rodríguez-Estrella, R., J. L. León de la Luz, A. Breceda, A. Castellanos, J. Cancino y J. Llinas. 1995. A preliminary assessment of density and habitat relationships of the terrestrial birds of Socorro Island, Mexico. En prensa en **JOURNAL OF CONSERVATION BIOLOGY.**
- Rodríguez-Estrella, R., L. Rivera y E. Mata. 1994. Avifauna Terrestre. pp. 199-224. **IN: LA ISLA SOCORRO, RESERVA DE LA BIOSFERA ARCHIPIELAGO DE REVILLAGIGEDO, MEXICO.** A. Ortega y A. Castellanos (Eds.). Pub. No. 8, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 359 pp.
- Santaella, L. y A. M. Sada. 1991. The avifauna of the Revillagigedo Islands, Mexico: Additional data and observations. **WILSON BULLETIN.** 103:668-675.
- Wehtje, W., H. S. Walter, R. Rodríguez, J. Llinas y A. Castellanos. 1993. An Annotated checklist of the birds of Isla Socorro, Mexico. **WESTERN BIRDS** 24(1):1-16.
- Walter, H., R. Clements y A. Castellanos. 1989. The endemic bird taxa of the Revillagigedo Islands, Mexico. **REPORTE INTERNO SEDUE.** 1989. 12 pp.

Capítulo 2

EL CONTEXTO INTERNACIONAL, NACIONAL Y LOCAL DE LA RESERVA

*Daniel Lluch Cota, Aradit Castellanos Vera y
Alfredo Ortega Rubio*

Las Islas, su problemática y conservación global

En el desarrollo de las ciencias naturales, especialmente de la biología, ecología y biogeografía, las islas han tenido una gran influencia y ello se debe a que representan experimentos naturales replicados. Evidencias importantes de esta influencia de las islas quedan plasmadas en los trabajos de Darwin, Wallace, y Wilson y MacArthur (Brown y Gipson, 1983). Pero más allá de su contribución como laboratorios naturales y en cuestiones académicas, las islas son objeto de interés en las décadas recientes en virtud de que procesos biológicos que en ellas están ocurriendo, pueden tener implicaciones sobre la estabilidad de los sistemas naturales y en el bienestar humano.

En las islas y archipiélagos alrededor del mundo ha ocurrido gran parte de la extinción de especies de aves y de otros animales y plantas silvestres en los tiempos modernos (Soulé, 1983; King, 1985; Ebenhard, 1988). De hecho se considera que la extinción de aves es un fenómeno isleño, pues 93% de 93 especies y 83 subespecies de aves que se han extinguido desde el año de 1600 corresponden a formas isleñas (King, 1985).

La extinción de especies, es sin embargo un fenómeno que se extiende a muchas regiones de las masas continentales y como tal ha sido objeto de numerosas estrategias de respuesta por parte de científicos y organismos de conservación. En la búsqueda de respuestas a esta problemática, las islas, una vez más proveen de un modelo en el cual se pueden estudiar las causas y procesos de extinción (Diamond, 1985) y aún más, un lugar en donde se puede diseñar y aplicar estrategias y modelos para su resolución (Diamond, 1975; Kepler y Scott, 1985).

Las islas resultan vulnerables a muchos de los agentes del desarrollo humano. Entre las principales efectos de la actividad del hombre sobre ambientes insulares se identifican a la destrucción y perturbación del hábitat, la introducción de especies exóticas, la caza, captura y colecta de especímenes. La introducción de especies es uno de los factores que más ha afectado a las islas (Ebenhard, 1988) y se le considera como la causa principal de la mayor parte de las extinciones registradas en islas. Sin embargo otros agentes, como la caza, captura y colecta con fines comerciales, recreativos y científicos también han contribuido en muchos casos en la reducción de poblaciones silvestres y en la extinción de especies.

Actualmente se reconoce que una estrategia para conservar mayores números de aves para el futuro, implica la necesidad de proteger los ecosistemas isleños (Kepler y Scott, 1985). Para alcanzar este objetivo, ambos autores, recomiendan ampliar y profundizar la información tanto en escala global como de cada isla sobre las especies y sus ecosistemas, así como de los planes para protegerlos.

En escala global, se han identificado zonas y áreas a proteger por su importancia para las aves. Una propuesta de ello se ve plasmada en la obra *Putting Biodiversity on the Map* (ICBP, 1992), que prioriza, sobre la base de los niveles de endemismo, Areas de Aves de Importancia Primaria, dentro de las cuales destacan los Archipiélagos. El Archipiélago de la Revillagigedo es considerado como una Area de Aves Endémicas de Importancia Primaria (ICBP, 1992).

El contexto nacional.

Tanto la importancia como la problemática de las Revillagigedo, en términos de la biodiversidad de nuestro país, derivan de lo que probablemente constituye su rasgo más distintivo respecto del resto del territorio nacional: su carácter de archipiélago netamente oceánico.

Pese a su lejanía, el Archipiélago ha sido objeto de estudios por parte de la comunidad científica nacional desde finales de los años 1950's.

Con anterioridad, sin embargo, se habían realizado ya algunas exploraciones por parte de investigadores extranjeros. Las primeras referencias sobre biota marina datan de finales del siglo pasado y de principios del presente, y versan sobre la fauna íctica de la isla Socorro (Jordan y MacGregor, 1899; Jordan y Evermann, 1900; Snodgrass y Metler, 1905). Expediciones similares se continuaron realizando por parte de extranjeros, con lo que se han descrito algunos de los componentes de la biota como especies de algas (Albert y Lyon, 1930) y moluscos (Strong y Dallas, 1930; Bratcher y Burch, 1971).

En forma similar, el estudio del Archipiélago como ambiente físico ha corrido mayormente por cuenta de investigadores extranjeros; si bien el tema ha sido poco abordado. Aun cuando existen reportes de cruceros realizados desde hace varias décadas (p.e. Austin, 1954 en Wyrki, 1967), la mayor parte del conocimiento de los procesos oceanográficos que ahí ocurren se ha generado en trabajos más generales del Pacífico Tropical Oriental.

Los primeros que integran en esquemas generales las observaciones realizadas en cruceros y expediciones, principalmente dentro de programas como CalCOFI, EASTROPAC, CIATT, así como de la Secretaría de Marina, se remontan a finales de la década de los años 1940's. De estos trabajos, cabe mencionar el análisis de la relación viento-corrientes realizado por O.R. Reid (1948), los de la Corriente de California de L.J. Reid Jr. (Reid *et al.*, 1958; Reid, 1960; Reid y Mantyla, 1978), la descripción de los patrones de circulación superficiales de Cromwell y Bennett (1959), los estudios de masas de agua realizados por Montgomery (1959) y Montgomery y Stroup (1962), los de Bennett sobre la distribución de la salinidad y otras variables oceanográficas (Bennett, 1963) y las descripciones de aspectos oceanográficos de Roden (1962, 1970, 1971). En especial, los trabajos de Wyrki (1965a, 1965b, 1966, 1967) han contribuido significativamente a esclarecer los procesos más importantes que ocurren en esta área, al integrar buena parte del conocimiento disponible en esquemas generales.

El conocimiento de la biota terrestre del Archipiélago es muy pobre y la mayor parte de la información disponible versa sobre la Isla Socorro. El naturalista Andrew J. Grayson, fue el primero en explorar la isla Socorro en los años 1865-1867 publicando un trabajo sobre su avifauna (Baptista, 1987). A. W. Anthony (1897) exploró el Archipiélago, documentando diversos aspectos de su avifauna. La Academia de Ciencias de California, de los E. U. de N. A., ha sido la institución que con más constancia ha explorado y estudiado el Archipiélago, sus expediciones iniciadas en 1925 permitieron la colecta de especímenes y el acopio de información básica sobre la condición de la flora, la fauna y la geología isleñas. Las exploraciones por parte de investigadores mexicanos han sido mucho menos frecuentes, y más bien esporádicas. En la década de los años 1940's se iniciaron prospecciones al Archipiélago por parte de instituciones mexicanas (Medina, 1957). Los primeros estudios realizados por nacionales sobre la biodiversidad de la zona

fueron en parte favorecidos por el emplazamiento de un Sector Naval en Isla Socorro, que por razones de soberanía nacional realizó la Armada de México. La Secretaría de Marina solicitó el apoyo de diversas instituciones de investigación, llevándose a cabo las primeras expediciones hacia finales de la década de los 1950's (Medina, 1957; Adem, 1960; Villalobos, 1960).

Desde entonces, grupos de trabajo de diversas instituciones mexicanas visitan el Archipiélago periódicamente; entre otras la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Oceanográfico de la Secretaría de Marina con sede en Manzanillo, Colima, la Universidad Autónoma de Colima, la Universidad de Guadalajara y el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Un producto destacado de esos trabajos, es precisamente la visión integral de la Isla Socorro que se obtiene en la expedición de 1957 organizada por la UNAM (Adem, 1960).

Richards y Brattstrom (1956) proporciona una reseña de las expediciones científicas realizadas al Archipiélago por distintas instituciones. El registro de los años siguientes es escaso, si bien se presume que la participación de nacionales en el estudio del Archipiélago se incrementó a partir de 1957. Una contribución más reciente en el conocimiento del Archipiélago surge del conjunto de expediciones realizadas entre 1988 y 1993 por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., dentro las cuales se encuentra este libro.

Conforme el conocimiento sobre la biota del Archipiélago ha aumentado, principalmente en lo referente a la fauna terrestre, las Revillagigedo han adquirido mayor importancia como área natural con características únicas. Así, ha sido señalada como zona prioritaria para la conservación de algunas especies por parte de organismos internacionales (IUCN, 1980; ICBP, 1992). También se ha hecho evidente que, desafortunadamente, el Archipiélago enfrenta ciertas perturbaciones y riesgos ecológicos: destrucción y perturbación de la vegetación nativa, erosión del suelo y reducción de poblaciones de fauna silvestre, algunas hasta el extremo de extinción (Llinas *et al.*, 1993).

Sin lugar a dudas, las porciones del territorio nacional que menor atención reciben son justamente las islas oceánicas del Pacífico mexicano, en parte por las razones evidentes de lejanía y, posiblemente también, porque existe una tendencia generalizada a no considerar estas regiones como parte de nuestro país. Incluso dentro de este marco, las Revillagigedo han recibido menos atención, al menos en términos de la descripción de su biota, que otras islas en condiciones similares, como la Guadalupe.

Sin embargo, a pesar de que ha transcurrido casi un siglo desde que los trabajos sobre la zona se iniciaron, la información disponible sobre sus recursos sigue siendo escasa y dispersa, además de estar muchas veces concentrada en reportes de expediciones (mayormente extranjeras) de difícil acceso. Por ejemplo,

la evaluación de la diversidad y potencialidad de los recursos marinos es una tarea que difícilmente será posible realizar únicamente sobre la base de la información hasta ahora generada; especialmente si se considera la alta complejidad del ecosistema marino en la zona. Al igual que muchas de las características del Archipiélago, esta complejidad se deriva de su posición geográfica, que le brinda particularidades tanto por el aislamiento reproductivo que la distancia a las costas continentales impone a un buen número de especies, lo que genera procesos de especialización; como por la variación estacional e interanual de los factores abióticos, intermedia entre la alta estabilidad propia de los ambientes tropicales y la alta variabilidad de las zonas de transición.

La importancia de las Islas Revillagigedo

Biológicamente, el Archipiélago es de gran importancia por las posibilidades que ofrece de realizar estudios sobre biodiversidad, biogeografía y evolución. Su flora y fauna, presentan alto grado de endemismo a niveles de género, especie y subespecie. El Archipiélago carece de peces de agua dulce, anfibios y mamíferos nativos (Brattstrom y Howell, 1956; Brattstrom, 1990); sin embargo, todos los vertebrados terrestres son endémicos a nivel de género, especie o subespecie (Brattstrom, 1990).

Por estas características la Unión Internacional para Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales la considera un área prioritaria para su protección (IUCN, 1980). Por su nivel de endemismo en la avifauna, el Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (ICBP por sus siglas en inglés) lo considera como un Área de Aves Endémicas de Importancia primaria (ICBP, 1992).

Más aún, es necesario recordar que el Archipiélago reviste para nuestro país enorme importancia estratégica. La soberanía de México sobre las Revillagigedo, indudablemente, se verá reforzada conforme la zona adquiera mayor relevancia en la vida nacional. Esta relevancia, a fin de ser real y permanente, deberá resultar del desarrollo de las potencialidades productivas de la zona; en un marco ordenado, conciente de la necesidad tanto de garantizar el uso sostenido de los recursos como de compatibilizar su explotación con la conservación de su entorno.

Los objetivos de la reserva.

El concepto de reserva de la biosfera.- En 1971 se inició el Programa Hombre y Biosfera (MAB) de la UNESCO, que es "un programa mundial de cooperación científica internacional que versa sobre las interacciones del hombre y el medio ambiente en todas las situaciones bioclimáticas y geográficas de la biosfera" (UNES-

CO, 1984). El objetivo de las investigaciones del MAB "es proporcionar la información necesaria para resolver problemas prácticos de la gestión de recursos" y el de satisfacer necesidades de información sobre el conocimiento de los ecosistemas y de los efectos de la intervención humana. Este programa asigna una importante participación de los tomadores de decisiones y a la población local "en los proyectos de investigación, la formación y la demostración sobre el terreno y al concatenamiento de las ciencias sociales, biológicas y físicas para abordar los complejos problemas ambientales" (UNESCO, 1984).

En ese mismo año el MAB introdujo el concepto de reserva de la biosfera, con el propósito de crear un conjunto de áreas protegidas, enlazadas por un sistema internacional coordinado "que permitiera mostrar tanto la importancia de la conservación como la relación de ésta con el desarrollo".

Desde su origen el concepto de reserva de la biosfera ha evolucionado y, actualmente, se caracterizan por ser zonas protegidas de medios terrestres y costeros representativos, reconocidas internacionalmente, que forman una red mundial de intercambio de información para la conservación y la gestión de ecosistemas naturales y manejados por el hombre. A nivel del área, cada reserva debe: incluir ejemplos representativos de ecosistemas naturales o minimamente alterados (con centros de endemismo, zonas de manipulación experimental, paisaje armonioso y ecosistemas modificados), ser suficientemente grande como para constituir una unidad de conservación eficaz, brindar oportunidades para la investigación, la educación, la demostración y la formación ecológicas, contar con protección legal, administrativa o institucional adecuada y considerar a la población humana como parte de la reserva.

El conjunto de áreas que se han considerado reservas de la biosfera a nivel internacional ha crecido desde 1971, hasta alcanzar las 243 en 65 países (UNESCO, 1984). En 1984 la UNESCO adoptó el Plan de Acción para las Reservas de la Biosfera que identifica las funciones de conservación, desarrollo y logísticas de las reservas de biosfera. Los tres objetivos principales del Plan son: mejorar y ampliar la red; utilizarla para aumentar el conocimiento; y hacer que las reservas de biosfera muestren de modo aún más convincente el interés que tiene aunar la conservación al desarrollo.

En nuestro país, desde hace varios lustros existían distintas leyes, conceptos y normatividad que de manera global o parcial abordaban cuestiones del manejo y conservación de los recursos naturales, por ejemplo las leyes forestal de 1936, de caza de 1952 y los planes sectoriales. Sin embargo en ellas los nuevos conceptos, necesidades y objetivos de la conservación no se reflejaban sino de manera incipiente y la conservación se veía como un proceso aislado, por sectores o subsectores. En los últimos lustros se ha venido superando este enfoque, con el surgimiento de una legislación ambiental más amplia e integral, la incorporación en los Planes Nacionales de Desarrollo de lineamientos de política ecológica y la

creación de órganos administrativos para su instrumentación. Como uno de los resultados de este proceso surgieron en 1981 la Ley Federal de Protección al Ambiente y en 1998 la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente que sustituyó a la anterior.

Esta ley surgida en 1988 (SEDUE, 1988) es el instrumento legal de más amplia cobertura sobre los aspectos de conservación de los recursos naturales renovables que existe en el país. Ella "establece las bases de la política ecológica nacional y pone a su disposición no sólo los instrumentos diseñados específicamente para su ejecución, sino también los instrumentos más generales del desarrollo. Entre los primeros, se encuentran el ordenamiento ecológico, la evaluación del impacto ambiental y las normas técnicas ecológicas; entre los segundos, la planeación, la regulación de las actividades productivas y de servicios, los estímulos fiscales y los financiamientos". En cuanto a las áreas naturales protegidas, la ley define los tipos y características de las áreas naturales protegidas, los procedimientos para su declaratoria, conservación, administración, desarrollo y vigilancia. Asimismo establece un marco legal para estructurar el Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas (SINAP) y el papel rector de la Federación en el mismo

El SINAP, propuesto en el Programa Nacional de Ecología 1984-1988 (SEDUE, 1984), se fortaleció en su estructura con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de 1988, que define un conjunto de categorías de áreas protegidas de nivel nacional, estatal y municipal. Dentro de esa estructura de categorías de manejo se incorporan por vez primera en la legislación Federal las de: Reserva de la Biosfera y Reserva Especial de la Biosfera, integrando de esta forma al proceso de conservación nacional uno de los conceptos definidos por el Programa el Hombre y la Biosfera. Actualmente el SINAP, se compone de 83 áreas protegidas bajo diferentes categorías. De éstas la mayor parte son refugios y reservas de flora y fauna silvestre, parques nacionales, otras categorías, y sólo once son reservas de la biosfera (SEDESOL, 1993). Cabe señalar que las reservas de biosfera se han incorporado recientemente y en conjunto cubren la mayor parte de la superficie del SINAP.

El establecimiento de un área natural protegida en las islas Revillagigedo, brinda la posibilidad de ejercer un nivel apropiado de protección y gestión a recursos naturales estratégicos del país, que son además de interés internacional, así como de la oportunidad de apoyar el desarrollo socioeconómico. La protección legal del Archipiélago como Reserva de la Biosfera, concuerda con los objetivos de conservación identificados y establecidos por las autoridades gubernamentales y organismos de conservación competentes del país e internacionales.

Las reservas de biosfera son unidades de conservación con tres funciones básicas: a) de conservación (conservar el material genético y los ecosistemas), b) logística (formar parte de una red internacional de investigaciones y supervisión)

y c) de desarrollo (buscar asociar el medio ambiente y el desarrollo) (UNESCO, 1984).

Sin embargo la UNESCO reconoció, en base a las distintas experiencias mundiales, la diversidad de condiciones geográficas, históricas, humanas y socioeconómicas concretas en que se establecen las reservas en cada país y por tanto consideró que un principio de flexibilidad debía aplicarse en el establecimiento y en la determinación de las dimensiones de cada reserva así como en la definición de la importancia relativa de cada una de las tres funciones. Se admite así, que sin solayar funciones las reservas podrían estar enfocadas ya sea al desarrollo, a la conservación o a la investigación, dependiendo de los objetivos y de las condiciones concretas en que se establecen (UNESCO, 1984).

Basados en la particular importancia biológica y ecológica de las Islas Revillagigedo para el país y el mundo, en el hecho de que no hay una población humana nativa importante en el Archipiélago, en la creciente pérdida del hábitat, en la reducción de poblaciones de flora y fauna e incluso en que se está dando la extinción de animales y plantas únicas en el mundo, proponemos que el manejo de esta reserva se enfoque en dos de las funciones básicas definidas por la UNESCO (1984): en la conservación y en la investigación científica. Esto implicaría que se daría una especial atención a la conservación del material genético y de los ecosistemas del Archipiélago.

Bajo este enfoque, entonces podrían considerarse los siguientes objetivos para la reserva:

Conservación

- I. Proteger y mantener la diversidad genética del Archipiélago. Brindando especial atención a la prevención de la extinción de especies de vertebrados endémicos y procurando la recuperación de las especies extirpadas del área, como la Paloma de Socorro.
- II. Contribuir a la conservación de la diversidad de ecosistemas dentro del Archipiélago. Brindando especial protección y procurando la restauración de las zonas de anidación de aves y otras especies de vertebrados endémicas.
- III. Contribuir a mantener los procesos ecológicos esenciales. Específicamente brindando protección al suelo y procurando la recuperación de las áreas erosionadas de las islas Socorro y Clarión.
- IV. Proteger el paisaje natural y la belleza escénica del Archipiélago. Brindando especial protección a las playas arenosas y paisajes de gran belleza de las islas Socorro y Clarión.

Investigación

V. Promover la investigación científica y el monitoreo ambiental. Fomentando el desarrollo de proyectos multinstitucionales en los campos de la geología, ecología, evolución y biogeografía. Así como en la zoología, botánica, edafología y otras disciplinas, procurando siempre la satisfacción de necesidades de información para un adecuado manejo de los recursos del Archipiélago. Desarrollar además, actividades de monitoreo ambiental para prevenir el deterioro del hábitat, la reducción de poblaciones silvestres y riesgos sísmicos.

VI. Promover la formación de recursos humanos en investigación, manejo y conservación de ambientes insulares y en educación ambiental. Brindando oportunidades para los investigadores, estudiantes y administradores de recursos de instituciones regionales y nacionales, así como de la población en general.

VII. Promover la divulgación de la información científica sobre los recursos del Archipiélago tanto a investigadores, administradores de recursos, estudiantes, naturalistas, conservacionistas, así como al público en general.

Desarrollo

VIII. Promover el desarrollo de proyectos de aprovechamiento ecoturístico del Archipiélago. Brindando una alternativa adicional de desarrollo a las regiones costeras más inmediatas y una oportunidad para fomentar la educación ambiental de la población en general.

Literatura Citada

- Albert, S.W. y G.M. Lyon. 1930. Marine Algae of the Revillagigedo Islands Expedition in 1925. *PROC. CAL. ACAD. SCI.* 19(11):109-215.
- Anthony, A.W. 1898. Avifauna of the Rivillagigedo Islands. *AUK* 15:311-318.
- Baptista, L.F. 1987. Andrew Jackson Grayson and "The Solitary Dove". *PACIFIC DISCOVERY* 40:30-37.
- Bratcher, T. y R.B. Burch. 1971. The Terebidae (Gastropoda) of the Clarion, Socorro, Cocos and Galapagos Islands. *PROC. CAL. ACAD. SCI.* 37(21):537-566.
- Brattstrom, B.H. 1990. Biogeography of the Islas Revillagigedo, México. *JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY* 17:177-183.
- Brattstrom, B.H. y T.R. Howell. 1956. The birds of the Revillagigedo Islands, México. *CONDOR*. 58:107-120.
- Bennett, E.B. 1963. An Oceanographic atlas of the eastern tropical Pacific Ocean, based on data from EASTROPIC Expedition, October-December 1955. *INTER-AMER. TROP. TUNA COMM. BULL.*, 8: 33-165.
- Brown, J. Y A. Gibson. 1983. *BIOGEOGRAPHY*. The C.V. Mosby Company. St Louis, USA. 643 pp.
- Cromwell, T. y E.B. Bennett. 1959. Surface drift charts for the Eastern Tropical Pacific. *INTER-AMERICAN TUNA COMMISSION BULLETIN*, 3: 217-237.
- Diamond, J. 1975. The island dilemma: Lesson of moder biogeography studies for the desig of natural re-

- sources. **BIOLOGICAL CONSERVATION** 7:129-146.
- Diamond, J. 1985. Population process in island birds: immigration, extinction and fluctuations. Pp. 17-21. **IN: CONSERVATION OF ISLANDS BIRDS. CASE STUDIES FOR THE MANAGEMENT OF THREATENED SPECIES.** International Council for Bird Preservation Technical Publication No. 3 (ed. P. J. Moors). Procc. Of a Symposium Hold at the XVIII ICBP World Conference. Cambridge, England. 271 pp.
- Eberhard, T. 1988. Introduced birds and mammals and their ecological effects. **SWEDISH WILDLIFE RESEARCH** 13(4):137 pp.
- ICBP. 1992. **PUTTING BIODIVERSITY ON THE MAP: PRIORITY AREAS FOR GLOBAL CONSERVATION.** International Council for Bied Preservation. Cambridge, UK. 6 pp.
- IUCN. 1980. **ESTRATEGIA MUNDIAL PARA LA CONSERVACION. IUCN-PNUMA-WWF.** Morges, Suiza. 42 pp.
- Jordan, D.S. y B.W. Evermaan. 1900. The Fishes of the Middle North America. **BULL. U.S. NAT, MUS.** 1-4(47):3313 pp.
- Jordan, D.S. y R.C. McGregor. 1889. List of the Fishes Collected at the Revillagigedo Archipelago and Neighboring Islands. Rep. Comm. U.S. Comm. **FISH FISH.** 24:271-284.
- Kepler, C. y M. Scott. 1985. Conservation of islands ecosystems. Pp. 255-271. **IN: CONSERVATION OF ISLANDS BIRDS. CASE STUDIES FOR THE MANAGEMENT OF THREATENED SPECIES.** International Council for Bird Preservation Technical Publication No. 3 (ed. P. J. Moors). Procc. Of a Symposium Hold at the XVIII ICBP World Conference. Cambridge, England. 271 pp.
- King, W. 1985. Islands birds: will the future repeat the past? Pp. 111. **IN: CONSERVATION OF ISLANDS BIRDS. CASE STUDIES FOR THE MANAGEMENT OF THREATENED SPECIES.** International Council for Bird Preservation Technical Publication No. 3 (ed. P. J. Moors). Procc. Of a Symposium Hold at the XVIII ICBP World Conference. Cambridge, England. 271 pp.
- Llinas-Gutierrez, J., D. Lluch-Cota, A. Castellanos y A. Ortega R. 1993. La isla Socorro, Revillagigedo, Mexico. Pp. 520-534. **IN: BIODIVERSIDAD MARINA Y COSTERA DE MEXICO.** Salazar-Vallejo, S.I. (Ed.). CIQRO.
- Medina, G.M. 1978. **MEMORIA DE LA EXPEDICION CIENTÍFICA A LAS ISLAS REVILLAGIGEDO, 1954.** Universidad de Guadalajara. 333 pp.
- Montgomery, R.B. 1959. Salinity and residence time of subtropical oceanic surface water. **ROSSBY MEMORIAL** Vol.:143-146.
- Montgomery, R.B. y E.D. Stroup. 1962. Equatorial waters and currents at 150°W in July-August, 1952. **JOHN HOPKINS OCEANOGRAPHY STUDIES** 1:1-68.
- Reid, O.R. 1948. The ecuatorial currents of the eastern Pacific as maintained bt stress of the wind. **JOURNAL OF MARINE RES.** 7:74-99.
- Reid, J.L. 1960. Oceanography of the northeastern Pacific Ocean during the last ten years. **CALCOFI PROGRESS REP.** 7: 77-90.
- Reid, J.L. y A.W. Mantyla. 1978. On the mid depth circulation of the North Pacific ocean. **JOURNAL OF PHYSICAL OCEAN.** 8:946-951.
- Reid, J.L., G.I. Roden y J.G. Willey. 1958. Studies of the California Current System. Calif. coop. **OCEANIC FISHERIES INVEST. REP.** 6:28-57.
- Roden, G.I. 1962. Oceanographical aspects of Eastern Equatorial Pacific. **GEOFISICA INTERNACIONAL** 2:77-92.
- Roden, G.I. 1964. Oceanographic Aspects of the Gulf of California. p. 30-58 **IN: MARINE GEOLOGY OF THE GULF OF CALIFORNIA; A SYMPOSIUM.** T.H. VAN ANDEL, AND G.G. SHOR (EDITS). Amer. Assoc. Pet. Geol. Mem. 3.
- Roden, G.I. 1970. Aspects of the mid-Pacific transition zone. **JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH.** 75:1097-1109.

- Roden, G.I. 1971. Aspects of the transition zone in the Northeastern Pacific. **JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH** 76: 3462-3475.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1984. **PROGRAMA NACIONAL DE DESARROLLO 1984-1988**. SEDUE. México, D.F. 271 pp.
- Secretaría de Desarrollo Urbano Ecología. 1988. **LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE**. Talleres Gráficos de la Nación. México: 149 p.
- Secretaría de Desarrollo Social. 1993. **AREAS PROTEGIDAS DE MEXICO**. México, D.F. 216 pp.
- Snodgrass, E.R. y E.H. Metler. 1905. Shore Fishes of the Revillagigedo, Clipperton, Cocos and Galapagos Islands. **PROC. WASH. ACAD. SCI.** 6:333-427.
- Soule, M. 1983. What do we really know about extinction?. P. 111-122. IN: **GENETICS AND CONSERVATION. A REFERENCE FOR MANAGING WILD ANIMAL AND PLANT POPULATION**. Benjamin/Cummings Pub., Menlo Park, CA.
- Strong, A.M. y H.G. Dallas. 1930. Marine Mollusca Of the Revillagigedo Islands, México. **PROC. CAL. ACAD. SCI.** 19(2):109-215.
- UNESCO. 1984. Plan de acción para las reservas de biosferas. **LA NATURALEZA Y SUS RECURSOS** 20 (4):1-12.
- Villalobos, A. 1960. Notas acerca del aspecto hidrobiológico de la parte sur de la isla. Pp. 154-180. IN: J. ADEM, E. COBO, L. BLÁSQUEZ, F. MIRANDA, A. VILLALOBOS, T. HERRERA, B. VILLA Y L. VÁSQUEZ (ED.). **LA ISLA SOCORRO. ARCHIPIELAGO DE LAS REVILLAGIGEDO**. Monog. Inst. Geofis. UNAM 2.
- Wyrtki, K. 1965a. Surface currents in the eastern equatorial Pacific Ocean. **INTER-AMER. TROP. TUNA COMM. BULL.** 9:270-304.
- Wyrtki, K. 1965b. The thermal structure of the eastern Pacific Ocean. **DEUTSCH. HYDROG. ZEITS. ERGÄNZUNGSHELF** 1-84.
- Wyrtki, K. 1967. Circulation and Water Masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. **J. OCEANOL. AND LIMNOL.** 1(2):117-147.
- Wyrtki, K. 1966. Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. **OCEANOGR. MAR. BIOL. ANN. REV.** 4: 33-68.

Capítulo 3

DIAGNOSTICO DEL ARCHIPIELAGO

En este capítulo, se proporciona un diagnóstico general del Archipiélago en términos de: Primero, una amplia descripción de sus rasgos naturales (físicos y biológicos), histórico-culturales y socioeconómicos. Segundo, un análisis de su problemática ambiental y necesidad de conservación, en un contexto global, nacional y regional y, Tercero, una valoración de su importancia ecológica, estratégica y científico-educativa.

El capítulo está dividido en 5 secciones; en la sección 3.1 se describen las características en términos de edafología, rasgos hidrofisiográficos y geológicos y climatología; la sección 3.2 corresponde a las características bióticas y se hace referencia a la flora y vegetación; se describe la herpetofauna, mastofauna, las aves terrestres y marinas, e incluye un apartado sobre artrópodos; y por último, se hace una caracterización del ambiente marino, tanto física como biológica.

Asimismo, este capítulo contempla aspectos socioeconómicos, de tenencia de la tierra y uso del suelo. En la última sección se aborda la problemática ambiental.

3.1. CARACTERISTICAS FISICAS

3.1.1. Edafología

Yolanda Maya, Federico Salinas y Enrique Troyo

Isla Socorro

Debido a la ubicación tropical de la isla y a su origen volcánico, el desarrollo de los suelos ha dado lugar a interesantes contrastes tanto en color y profundidad, como en textura y fragilidad; es decir, en la susceptibilidad que tienen a ser erosionados. De acuerdo con los grupos de suelos presentes, el modo de formación de los mismos y su edad, la Isla Socorro se puede dividir desde el punto de vista edafológico en tres grandes áreas:

En la región norte dominan suelos delgados que yacen directamente sobre derrames de lava y piroclásticos. Esta región es la que presenta las pendientes más abruptas de la isla y sostiene una densa vegetación que no requiere de suelos profundos para prosperar, por lo que se torna prácticamente infranqueable el acceso a esta parte de la isla. En la región central dominan suelos derivados de vidrio volcánico, que sepultan rocas y suelos más antiguos hacia el sur del volcán. La baja densidad aparente es característica de los suelos de vidrio volcánico, lo que los hace muy susceptibles a la erosión eólica.

En la región sur se encuentran suelos arcillosos, rojos y profundos. Al parecer, la distribución de este tipo de suelos alcanzaba en épocas anteriores áreas más cercanas a las faldas del volcán, pero actualmente se encuentran sepultados en las cercanías por el material de erupciones más recientes. Sin embargo, es posible observarlos en las zonas en las que la erosión los ha dejado al descubierto.

A continuación se describen brevemente los diferentes grupos de suelo que se encuentran en la isla. En la Figura 1, se puede ver su distribución (Maya *et al.*, 1994). La clasificación de los suelos corresponde al Sistema de Clasificación FAO/UNESCO modificada por CETENAL en 1970 (CETENAL, 1975).

Litsoles. Son suelos delgados que sobreyacen directamente a la roca y sólo llegan a presentar un horizonte "A" por la acumulación de materia orgánica. Se encuentran distribuidos prácticamente por toda la isla, asociados a otros suelos, aunque dominan en la región noroeste.

Andosoles. Son suelos derivados de vidrio volcánico con baja densidad aparente, lo que los hace fácilmente erosionables. En el caso de Isla Socorro se derivan de material relativamente reciente arrojado por el volcán, por lo que frecuentemente sepultan suelos más antiguos. Aunque son jóvenes, presentan horizontes y procesos edáficos que le confieren morfología distintiva a sus subunidades. En la isla se encontraron dos subunidades: andosoles mólicos y andosoles óricos. Debido a sus características son suelos muy frágiles, por lo que se debe evitar la eliminación de la cubierta vegetal que los protege.

Luvisoles. Se caracterizan por ser suelos maduros, que tienen un elevado contenido de arcilla en el horizonte "B". Esta característica hace que sean muy fácilmente erosionables. Generalmente presentan colores rojizos a causa de la oxidación del hierro que contienen. Son dos las subunidades presentes en la isla: luvisoles crómicos y luvisoles óricos. Ambos se encuentran en la porción sur y presentan avanzados problemas de erosión, principalmente en forma de cárcavas, a causa de la eliminación de la cubierta vegetal.

Regosoles. Suelos jóvenes, por tanto similares al material que les dió origen y generalmente formados por materiales sueltos. En la isla, la subunidad es regosol eutrítico, presentándose en los pequeños conos cineríticos formados por la acumulación de materiales piroclásticos, que están al sur de la isla. También se encuentran algunas pequeñas unidades de regosol calcárico, en zonas donde la acumulación de arena ha formado pequeñas playas.

Feozem. Son suelos maduros, con un horizonte "A" profundo y muy oscuro. En la isla se encuentran feozem lúvicos asociados a los luvisoles en el sur, en las partes bajas cercanas al volcán Evermann.

De entre todas las especies que han sido introducidas a la isla, desde el punto de vista edafológico la del borrego doméstico *Ovis aries* ha sido la más importante, por el efecto que sus actividades han tenido sobre el suelo. La expansión del borrego hacia la parte sur de la isla, aunada a su crecimiento poblacional y a fenómenos tales como la ocurrencia de lluvias y perturbaciones ciclónicas, han originado la perturbación en alto grado e incluso la eliminación total de la cubierta vegetal en esta región, como consecuencia del sobrepastoreo. En ella se encuentran grandes superficies desprovistas de vegetación que presentan diferentes grados de erosión. La forma de erosión más importante en la Isla Socorro es la erosión en cárcavas u hondonadas, aunque también hay erosión hídrica laminar.

Isla San Benedicto

Prácticamente toda la isla está formada por un cono cinerítico. Debido a esta característica, el material geológico, constituido por cenizas volcánicas, está prácticamente suelto. Los suelos de esta isla pertenecen al grupo de los Regosoles, suelos jóvenes que no presentan horizontes o capas formadas por procesos edáficos, como los horizontes de acumulación.

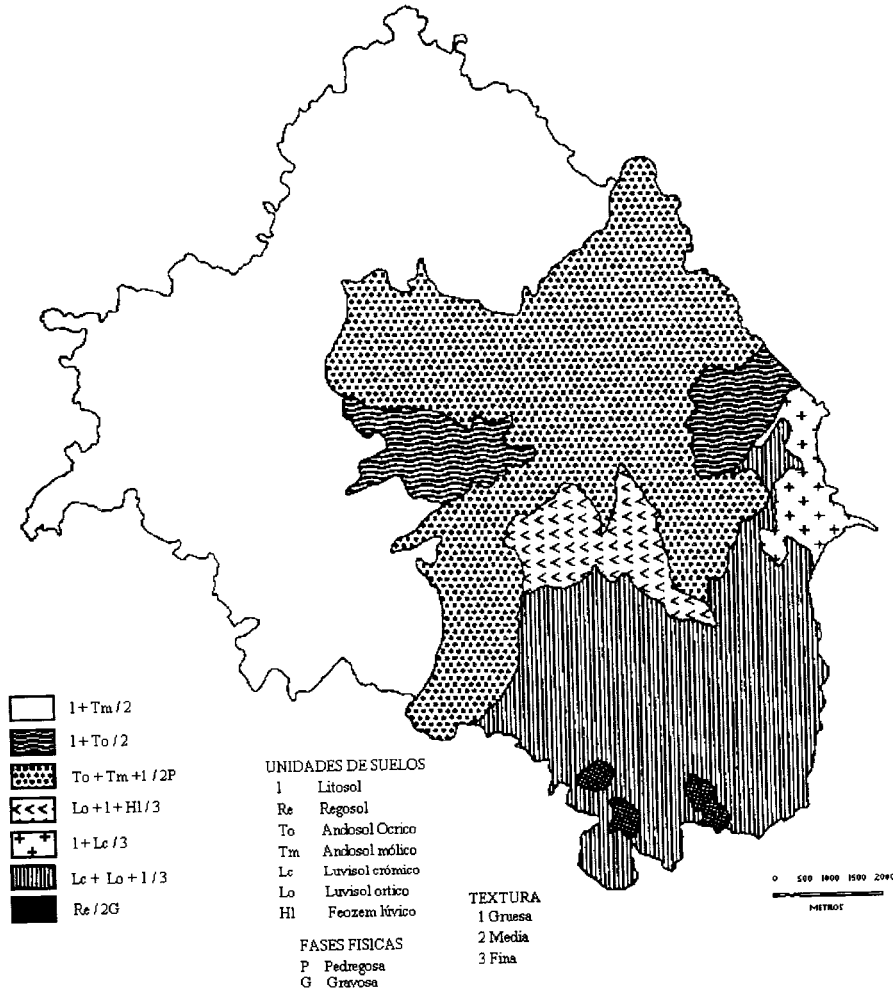


Fig. 1.- Tipos de Suelo de Isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo

3.1.2. Rasgos hidrofisiográficos y propuestas para controlar la erosión en la Isla Socorro

*Enrique Troyo-Diéguez, Federico Salinas-Zavala
y Yolanda Maya*

3.1.2.1. Rasgos Topográficos, Fisiográficos

Isla Socorro es la más grande de las cuatro que forman el archipiélago de las Revillagigedo; tiene un diámetro máximo de 16 km en dirección NW-SE y una superficie aproximada de 167 km². Constituye la parte superior de un volcán que se levanta casi 4000 m desde el fondo del océano. Su diámetro en la base es de 48 km y se caracteriza por sus lomeríos de altitud media, profundas cañadas y planicies. Su rasgo geológico predominante, y que al mismo tiempo es su cima más alta (1050 m; Ortega-Gutiérrez y Sánchez-Rubio, 1985), es el volcán Evermann, denominado así en honor de uno de sus primeros exploradores: el Dr. Evermann (Medina, 1978). De acuerdo con la carta batimétrica denominada Islas Revillagigedo CB-006, editada por DETENAL (1983), Isla Socorro se localiza en la cresta del Este del Pacífico, al norte de la elevación de los matemáticos.

La Isla Socorro es en realidad un gran volcán actualmente casi inactivo, el Evermann, cuya altura máxima es de 1050 m. Por su ubicación cercana a los 19° N, la Isla Socorro puede considerarse como tropical. En las faldas del mencionado volcán existen numerosos pequeños conos volcánicos adventicios que son más abundantes entre los 200 y los 400 m de altitud, principalmente en los lados sur y sureste. Los pequeños volcanes adventicios parecen haber tenido actividad más reciente que el volcán principal, el Evermann, y aunque algunos han sido alterados por la erosión y han tomado otras formas, redondeadas y de domo, otros conservan su cráter más o menos característico. El volcán Evermann se encuentra rodeado en un radio de 3½ Km por 12 volcanes adventicios distribuidos principalmente en la porción sureste, encontrándose otros diez en un radio de 4½ Km.

3.1.2.2. Hidrografía

La red fluvial es incipiente y los cauces prácticamente carecen de afluentes; sus

cuencas hidrográficas son extremadamente reducidas, como lo revelan sus índices específicos y de drenaje. El primero es de 0.06 y el segundo 0.03 para el arroyo mayor. En contraste, el índice erosivo coloca a los cauces en la categoría de torrenteras, muchos de ellos convirtiéndose peligrosamente en cárcavas. El escurrimiento superficial es temporal y se debe al carácter violento de las precipitaciones que acompañan los ciclones y tormentas tropicales. No existen en la isla corrientes de agua superficiales permanentes.

3.1.2.3. Características Geológicas

Geología descriptiva

Las características geológicas han sido descritas inicialmente por Blásquez (1960), citado por Adem *et al.* (1960), quien encontró rocas del tipo traquitas, tobas traquíticas y basaltos, además de arenas y cenizas basálticas, entre otras. Posteriormente Bryan (1964, 1966 y 1967), profundiza acerca de la petrología y los mecanismos de erupción de esta región. Desde un punto de vista global, la geología aparentemente es sencilla. De acuerdo con Bryan (1976), citado en Carballido (1991), la mitad septentrional de la isla está integrada por derrames de piroclásticos y de lava, las que estratigráficamente son las más jóvenes que afloran en el área. Las rocas del volcán Evermann son casi exclusivamente traquitas de cuarzo y rocas de la serie alcalina, tales como: comenditas y panteleritas (Ortega-Gutiérrez y Sánchez-Rubio, 1985), mientras que las rocas de Lomas Coloradas son traquibasaltos y traquitas con algunos domos recientes.

Geología estructural

En la base de la isla se encuentra una toba traquítica (considerándose ésta posiblemente como la roca más antigua) debajo de una brecha basal de una corriente de traquita. Tales rocas muestran una coloración azulada muy oscura, casi negra, con oxidaciones intensas de sus minerales ferromagnesianos que le proporcionan tintes rojizos y cafés.

La disposición de las corrientes, concordes con sus fragmentarios de sustentación, muestra que no fue únicamente el volcán Evermann el emisor de rocas traqui-latíticas, sino que también existieron otros focos volcánicos, aunque ninguno de ellos alcanzó tanta altura y completó un ciclo eruptivo semejante.

Las rocas traquíticas quedaron cubiertas en su mayor parte por las rocas

de tipo basáltico provenientes del Evermann y sus adventicios secundarios y terciarios; en la secuencia estructural formaron primero una gran plataforma submarina, integrante de la llamada meseta "Albatros" y posteriormente formaron también una serie de corrientes, dispuestas en terrazas escalonadas.

3.1.2.4. Estado actual de la erosión del suelo

La introducción a la isla del borrego doméstico (*Ovis aries*) ocurrió desde el siglo pasado en 1869 por John Smith (Levin y Moran, 1989); su expansión a gran parte de la isla y su crecimiento poblacional, ha originado la pérdida total y la perturbación en alto grado de la vegetación nativa en aproximadamente 2,000 hectáreas, debido al sobrepastoreo ejercido por dicho rumiante (Castellanos *et al.*, 1991). Las zonas más erosionadas se localizan en el centro-este, centro-sur y suroeste de la isla, siendo nula en la parte norte. Aplicando la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelos EUPS (Peterson y Swan, 1979), se determinaron pérdidas de suelo en las partes más erosionadas de hasta 30 t/ha por año, y para las partes con pendientes más pronunciadas, pérdidas potenciales hasta de 90 t/ha por año (Maya *et al.*, 1990).

Una de las formas de erosión más importantes que se presentan en Isla Socorro es, sin duda, la erosión en cárcavas; lo anterior se debe a que la mayor parte del suelo erosionado se moviliza en forma total e inmediata por efecto de la corriente de agua que provocan los escurrimientos superficiales. Las cárcavas de la Isla Socorro se clasifican en medianas por tener de uno a cinco metros de profundidad y drenar de dos a cinco hectáreas (Anaya-Garduño *et al.*, 1982).

Los escurrimientos superficiales tienen su origen en las abundantes precipitaciones pluviales que se presentan principalmente en los meses de verano, 476 mm anuales en promedio, para cuatro años de registro (1988-1991). Debido a la ubicación geográfica de la isla, ésta se encuentra en la trayectoria de las tormentas tropicales y huracanes que se originan en el Pacífico nororiental (Reyes y Mejía-Trejo, 1991), los cuales se desvían generalmente en dirección noroeste (Luna, 1975), acercándose frecuentemente al archipiélago de las Revillagigedo.

De acuerdo con el criterio de Latorre y Penilla (1988), el número promedio de perturbaciones atmosféricas que se acercan a isla Socorro y que por ende tienen influencia en la precipitación es de 3 ciclones anuales, aunque dicho número varía año con año (SARH, 1981, 1987).

Por lo anteriormente expuesto, la principal causa que origina la formación de cárcavas en la isla son las abundantes lluvias que se registran principalmente durante los meses estivales. Sin embargo, debe considerarse igualmente la textura

del suelo, con altos contenidos de arcilla (Maya *et al.*, 1990), y el efecto de sobrepastoreo que en las últimas décadas ha ejercido el borrego, que al no tener competidores ni depredadores naturales que controlen su población ha experimentado una explosión demográfica de grandes magnitudes (6 borregos por cada 10 Ha, según Castellanos *et al.*, 1991). La escasa cubierta vegetal en vastas áreas de la isla, provoca que los grandes escurrimientos se concentren en las depresiones naturales del terreno o en los llamados "pasos de ganado" que son las sendas que estos animales marcan al movilizarse de una zona de pastoreo a otra.

En las áreas erosionadas de la Isla Socorro, el paso continuo de los borregos introducidos genera surcos de apreciable profundidad en los cuales se concentran los escurrimientos y que posteriormente son el origen de la formación gradual de cárcavas profundas (Suárez, 1982), provocando con ello la pérdida constante del suelo. En el presente trabajo se calculan los escurrimientos máximos y se proporcionan recomendaciones para la construcción de estructuras de control de avenidas de agua que permitan disminuir la erosión del suelo en Isla Socorro.

Estimación del escurrimiento superficial y estructuras de conservación

El diseño de cualquier estructura utilizada para la conservación de suelos requiere de la información sobre los escurrimientos máximos probables, ya que las técnicas de conservación de suelos, en la mayoría de los casos, están encaminadas a reducir el flujo incontrolado de los escurrimientos superficiales de tal forma que reduzcan o minimicen la erosión.

Para el cálculo del escurrimiento máximo en las cárcavas de la Isla Socorro se utilizó el método simplificado de huellas máximas que tiene la ventaja de no requerir de datos de precipitación; este método se recomienda en cauces donde es posible observar claramente las huellas dejadas por los escurrimientos máximos que hayan ocurrido (Anaya-Garduño *et al.*, 1982).

Se seleccionaron cinco cárcavas representativas de cada una de las cuencas de drenaje con diferentes pendientes, dos con paredes de tendencia vertical o de sección transversal en forma de "U" y tres con taludes inclinados o en forma de "V". En cada una de las cárcavas se seleccionó un punto de descarga representativo, es decir, el lugar donde iría colocada una de las estructuras de control de azolves; según las condiciones de la cárcava y la topografía del terreno, se calculó el área de la sección transversal, perímetro mojado y pendiente de la plantilla de la cárcava con nivel de manguera, corroborando con nivel de mano. Para el cálculo de la velocidad de flujo se utilizó la fórmula de Manning (Anaya-Garduño *et al.*, 1982) y el gasto máximo se calculó con la ecuación de continuidad; los gastos estimados se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características físicas de las cárcavas muestreadas en isla Socorro.

Cárcava	Tipo	Q,m3/seg	Long., m
1	"U"	22.6	530.6
2	"V"	12.6	99.1
3	"V"	10.0	100.0
4	"V"	24.2	217.0
5	"U"	49.2	811.7

DISCUSIÓN

La presencia de paredes o taludes verticales en las cárcavas se debe a que se formaron en terrenos con textura gruesa, lo cual favorece el derrumbe de los taludes, produciendo cortes verticales en los mismos. Estas cárcavas, a causa de la caída de agua, crecieron a lo largo del área drenada tanto aguas abajo, en dirección del flujo de escorrentía, como hacia arriba de la propia caída. Posteriormente, las cárcavas se conectaron con desagües secundarios y formaron nuevas caídas de agua, lo que ocasionó una ramificación del cauce principal. En el segundo caso, las paredes inclinadas de las cárcavas se explican por la presencia de terrenos con textura más fina y con pendientes muy pronunciadas, alrededor del 25%, por lo que la cárcava se forma por el desgaste del suelo producido por el poder erosivo del escurrimiento.

Se encontró que en las cárcavas con paredes verticales, el escurrimiento es mayor, debido a que son cárcavas de mayor tamaño por las propias características físicas del terreno, a la altura de la caída de agua y drenan cuencas más grandes, independientemente de que tienen una pendiente menor que las cárcavas con taludes inclinados. La estimación de los escurrimientos máximos en las cárcavas son importantes para el diseño del vertedor de demasias en las presas de control de azolves utilizadas para regular la erosión y estabilización de las cárcavas. Este vertedor debe de ser capaz de desalojar libremente el gasto máximo que pueda llevar la cárcava, ya que si este rebasa al vertedor puede ocasionar que se erosionen los flancos de la cárcava donde va colocada la estructura (León, 1984).

Estructuras recomendadas

Las presas recomendadas para el control de azolves en las cárcavas de isla Socorro son las de piedra acomodada, ya que este material abunda en el área y es de excelente calidad para la construcción de este tipo de estructuras. Además, se recomiendan en cárcavas de pendiente moderada con cuencas de tamaño mediano; tales presas son de gran duración y estabilidad debido a la resistencia del material, y su propio peso asegura un contacto estrecho entre la estructura y el fondo de la cárcava.

3.1.3. Climatología

Rocío Coria Benet

El Archipiélago se localiza en una región de alta incidencia de ciclones que producen lluvias abundantes y descensos en la temperatura provocando una alta humedad en la atmósfera acompañada de nubosidad, neblina y abundante producción de rocío.

Únicamente es posible caracterizar en parte las condiciones del clima de Isla Socorro debido a que sólo existen registros de la estación climatológica instalada en la parte sur de la isla, situada en las coordenadas: 18° 43' N y 110° 57' W, a una altitud de 38 m. Del análisis de sus datos y de acuerdo con la clasificación climática de Koeppen modificada por García (1981), el sur de la isla, es el más seco, presentando un tipo climático BS₀(h)w(i'), esto es, árido, cálido, con régimen de lluvias de verano, con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10%, y poca oscilación térmica anual. La temperatura media anual es de 24.6° C, la temperatura máxima media extrema es de 31.2° C y la mínima media extrema de 19.1° C presentándose la máxima absoluta en el mes de julio (36.1° C) y la mínima absoluta en febrero (5.0° C). La precipitación total anual es de 404.7 mm, la cual se concentra en la temporada de verano y se incrementa debido a la influencia de ciclones que pasan por esa área geográfica.

Desafortunadamente, no existen más estaciones climatológicas, para conocer con exactitud el clima de Isla Socorro; de acuerdo a la vegetación que se presenta a diferentes altitudes en la isla, Miranda (1960) menciona que en la parte alta del volcán Evermann la temperatura media es de 17° C y la precipitación de 1,200 mm. En el cuadro 1 se presentan los datos de temperatura media, máxima y mínima media mensual, en donde se aprecia que durante el verano se presentan la temperatura media mensual y máxima más altas. La temperatura mínima media mensual presenta su valor más bajo en el mes de marzo (Fig. 1)

Para poder tener una aproximación de la temperatura que se presenta en las partes altas de la Isla Socorro, específicamente en el Monte Everman, que es la cumbre más elevada (1,050 m), se empleó la fórmula de García (1983) para calcular el gradiente térmico:

$$\text{Temperatura lugar alto} - \text{Temperatura lugar bajo} = \text{Diferencia en altitud} \times \frac{\text{Gradiente}}{100}$$

Cuadro 1. Datos de temperatura media, máxima y mínima media mensuales de Isla Socorro.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Med	22.6	22.5	22.0	23.2	23.5	24.6	27.0	27.0	27.0	27.1	25.5	24.4
Máx	28.8	30.2	29.4	32.5	31.0	31.5	32.7	32.7	32.1	33.0	31.4	29.1
Mín	17.1	16.2	15.7	16.0	18.3	18.6	21.3	22.4	21.8	21.8	20.2	20.5

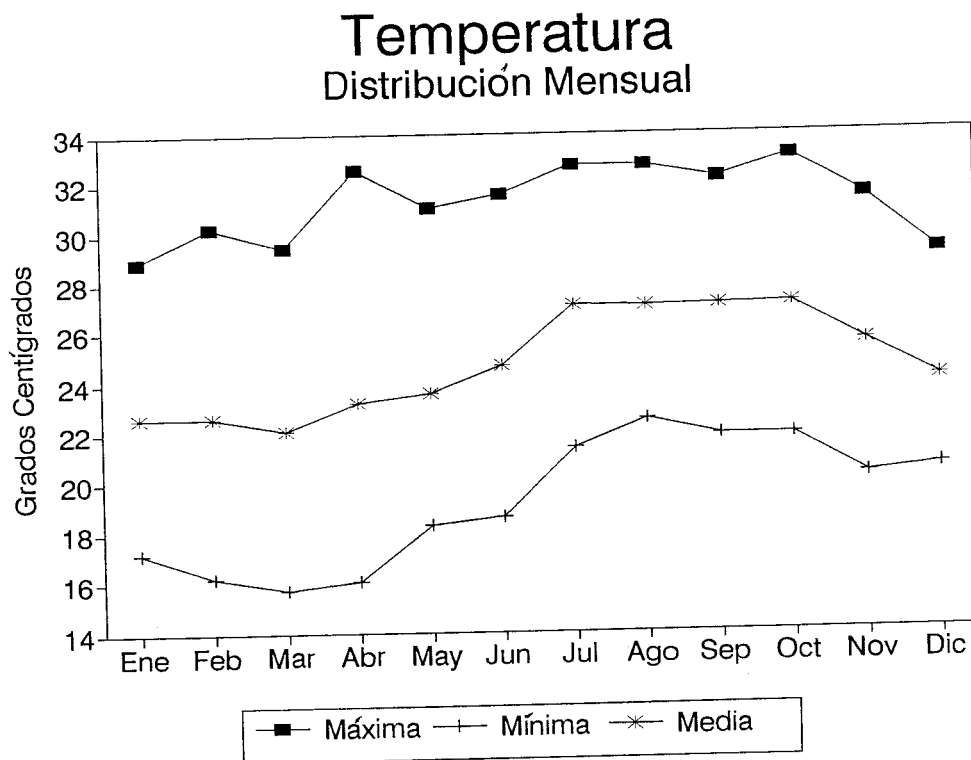


Figura 1. Distribución mensual de la temperatura media, máxima y mínima obtenida de los registros de la estación climatológica de Isla Socorro. Fuente: Coria, 1994.

De acuerdo con la cual la temperatura en la cima del Monte Evermann sería de 18° C, contemplando la variación que sufre este parámetro a lo largo del gradiente altitudinal.

La precipitación total anual es de 404.7 mm, registrada en la estación climatológica. Este parámetro sufre variaciones debido a la topografía del sitio.

En el cuadro 2 se presentan los datos de precipitación media mensual para la parte sur de la isla, en donde puede observarse que el mes más lluvioso es septiembre y el mes más seco abril (Fig. 2).

Cuadro 2. Datos de precipitación media mensual de la estación Isla Socorro.

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
10.9	12.0	1.6	0.0	1.6	6.6	69.9	81.3	95.6	46.5	42.9	35.3

Precipitación Total Distribución Mensual

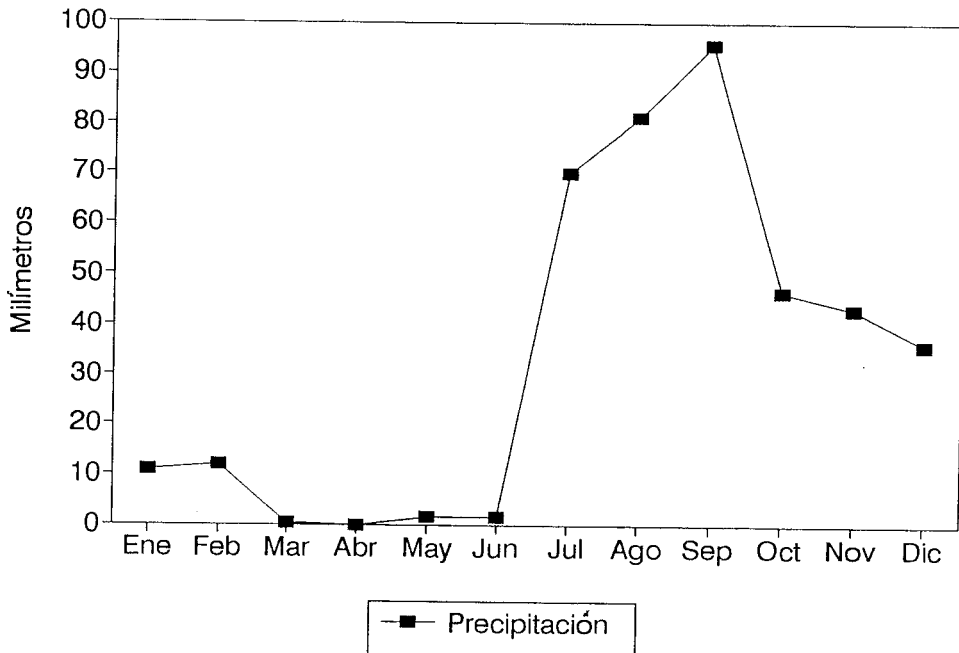


Figura 2. Distribución mensual de la precipitación que se registra en Isla Socorro. Fuente: Coria, 1994.

La distribución de la humedad relativa media a lo largo del año se presenta en el cuadro 3, en donde es posible apreciar que los valores son altos.

La alta humedad relativa que se aprecia a partir de los 700 m, donde se presentan elementos arbóreos, permiten la constante presencia de neblina que es condensada por la misma vegetación, evidencia de esto es el ramaje cubierto densamente por líquenes.

En el cuadro 4 se muestran los datos registrados en la estación Isla Socorro para fenómenos especiales a lo largo del año.

Para los fenómenos meteorológicos conocidos como ciclones, no existen reportes específicos de la estación climatológica de Isla Socorro, pero se consultaron varias fuentes bibliográficas y se conoce que las Islas Revillagigedo se encuentran en la trayectoria que siguen muchos de los huracanes o ciclones que se presentan en la costa oeste del Pacífico Mexicano (Serra, 1971). Según Serra (1971), la probabilidad anual de que un ciclón se acerque a más o menos 200 km de la costa es de 0.95. Revisando los registros climatológicos de la estación que corresponden al parámetro precipitación máxima extrema (Cuadro 5) se observa que durante los meses de julio a octubre hay un incremento sustancial en la cantidad de precipitación que se recibe en la isla, misma que se atribuye a la influencia del paso cercano de ciclones.

En este momento se puede hacer sólo la descripción climática de la parte sur de la Isla Socorro, que es la que se encuentra más accesible y en donde está instalada la estación climatológica.

Aún así, es posible apreciar que la cantidad de lluvia que se presenta durante el año está afectando directamente al suelo, aumentando el grado de erosión ya presente en la isla debido también al sobrepastoreo que ejerce el borrego feral y la acción de los vientos.

Para conocer bien el clima del Archipiélago de las Revillagigedo, será necesario establecer una red de estaciones climatológicas que además cubran el gradiente altitudinal dado por las condiciones topográficas que se presentan en las islas, ya que esto modifica considerablemente a los elementos del clima.

Cuadro 3. Datos mensuales de humedad relativa media en la estación Isla Socorro.

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
77	73	74	74	77	78	80	80	80	79	75	76

Cuadro 4. Número de días con fenómenos especiales en la estación Isla Socorro.

FENOMENO	No.
Días despejados	102.77
Días medio nublados	183.57
Días nublados	78.65
Días con granizo	0.0
Días con helada	0.0

Cuadro 5. Datos mensuales de precipitación máxima en la estación Isla Socorro.

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
173	83	30	0.0	15	72	329	158.4	197	196.	54	166

3.2 CARACTERISTICAS BIOTICAS

3.2.1. Flora y Vegetación.

José Luis León de la Luz y Aurora Breceda Solís-Cámara.

Introducción

La flora y vegetación de las islas del Archipiélago Revillagigedo se encuentran parcialmente documentadas. Socorro, es la relativamente mejor conocida ya que existen varios trabajos descriptivos sobre su composición florística, pero son escasas las contribuciones sobre la estructura de la vegetación (Johnston, 1931; Gentry, 1949, Adem *et al.*, 1960; Levin y Moran, 1989; León de la Luz *et al.*, 1995).

Clarión, por su lejanía, ha sido poco documentada; la biota de San Benedicto fué destruida por una erupción volcánica y su estatus actual se desconoce; Roca Partida es la isla más pequeña del Archipiélago, para ésta no se conocen plantas vasculares. A continuación se describe de manera general la flora y la vegetación de cada una de estas islas.

Socorro

Es la más grande del archipiélago, sus dimensiones aproximadas son de 16 x 11 km. De acuerdo con los registros de Levin y Moran (1989), en esta isla habitan 117 especies de plantas nativas y cuarenta y siete que han sido introducidas por el hombre durante el presente siglo. Las especies nativas se agrupan en noventa y nueve géneros y cuarenta y seis familias, las mejor representadas son Gramíneas, Compuestas y Leguminosas con doce, once y seis especies respectivamente. En la actualidad se han registrado treinta especies endémicas a la isla y seis más se encuentran en proceso de revisión. Las familias con mayor taxa endémicos son: Compuestas (cinco), Gramíneas (tres) y Labiadas (tres). La mayoría de las especies registradas son herbáceas, tanto para las nativas como las de arribo reciente.

La fisonomía de la vegetación es en términos generales "tropical"; sin em-

bargo, las diferencias altitudinales, topográficas, climáticas, de exposición y de suelo permiten el desarrollo de diferentes agrupaciones vegetales, León de la Luz *et al.* (1995) han descrito y delimitado seis tipos de agrupaciones, que se describen a continuación y se ubican en la Fig. 1:

- La Vegetación costera se encuentra distribuida irregularmente a lo largo de la rocosa franja litoral, acantilados, playas y dunas costeras. En esta vegetación las herbáceas son muy abundantes, aunque también se encuentran especies arbustivas y arbóreas.
- El matorral de *Croton masonii*, es una vegetación arbustiva dominada por esta especie, ocupa alrededor del 6% de la isla, encontrándose principalmente en la parte sur, desde el contorno de la franja costera hasta unos 250 m de elevación, se desarrolla sobre un extenso derrame basáltico con pendiente de leve a moderada.
- El pastizal ocupa discontinuamente una superficie insular del 1.5%, se distribuye en el extremo sur de la isla, sobre sitios de pendiente moderada y lomeríos de escasa elevación. Si bien el terreno puede considerarse rocoso, gran cantidad de suelo ha logrado acumularse entre las mismas rocas permitiendo así el establecimiento de gramíneas.
- El matorral mixto es el tipo de vegetación más extenso en la isla, ya que ocupa aproximadamente el 49% de la superficie total. Se distribuye desde el nivel del mar hasta 950 m de elevación. Esta vegetación se desarrolla sobre suelos pedregosos con pendientes moderadas a pronunciadas. Su riqueza florística parece ser la más alta y se compone principalmente de herbáceas perennes, de tallos semi-postrados, estoloníferos; algunas especies arbustivas y arbóreas.
- Los bosques ocupan una superficie aproximada del 25%. Las especies características de los bosques son arbóreas y la dominancia relativa de las especies varía en función de los niveles altitudinal. De acuerdo con los datos florísticos y estructurales la comunidad boscosa se puede subdividir en tres agrupaciones: bosque de *Ficus* (amate o higuera), bosque de *Bumelia-Psidium* y bosque de *Oreopanax-Ilex*.
- La pradera ocupa la parte central de la Isla, sobre el cono del volcán Evermann, ocupando una superficie del 1%. Esta vegetación se desarrolla en sitios con suelos someros, bajo la influencia de fuertes vientos y bajas temperaturas.

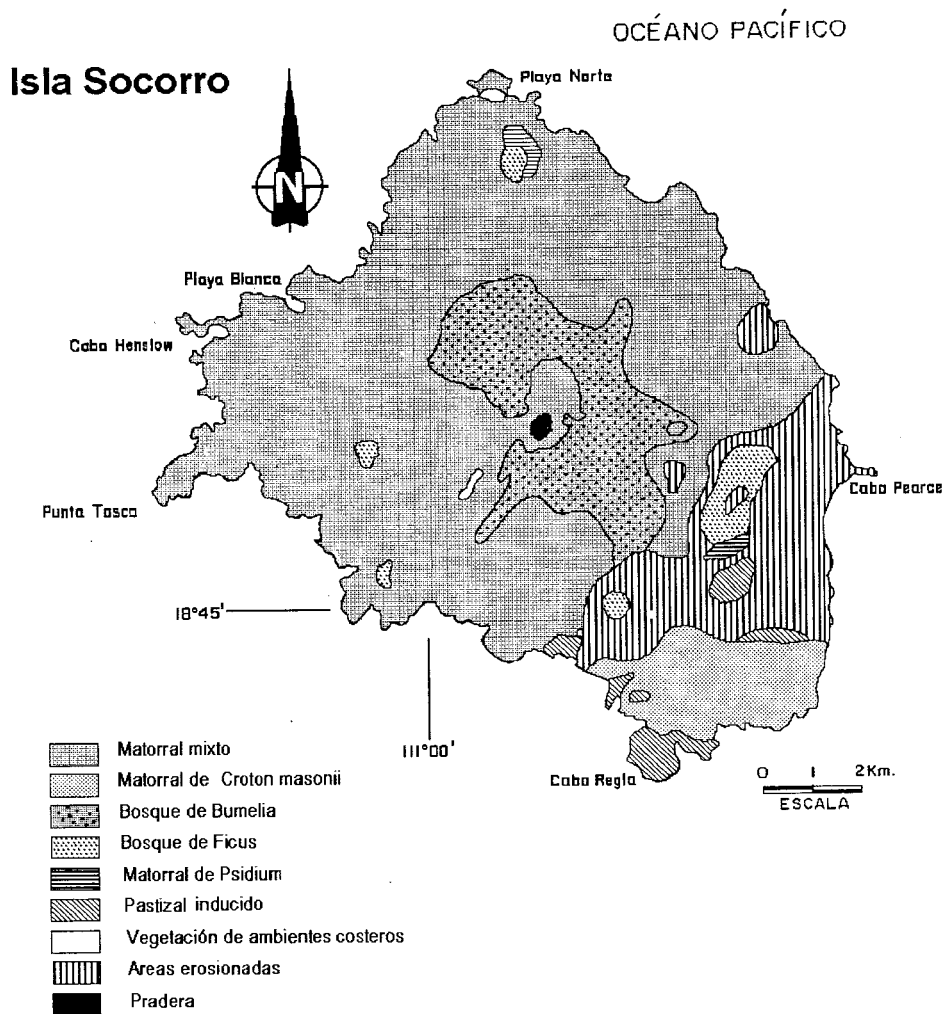


Fig. 1. Agrupaciones vegetales en Isla Socorro.

Además de los diferentes agrupaciones vegetales que se distribuyen en esta isla existen amplias zonas deforestadas, alrededor del 18% de la isla se encuentra en un proceso avanzado de erosión, proceso atribuido principalmente al efecto del sobrepastoreo del borrego doméstico, introducido hacia 1869. Las superficies erosionadas mantienen una flora muy pobre en cuanto a individuos y número de especies, las fases más graves se localizan sobre pendientes fuertes, en donde las cárcavas proporcionan un toque impresionante al paisaje.

La relativa diversidad de comunidades vegetales en Isla Socorro contrasta con lo planteado por Levin y Moran (1989) en torno a la flora; de acuerdo con estos autores, el endemismo de la flora puede catalogarse como "moderado" (26.5% de la flora nativa), y consideran que una de las principales causas que lo explica son las reducidas dimensiones de la Isla con escasos microambientes particulares para promover radiación adaptativa de los taxa existentes. Sin embargo, la presencia de varias agrupaciones vegetales en ésta es un reflejo de ambientes diversos, en los que se presentan singulares procesos selectivos. Así, el argumento sobre los escasos microambientes como una de las causas del moderado nivel de endemismos no parece del todo sólida.

Probablemente los factores que mencionan Levin y Moran (1989), como el relativo pequeño tamaño del Archipiélago Revillagigedo y el continuo arribo de material genético desde el macizo continental sean aspectos de mayor influencia sobre el moderado número de especies endémicas de Socorro. Este fenómeno puede además encontrar una respuesta en el origen de la misma Isla, posiblemente de unos pocos millones de años (Bohrson, 1994). No debe descartarse, también, la extinción masiva de la biota ante erupciones volcánicas recurrentes, tal y como sucedió en la década de los años cincuenta en la cercana San Benedicto, tras lo cual, el proceso de sucesión primaria ha tomado reiteradamente su lugar.

Clarión

La isla esta dominada por lomeríos y una planicie central, sus dimensiones aproximadas son 7.5 x 3 km, algunos cañones dividen los cerros; su máxima elevación alcanza 350 m; el sustrato se encuentra ocupado por rocas basálticas, algunos sitios muestran suelos profundos. La isla se encuentra ubicada a 300 km de Socorro. La especie vegetal más notoria de esta isla es una especie de "nopal" (*Opuntia* sp.) que también alcanza Socorro.

La flora de esta Isla, de acuerdo con Johnston (1931) y Levin y Moran (1989) consiste de cuarenta y dos especies, de las cuales tres son estrictamente endémicas a Clarión (7.1%), cinco son endémicas al sistema Clarión-Socorro, y cua-

tro al sistema Revillagigedo. La Fig. 2 muestra su conformación, no se reconocen asociaciones florísticas

Sobre la isla se reconoce el arribo antropogénico de sólo una especie vegetal, *Tribulus cistoides*, así como del cerdo doméstico (*Sus scrofa*) y de la liebre (*Lepus* sp.) que actualmente se encuentran en una población de decenas o centenares de individuos; aparentemente el nopal (*Opuntia*, sp.) dominante de la isla es su principal fuente de alimento.

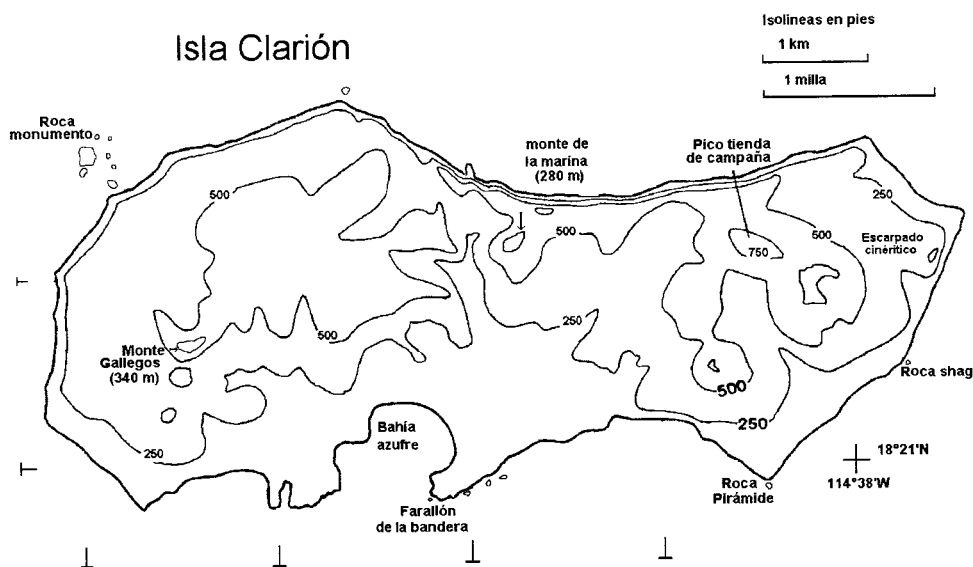


Fig. 2. Conformación de Isla Clarión.

San Benedicto

De acuerdo con Johnston (1931) es posiblemente la más reciente de las islas. Se encuentra a 48 km al norte de Socorro, sus dimensiones son de aproximadamente 5 x 1 km y su mayor elevación es un cono volcánico de casi 300 m de altitud (Johnston, 1931). Debido a su atribuida joven edad geológica, estudios previos a la erupción de 1952 (que destruyó parte importante de la biota terrestre) señalaban sólo 10 especies de plantas vasculares, de éstas sólo una se consideró endémica (*Erigeron crenatus*), dos más al sistema Revillagigedo. El último reporte sobre los vegetales terrestres de la isla es de Brattstrom (1963), quien señala que sólo seis especies habían recolonizado parte de esta isla. La Fig. 3 señala esquemáticamente su conformación

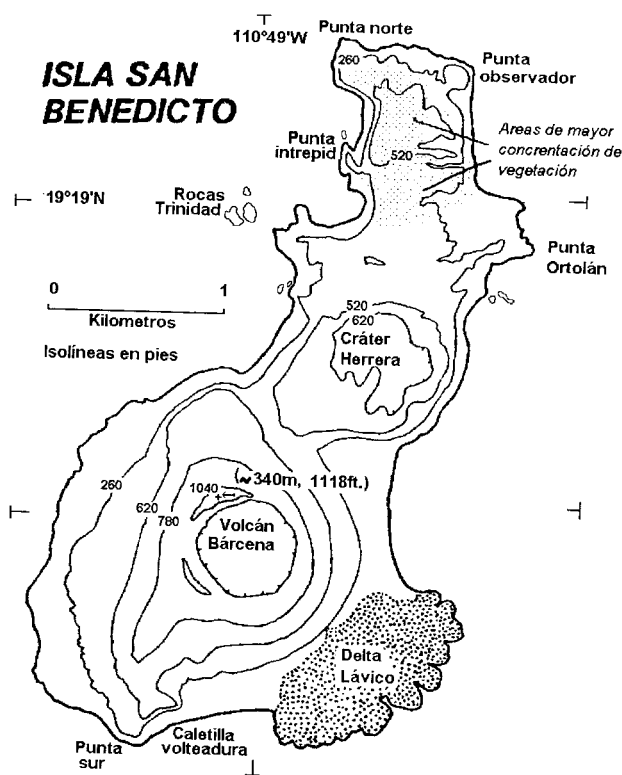


Fig. 3. Conformación de Isla San Benedicto.

Roca Partida.

Debido a que se trata de un islote rocoso de reducidas dimensiones, se considera que no brinda oportunidades al establecimiento de vegetación propiamente terrestre.

Conclusiones

La flora y vegetación de las islas que integran el Archipiélago Revillagigedo son importantes biológicamente debido a que, a pesar de su baja diversidad vegetal y al nivel moderado de sus endemismos, éstas constituyen un laboratorio natural para el estudio de procesos de sucesión primaria derivadas de la continua actividad volcánica en el Archipiélago. Desde esta perspectiva, San Benedicto llama la atención a raíz de sus treinta años de sucesión después de la prácticamente desaparición de su biota.

Las islas del Archipiélago Revillagigedo son sitios ideales para la realización de trabajos que pretendan profundizar sobre los procesos de colonización y dispersión de especies. La vegetación constituye refugio y sustento a la fauna que habita en estas islas. En los bosques de Socorro se han encontrado el mayor número de especies y subespecies de vertebrados terrestres presentes en la isla (Brattstrom, 1990; Rodríguez-Estrella *et al.*, 1995); se reconoce que éstos constituían el hábitat natural de la ahora extinta "paloma de Greyson" (*Zenaida greysonii*).

Del actual estudio de la vegetación de Socorro destaca la severa erosión a la que se encuentra sujeta, así como a los drásticos cambios sufridos durante los últimos treinta años como producto del sobrepastoreo de las poblaciones de borrego. En circunstancias parecidas puede encontrarse Clarión debido a la proliferación del cerdo doméstico y la liebre del continente que paulatinamente, desde la década de los 50s, han invadido la isla. Urgentes medidas de control de la fauna exótica y de la erosión deben efectuarse en estas áreas.

El control de la erosión de Socorro debe ser implementada con especies nativas, como *Opuntia* sp., *Dodonaea viscosa* y *Pteridium caudatum*, estas plantas pueden coadyuvar a la atenuación de la erosión, por presentar características como propagación sexual y asexual, crecimiento radicular profuso, resistencia a alta radiación solar y elevadas temperaturas y desarrollarse sobre suelos derivados de la erosión.

3.2.2. FAUNA

3.2.2.1. Herpetofauna

Patricia Galina Tessaro y Sergio Alvarez Cárdenas.

La herpetofauna de las islas de Revillagigedo se encuentra constituida por seis especies, de las cuales cuatro son residentes, la culebra *Masticophis anthonyi* y la lagartija *Urosaurus clarionensis* en Isla Clarión, así como las lagartijas *Urosaurus auriculatus* y *Hemidactylus frenatus* en Isla Socorro, las tres primeras nativas del Archipiélago, mientras que la última es una especie introducida. Además se reporta el arribo de dos tortugas marinas a las costas de la Isla Clarión, la caguama *Caretta caretta gigas* y la caguama negra *Chelonia mydas agassizi*, esta última también reportada para la Isla Socorro (Brattstrom, 1955; 1990).

Tanto la culebra como las dos especies de lagartijas nativas son endémicas de las islas del Archipiélago, sin embargo, únicamente la culebra se encuentra considerada en el listado de las "especies y subespecies de flora y fauna silvestres en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial" de la SEDESOL (1994), dentro de la categoría de Especie Endémica Amenazada; no obstante, a pesar de que las lagartijas no están incluidas, dada la fragilidad del ecosistema insular, estas especies deberían ser considerados en la misma categoría. Por su parte, las tortugas que arriban a estas islas son consideradas como amenazadas o en peligro de extinción, al igual que las demás tortugas marinas, requiriendo que se observen las medidas adecuadas para su protección y conservación.

La especie introducida es un lacertilio de hábitos principalmente nocturnos ampliamente distribuida en las islas del Pacífico y en zonas costeras de Asia y América. Esta especie se encuentra estrechamente relacionada con el hombre (principal actor de su dispersión); al parecer no representa un peligro para la lagartija endémica de Socorro (por sus hábitos y por encontrarse exclusivamente distribuida en el campamento naval), sin embargo, no podemos asegurar que a futuro dada la delicadeza que representa la introducción de especies especialmente a islas, pudiera constituir un problema.

3.2.2.2. Mastofauna

Patricia Galina Tessaro y Sergio Alvarez Cárdenas

En el Archipiélago no existen mamíferos nativos, solo habitan especies domésticas que fueron introducidas accidental o intencionalmente y que actualmente tienen poblaciones silvestres tanto en Socorro como en Clarión.

El borrego (*Ovis aries*) fue introducido en 1869 a Socorro y en la actualidad se encuentra silvestre en la isla, con una población calculada en aproximadamente 2000 individuos (Alvarez-Cárdenas *et al.* 1994). Por su parte, en Clarión, el borrego fue introducido aparentemente en 1989, existiendo tan solo algunos animales. En Socorro, el borrego ha contribuido a la deforestación de la isla al no permitir la regeneración de la vegetación, lo cual ha propiciado la pérdida de importantes volúmenes de suelo (hasta 40 t/ha/año) debido a la erosión (Maya *et al.*, 1994). El gato doméstico (*Felis catus*), fue introducido después de la instalación de un Sector Naval en el año de 1957, y en la actualidad se distribuye en cerca del 50% de la superficie de la Isla Socorro (Arnaud *et al.*, 1993). A esta especie se le ha atribuido la desaparición de la paloma de Socorro (*Zenaida graysoni*) y la disminución de las poblaciones de otras aves residentes (Jehl y Parkes, 1982).

Del ratón casero (*Mus musculus*), solo se ha observado que se concentra en la parte sur de Socorro, pero no existe ningún otro tipo de información. En Clarión, se encuentran además, cerdos domésticos (*Sus scrofa*) y conejos (*Oryctolagus cuniculus*), acerca de las cuales existe escasa información (Everett, 1988; Santaella y Sada, 1991).

Siendo conocidos los graves daños causados por esas especies introducidas, es necesario aplicar un efectivo programa de erradicación, y en todo caso, si existe la necesidad de contar con una fuente de proteínas para los destacamentos navales de las islas, se recomienda mantener un número suficiente de borregos, conejos, aves de corral y cerdos, pero en una forma estabulada y controlada.

3.2.2.3. Avifauna Terrestre

Aradit Castellanos Vera

La avifauna terrestre nativa

Históricamente la avifauna nativa del Archipiélago comprendió un total de 16 especies (Anthony, 1897; Brattstrom y Howell, 1956; Brattstrom, 1990) y por ello constituye el segmento más diverso de los vertebrados terrestres que lo pueblan. Actualmente, a casi un siglo de las primeras exploraciones del Archipiélago por naturalistas, la avifauna nativa, originalmente distribuida en tres de las cuatro islas del Archipiélago: Socorro, Clarión y San Benedicto (Brattstrom y Howell, 1956) en términos generales se ha reducido en número de especies, tamaños de población y en su distribución (ver Santaella y Sada, 1991; Wehtje *et al.*, 1993; Rodríguez-Estrella *et al.*, 1994, 1995a). Al presente sólo dos islas -Socorro y Clarión- cuentan con avifauna terrestre nativa (Brattstrom y Howell, 1956; Brattstrom, 1990). Asimismo, dos especies se extinguieron y de una más no se tiene registros desde hace más de 50 años, por lo que se presume extinta también (Jehl y Parkes, 1982; Brattstrom, 1990; Rodríguez-Estrella *et al.*, 1994). Actualmente 14 especies integran la avifauna terrestre nativa de las islas Revillagigedo (Tabla 1) (Brattstrom, 1990; Wehtje *et al.*, 1993; Sada y Santaella, 1991).

El rasgo más distintivo de esta avifauna, es su elevado grado de endemismo, ya que de los 16 taxa originales, uno es endémico a nivel de género, dos a especie y 13 a subespecie (Brattstrom, 1990) (Tabla 1). Varios de estos taxa son endémicos exclusivos a alguna(s) de las islas (Tabla 1).

El estatus actual de cada taxa, en términos de su abundancia y distribución, no es del todo conocido pues los estudios realizados no han cubierto todas las islas y tampoco han sido lo suficientemente intensos para obtener dicha información. Sin embargo con base en la literatura disponible es posible construir un escenario de la situación de la avifauna, particularmente de la Isla Socorro, de la cual se tiene más información reciente. Los trabajos realizados en las expediciones del CIBNOR de 1988 a 1993, particularmente los de Walter, 1990; Castellanos y Rodríguez-Estrella, 1992, 1993; Rodríguez-Estrella *et al.*, 1991, 1992, 1994, 1995a,b; Wehtje *et al.*, 1993, Llinas *et al.*, 1993, brindan una visión más precisa del estatus que guarda la avifauna de esta isla.

La Isla Clarión, por su extrema lejanía, la carencia de medios de transporte

y de infraestructura ha sido esporádicamente visitada por investigadores. El estado de su avifauna en general resulta así menos conocido que el de Socorro. No hay estudios cuantitativos e incluso la información sobre ella es en algunos casos contradictoria y poco consistente. Los trabajos de Everett, 1988; Brattstrom, 1990; Howell y Webb, 1990 y de Santaella y Sada, 1991, dan una visión del estatus de la avifauna nativa. De las islas San Benedicto y Roca Partida sólo hay reportes aislados y poco recientes (Richards y Brattstrom, 1956).

De la avifauna original de la Isla Socorro, se extinguió en su forma silvestre la Paloma de Socorro (*Zenaida graysoni*), entre 1957-1978 (Jehl y Parkes, 1982), no obstante varios cientos de estas aves se encuentran hoy en aviarios privados de los E. U. de N. A., por lo que aún existen posibilidades para su futura recuperación (Baptista *et al.*, 1994). Otra especie, el tecolotito enano (*Micrathene whitneyi graysoni*), no se le ha visto desde 1931, lo cual hace presumir que se ha extinguido (Wehtje *et al.*, 1993). El Zenzontle de Socorro (*Mimodes graysoni*), un género endémico a la isla en el pasado considerado el ave más abundante en la misma (McLellan, 1926), tiene actualmente una población estimada en cerca de 300 ejemplares (Martínez-Gómez y Curry, 1994), se le considera en peligro de extinción (Jehl y Parkes, 1982; Castellanos y Rodríguez-Estrella, 1992). De las restantes especies de la isla: la pardela (*Puffinus aricularis*), la garza nocturna (*Nycticorax violaceus gravioris*), la tortoloita de Socorro (*Columbina passerina socorroensis*), el perico de Socorro (*Aratinga holochlora brevipes*), el saltapared de Socorro (*Thryomanis sissonii*), el verdín (*Parula pitiayumi graysoni*) y el toquí (*Pipilo erythrophthalmus socorroensis*), sus poblaciones se estiman de comunes a abundantes y aparentemente saludables (Rodríguez-Estrella *et al.*, 1994); una excepción a este cuadro la constituye el halcón cola roja, cuya población se estima en 15-20 parejas, es decir muy pequeña (Walter, 1990), la cual enfrenta "problemas de incertidumbre genéticos, poblacionales, de forrajeo y ambientales" (Walter y McGrady, 1994).

En la Isla Clarión, no se ha registrado aún la extinción de alguna especie de ave nativa. Sin embargo las poblaciones de algunas de ellas se ven fuertemente afectadas por la destrucción y perturbación de su hábitat de anidamiento por los cerdos y conejos (Santaella y Sada, 1991).

En San Benedicto, la única especie de ave residente nativa (estrictamente terrestre) que poblaba esta isla, el saltapared (*Salpinctes obsoletus exsul*) se extinguió en el año de 1957 a consecuencia de la erupción del volcán "El Boquerón" (Brattstrom y Howell, 1956); sin embargo en la isla anidaba también la pardela y aparentemente no la ha reocupado (Walter *et al.*, 1989).

La Isla Roca Partida, nunca ha contado con avifauna terrestre nativa, es un peñón rocoso utilizado esencialmente por algunas especies de aves acuáticas como sitio de anidación (Wethje *et al.*, 1993; Brattstrom, 1990;).

No obstante la condición aparentemente saludable de algunas de las poblaciones de varias especies de aves nativas de las islas del Archipiélago, por su carácter de endémicas (de distribución como tales restringida a una isla o en el más amplio de los casos a todo el Archipiélago) y por la naturaleza y magnitud de las perturbaciones ambientales que se registran en Socorro y Clarión (introducción de mamíferos exóticos, arribo de especies inmigrantes y perturbación humana directa), el estatus general de esta avifauna podría considerarse vulnerable, en los términos definidos por la IUCN (1981). Las amenazas, expresadas en la destrucción de gran parte de los hábitats isleños por el sobrepastoreo de los herbívoros introducidos y la presión de depredación ejercida por el gato, parece que no disminuirán en el corto plazo, ya que no hay en marcha un programa para su control o erradicación, lo cual podría llevar a alguna de estas especies a una situación todavía más precaria y ponerlas en peligro de extinción.

El Cuadro 1, muestra el estatus poblacional de cada especie, de acuerdo a fuentes recientes de la literatura.

Avifauna Inmigrante

Además de la especies de aves terrestres nativas, en el Archipiélago se han establecido dos especies de aves como reproductoras: El zenzontle norteño (*Mimus polyglottos*) y la huilota (*Zenaida macroura*). Estas dos aves arribaron y se establecieron como poblaciones reproductoras en la Isla Socorro, aparentemente entre 1957-1978 (Jehl y Parkes, 1982, 1983) y desde entonces su distribución se ha ido expandiendo en la isla (Wethje *et al.*, 1993; Rodríguez-Estrella *et al.*, 1994).

Un amplio número de especies de aves terrestres, más de 65, se han registrado como visitantes ocasionales en las islas del Archipiélago (Everett, 1988; Santaella y Sada, 1991; Wehtje *et al.*, 1993; Rodríguez-Estrella *et al.*, 1994.), sin embargo no hay aún evidencias de que otras, además del zenzontle norteño y de la huilota, se hayan establecido como reproductoras (Santaella y Sada, 1991; Rodríguez-Estrella *et al.*, 1994).

Cuadro 1. Estatus de la Avifauna Endémica del Archipiélago de las Revillagigedo (Adaptada de Brattstrom, 1990).

Especie	Socorro	Clarión	San Benedicto	Nivel de en- demismo	Estatus
<i>Zenaida graysoni</i>	X			Especie	E
<i>Zenaida macroura clarionensis</i>		X		Subespecie	V
<i>Micrathene whitneyi graysoni</i>	X			Subespecie	PE
<i>Mimodes graysoni</i>	X			Género	P
<i>Nyctanasa violacea gravirostris</i>	X			Subespecie	V
<i>Buteo jamaicensis socorroensis</i>	X	X		Subespecie	V
<i>Athene cunicularia rostrata</i>		X		Subespecie	V
<i>Aratinga holochlora brevipes</i>	X			Subespecie	V
<i>Puffinus auricularis</i>	X	X	X	Especie	V
<i>Columbina passerina socorroensis</i>	X			Subespecie	V
<i>Pipilo erythrophthalmus socorroensis</i>	X			Subespecie	V
<i>Corvus corax clarionensis</i>		X		Subespecie	V
<i>Troglodytes sissonii</i>	X			Subespecie	V
<i>Thryomanes tanneri</i>		X		Subespecie	V
<i>Salpinctes obsoletus exsul</i>				Subespecie	E
<i>Parula pitiayumi graysoni</i>	X			Subespecie	V

V=Vulnerable, E=Extinto, PE=Probablemente Extinto

3.2.2.4. La Avifauna Marina y Costera

Jorge Llinas

INTRODUCCION

Correspondió a Alfred J. Grayson (1871) publicar el primer estudio biológico de la isla Socorro, a partir del cual se han publicado muchos trabajos sobre la historia natural del archipiélago de Revillagigedo (Hanna, 1926; Richards y Brattstrom, 1959; Jehl y Parkes, 1982; Jiménez, 1991; Santaella y Sada, 1991; Castellanos y Rodríguez- Estrella, 1992).

No obstante este acúmulo de información, es poco el conocimiento profundo que se tiene de la biota del Archipiélago. En general, de algunos grupos zoológicos, tal como el de las aves, lo disponible hasta ahora se limita a listados de especies a los que se van agregando nuevos registros (Brattstrom y Howell, 1956; Santaella y Sada, 1991; Wehtje *et al.*, 1993). En México poco sabemos de las aves pelágicas que frecuentan las aguas nacionales o de las que crían únicamente en nuestras islas oceánicas; y admira que Pitman (1986) haya encontrado, de 1974 a 1984, siete nuevas especies de aves marinas para el alta mar comprendido entre Jalisco y Chiapas y más allá de los 114° W, incluyendo el Archipiélago de Revillagigedo. A continuación se muestra el estado y la problemática de la avifauna marina de Socorro, en comparación con las demás islas del Archipiélago.

Hasta ahora han sido registradas 18 especies de aves marinas en Socorro y sus aguas circundantes. Dominan taxonómicamente las pertenecientes a las familias Procellariidae y Sulidae, a las que se suman otras especies no típicamente marinas de las familias Laridae (*Larus* spp.) y Accipitridae (*Pandion haliaetus*), con lo cual esta avifauna suma un total de nueve familias y 27 especies (Cuadro 1)

Las aves pelágicas representan el 63 % de la avifauna marina; el resto de la comunidad se forma por aves costeras, y por otras que tienen un carácter ambivalente en cuanto al hábitat (A.O.U., 1983; Sem. Ornith., 1987), es decir que viven ligadas a las aguas costeras y continentales (Cuadro 2).

Cuadro 1. Composición taxonómica de la avifauna marina de Socorro. Se incluyen los islotes Rocosos y la roca O'neal, situados al NE. y ONO. de la isla, respectivamente.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	
Diomedidae	<i>Diomedea immutabilis</i>	Albatros de Laysan 1	
Procellariidae	<i>Puffinus pacificus</i>	Pardela del Pacifico 2	
	<i>Puffinus lherminieri</i>	Pardela de Audubon 2	
	<i>Puffinus auricularis</i> *	Pardela de Socorro 2	
	<i>Oceanodroma leucorhoa</i>	Petrel de tormenta 2	
Hydrobatidae	<i>Oceanodroma tethys</i>	Petrel de tormenta 2	
Phaethontidae	<i>Phaethon aethereus</i> *	Rabijunco 3	
	<i>Sula dactylatra</i>	Alcatraz enmascarado 3	
Sulidae	<i>Sula neboxii</i>	Alcatraz de patas azules 5	
	<i>Sula leucogaster</i>	Alcatraz café 3	
	<i>Sula sula</i>	Alcatras de patas rojas 5	
	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pellicano café 4	
	<i>Fregata magnificens</i> ***	Rabihorcado magno 3	
	<i>Fregata Minor</i>	Rabohorcado 3	
Pelecanidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila pescadora 3	
Fregatidae	<i>Stercorarius pomarinus</i>	Salteador 1	
Accipitridae	<i>Larus atricilla</i>	Gaviota reidora 6	
	<i>Larus occidentalis</i>	Gaviota occidental 5	
	<i>Larus pipixcan</i>	Apipizca 5	
	<i>Larus heermanni</i>	Gaviota parda 6	
	<i>Larus delawarensis</i>	Apipizca pinta 6	
	<i>Larus californicus</i>	Gaviota de California 6	
	<i>Larus argentatus</i>	Gaviota plateada 6	
	<i>Larus glaucescens</i>	Gaviota glauca 6	
	<i>Sterna fuscata</i> **	Charrán oscuro 3	
	<i>Anous stolidus</i> **	Golondrina tizana 3	
	<i>Gygis alba</i>	Golondrina alba 5	
	Laridae		

Fuentes y notas: Brattstrom y Howell 1956; Jehl y Parkes 1982; Howell y Webb 1990; Wehtje *et al.* 1993; Linas *et al.*, 1993.

1 Transeúnte ocasional; 2 transeúnte regular; 3 residente; 4 ocasional; 5 accidental; 6 migrante de invierno.

*Se reproduce en Socorro; **se reproduce en la roca O'neal; ***probablemente se reproduce en Socorro.

La avifauna del archipiélago es más diversa en Socorro que en Clarión y San Benedicto, islas cuatro y 15 veces más pequeñas que Socorro, respectivamente, que tienen igual riqueza específica entre ellas, y mayor proporción de especies oceánicas y reproductoras que Socorro. Las avifaunas de las tres islas son muy parecidas taxonómicamente; de acuerdo al Índice de Jaccard (Brower y Zar, 1981) las mayores similitudes se establecen entre Socorro y San Benedicto, y entre ésta y Clarión. Socorro y San Benedicto contienen igual número de especies oceánicas (17), aunque no son las mismas; Clarión es más pobre en dos especies. Las mayores proporciones de los otros gremios (costeros y ambivalentes) recaen en Socorro y Clarión (Cuadro 2).

Otras aves que utilizan los recursos costeros de la isla, pero que se hallan más ligados a los humedales continentales y costeros, son los limícolas y los ardidos o garzas, que totalizan 11 (Linas *et al.*, 1993) y cinco especies respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 2. Proporción de gremios de aves de acuerdo al hábitat, en las islas de Revillagigedo. Socorro (196,0 km²), Clarión (46,0 km²) y San Benedicto (13,0 km²).

Islas	Océánicas	Gremios de aves costeras	Ambivalentes
Socorro (n=27)	63,00 %	18,50 %	18,50 %
Clarión (n=19)	78,95 %	5,26 %	15,79 %
San Benedicto (n=19)	89,48 %	5,26 %	5,26 %

Cuadro 3. Limícolas y ardéidos de la isla Socorro. El listado procede principalmente de observaciones realizadas en otoño; más explicación en el texto.

Limícolas y sus Nombres Comunes	Nombres Científicos
Scolopacidae	
Zarapito	<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>
Agachadiza	<i>Heteroscelus incanus</i>
Alzacolita	<i>Actitis macularia</i> *
Pico largo	<i>Numenius phaeopus</i> *
Chichicuilote	<i>Calidris mauri</i>
Chichicuilote	<i>Calidris pusilla</i>
Chichicuilote	<i>Calidris alba</i>
Chichicuilote	<i>Aphriza virgata</i>
Charadriidae	
Tildillo	<i>Charadrius semipalmatus</i> *
Tildillo	<i>Charadrius vociferus</i>
Avefría	<i>Pluvialis squatarola</i> *
Ardéidos y sus Nombres Comunes	
Garza nocturna	<i>Nycticorax violaceus gravirostris</i>
Garza morena	<i>Ardea herodias</i>
Garcita blanca	<i>Egretta thula</i>
Garcita bueyera	<i>Bubulcus ibis</i>
Garza común	<i>Casmerodius albus</i>

* migrante de invierno

Fuentes: Brattstrom y Howell, 1956; Jehl y Parkes, 1982; Llinas *et al.*, 1993.

La mayor proporción de los limícolas de Socorro corresponde a la familia Scolopacidae (73,0 %), y el resto a la familia Charadriidae, ambas de poca abundancia. Aproximadamente la mitad de estas especies arriban a la isla en for-

ma casual (Brattstrom y Howell, 1956; Jehl y Parkes, 1982), mientras que el otro tanto está formado por migrantes de invierno, y por la agachadiza (*Heteroscelus incanus*) que al parecer es un residente regular, aunque no se ha confirmado que anide localmente. De los ardéidos la única especie residente y endémica de la isla es la garza nocturna (*Nycticorax violaceus gravirostris*), que a diferencia de sus congéneres del continente, depende muy poco del medio marino. Individuos aislados de otras especies del grupo se han registrado generalmente a finales de año; en la misma temporada, grupos de hasta 35 garcitas bueyeras (*Bubulcus ibis*) (Jehl y Parkes, 1982) se han observado en pastizales del sur de la isla (Cuadro 3).

En Socorro se reproducen la garza nocturna (Walter *et al.*, 1989) y la pardela de Socorro (Llinas, 1994). Esta última especie anida además en Clarión y probablemente en San Benedicto (Santaella y Sada, 1991). El rabijunco cría en las tres islas, en la roca O'neal (Jehl y Parkes, 1982; Howell y Webb, 1990) y muy probablemente en los islotes Rocosos (Llinas, 1994). Los alcatraces enmascarado y de patas rojas anidan sólo en Clarión y en San Benedicto; el alcatraz café, la pardela del Pacífico y el rabihorcado (*Fregata minor*) crían en esta última isla, y el albatros de Laysan se reproduce únicamente en Clarión (Howell y Webb, 1990). Se estima que en la roca O'neal existen por lo menos unas 50 parejas reproductoras de golondrina tiznada, y un número menor de charranes oscuros (Santaella y Sada, 1991).

El deterioro ambiental en el Archipiélago, y la supuesta depredación que sufren la pardela de Socorro y la garza nocturna por acción de los gatos asilvestrados (Jehl y Parkes, 1982; Walter *et al.*, 1989), las sitúa como las especies de afinidad acuática más importantes de Archipiélago, por su endemismo y porque se encuentran amenazadas de extinción (Jehl, 1982; Johnson y Stattersfield, 1990). Habrá de recordarse que el deterioro del habitat y la depredación, sumadas a la llegada de aves inmigrantes y a la presencia humana (Castellanos y Rodríguez-Estrella, 1992), quizá sean las causas que hayan extinguido a la paloma de Socorro (*Zenaida graysoni*) y tal vez al tecolote enano (*Micrathene whitneyi graysoni*) (Wehtje *et al.*, 1993), que fueron especies endémicas de Socorro. Estos mismos factores amenazan con extinguir a otra especie también endémica de esa isla: el centzontle de Socorro (*Mimodes graysoni*) (Castellanos y Rodríguez-Estrella, 1992); y de continuar las presiones excluyentes, el saltapared (*Thryomanes sissonii*) y el rascador de Socorro (*Pipilo erythrophthaimus socorrensis*) pueden entrar en la categoría de especie vulnerable (Vega, 1988).

Al parecer la pardela de Socorro visita regularmente sus áreas de cría (Wehtje *et al.*, 1993), y ha sido avistada en el Pacífico de México hasta los 121° W, y desde el cabo San Lucas hasta el atolón de Clipperton (Jehl, 1982). No obstante, tales registros son imprecisos, y se desconoce la totalidad, la ubicación precisa y el tamaño de sus colonias anidantes en el Archipiélago (Llinas, 1994). No se ha estimado el impacto que sufre por los cerdos y conejos en Clarión, y al igual que

en el caso de la garza nocturna, se ignora hasta cuánto ha sido afectada por los gatos en Socorro; de hecho no se han encontrado indicios recientes de estos depredadores en las áreas de cría (Castellanos y Rodríguez-Estrella, 1992). Actualmente crían en Socorro por lo menos unas 150 parejas de pardelas, distribuidas en tres áreas situadas en el monte Evermann, a unos 600 m altitud (Llinas, 1994). En cuanto a la garza nocturna, su población reproductora se estima en sólo unas 20 parejas (Walter *et al.*, 1989).

La pardela de Socorro y la garza nocturna, se enlistan actualmente entre las aves mexicanas en peligro de extinción (Johnson y Stattersfield 1990; Walter, *et al.*, 1989); no obstante, la falta de datos fidedignos sobre su población y ecología reproductivas, hacen necesario reconsiderar sus *status*, y quizá reubicarlas en las categorías de "especie amenazada" o de "*status desconocido*" (Vega, 1988; Llinas *et al.*, 1993).

3.2.2.5. Caracterización de los Artrópodos de las Islas Revillagigedo

Ma. Luisa Jiménez

Los estudios de los artrópodos de las Islas Revillagigedo son escasos y datan desde principios de siglo (Richard y Brattstrom, 1959). Desde entonces se han publicado aproximadamente veinticinco trabajos (García-Aldrete *et al.*, 1994), relacionados fundamentalmente con descripciones aisladas de chinches, piojos asociados a la avifauna de la Isla Socorro, termitas, hormigas, escarabajos, dípteros de la familia Sarcophagidae, socópteros (García-Aldrete 1992, 1993, 1994) y arañas (Jiménez, 1991). Asimismo se han realizado listados faunísticos de artrópodos (Palacios-Vargas, *et al.*, 1982, Martínez, 1992 y Jiménez *et al.*) registrando algunos de ellos como parásitos de reptiles y mamíferos (Vázquez, 1960).

La artropodofauna del Archipiélago Revillagigedo se encuentra representada por un total de 292 especies, de las cuales el 81% corresponde en orden de abundancia, a la fauna de Insectos, el 10% a los arácnidos y el 7% a los ácaros. A los quilópodos y diplópodos les pertenece a cada uno el 0.3%, y a los crustáceos terrestres el 0.6%. Estas especies están ampliamente distribuidas en el macizo continental, principalmente en Baja California, Sonora y Sinaloa, o bien se relacionan con esta fauna (Brattstrom, 1990). Su arribo al Archipiélago pudo haber sido por medio del viento, y por las corrientes del Golfo de California, sobre o dentro de leños.

En 1957, el Gobierno Mexicano estableció una zona naval en el extremo sur de la Isla Socorro, y desde entonces ha habido un flujo continuo de barcos que proveen viveres a su habitantes, es por ello, que el 68% de las especies de psocópteros registrados para estas islas, al igual que la cucaracha americana (*Periplaneta americana*) y la viuda negra (*Latrodectus mactans*) es probable que hayan sido introducidas a las islas debido al flujo de barcos desde el continente (García Aldrete *et al.*, 1992; Jiménez *et al.*, 1994).

Existen cinco especies de arácnidos y quince especies de insectos endémicas (Anexo I). Sin embargo el 23.2% del total de las especies registradas están determinadas a nivel de familia ó género, lo que hace difícil precisar con exactitud, el número real de endemismos.

Las comunidades vegetales de la Isla Socorro tiene una fauna característica de artrópodos. Esta es menos abundante en las zonas de escasa vegetación, o de menor talla como en el pastizal y la pradera de altura, así como en las zonas perturbadas del lado sur. Algunas especies se restringen exclusivamente a una cierta comunidad mientras que otras tienen amplia distribución.

Las asociaciones vegetales con mayor abundancia de artrópodos son el bosque de *Ficus cotinifolia* (66.6%), el matorral mixto (62.5%) y el matorral de *Croton* (47.9%). Esto se debe a que la cobertura vegetal, el tamaño de los árboles, el suelo rico en hojarasca y la vegetación herbácea proporcionan mayor disponibilidad de alimento y microhábitats para la fauna de artrópodos. Aquí se encuentran a *Pardosa socorroensis*, *Ariada weaveri* y *Leucauge venusta* especies que son características de lugares muy húmedos o asociadas a cuerpos de agua.

Sin embargo, al sur de la isla, entre los 300 y 450 m de altitud, el 30% de la vegetación ha sido significativamente destruida por el sobrepastoreo de los borregos. En la zona norte, cerca del cabo Middleton, el bosque es más rico y complejo y donde puede esperarse que la fauna de artrópodos sea más abundante y diversa.

Una de las especies endémicas, el alacrán *Vaejovis janssi*, tiene un alto grado de plasticidad, pues muestra una marcada "liberación ecológica", debido a que se localiza en toda la parte sur de la isla. Esta expansión del nicho, es debido a que carece de competencia por otras especies de alacranes, lo que le ha permitido extender sus áreas de reproducción, normalmente ocupadas por otros competidores (Polis, 1990). De particular importancia para Socorro es el cangrejo terrestre [*Gecarcinus (Jonhgardia) planatus*], que se encuentra en toda la isla y que probablemente sea el principal degradador de materia orgánica, además de ser un recurso alimenticio para algunas aves endémicas.

La diversidad de las especies de artrópodos terrestres, especialmente ácaros y arácnidos, debe ser mayor que la registrada hasta ahora, sobre todo porque faltan estudios en las islas San Benedicto, Clarión y en la mitad norte de Socorro.

La artopodofauna de la isla Socorro es de especial importancia, debido a que sus especies sirven de alimento a algunos vertebrados endémicos, como la garza nocturna (*Nycticorax violacea gravirostris*), el centzontle del Socorro (*Mimodes graysoni*) y la largartija de Socorro (*Urosaurus auriculatus*) (Cope), que se alimenta de insectos y se refugia donde éstos son más abundantes.

El aislamiento geográfico del archipiélago de Revillagigedo, lo sitúa dentro de los ecosistemas naturales, con especies únicas de flora y fauna a nivel mundial que exige sea preservado.

3.2.3. AMBIENTE MARINO

Lluch-Cota D.B., S.E. Lluch-Cota y J.J. Bautista-Romero

3.3.1. Características Físicas

El Archipiélago se encuentra en los límites de dos regiones marinas: el borde oriental del giro del Pacífico nororiental (PNOR), al noroeste, y el Pacífico tropical oriental (PTOR), al sureste. Cada una presenta particularidades importantes en términos de las corrientes presentes, las propiedades de sus masas de agua, los vientos dominantes y los centros de presión que generan estos vientos. Al situarse en la frontera, el ambiente océano-atmósfera de las Revillagigedo experimenta los procesos propios de cada uno de ellos, con diferente intensidad en función del tiempo. Ello confiere a la zona una alta variabilidad, en comparación con otros ambientes tropicales.

Dos centros de presión ejercen influencia sobre la región: al noroeste (40°N), la alta del Pacífico norte (APN) y al sureste, la baja asociada a la zona de convergencia intertropical (ZCIT). Por la latitud a la que se ubica, el Archipiélago se encuentra mayormente bajo la influencia de la ZCIT; con valores de presión cercanos a los mínimos observados en el Pacífico mexicano. El gradiente entre ambos centros determina vientos predominantes en sentido sur.

El Archipiélago está sujeto a la influencia de las masas de agua formadas en dos sistemas de corrientes principales: el de la corriente de California (CC), y el de la contracorriente ecuatorial (CCE), que pasa a formar parte del agua del PTOR. Además, cerca de la zona ocurre la formación de la corriente norecuatorial (CNE). Originadas en dichas corrientes, se presentan dos masas de agua superficiales principales. La primera corresponde a la CC, y en su intrusión más sureña esta masa adquiere características de elevada salinidad y alta temperatura. La segunda está formada por el agua tropical superficial, de elevada temperatura (mayor de 25°C) y baja salinidad (menor de 34 unidades). Esta agua debe sus propiedades a que se origina en la ZCIT, donde la insolación mantiene temperaturas elevadas con una baja variabilidad estacional, y donde la precipitación excede a la evaporación (Wyrski, 1967).

Las masas de agua superficiales mencionadas se encuentran sobre otra masa de agua característica del PTOR, denominada agua subsuperficial subtropical. Esta es la única masa subsuperficial que se forma en el PTOR; el resto de las presentes se originan en otros sitios y llegan al PTOR por flujo y mezcla horizontal. Como su nombre lo indica, se forma mayormente en el Pacífico subtropical, e intruye hacia el hemisferio norte como un máximo de salinidad subsuperficial. Su límite norte rebasa los 20°N, y en su encuentro con la masa de la CC genera condiciones particulares. A diferencia de lo que ocurre en el PTOR, donde el máximo de salinidad se localiza en la termoclina, entre los 50-150 m de profundidad; el encuentro de ambas masas condiciona que el máximo de salinidad se localice más profundo, incluso por debajo de los 200 m (Wyrcki, 1967).

En su descripción general del PTOR, Wyrcki (1967) señala que, como resultado de la presencia de las masas de agua mencionadas, la región se caracteriza por bajos valores de salinidad superficial (debido al agua tropical superficial), una termoclina somera, y un máximo de salinidad entre los 50-150 m (debido al agua subtropical subsuperficial). Por arriba de este nivel, la salinidad disminuye rápidamente hasta alcanzar valores mínimos en superficie. Por debajo se presenta una disminución menos pronunciada, hasta profundidades mayores de 500 m.

Respecto a este esquema general del PTOR, la estructura vertical de temperatura y salinidad en las inmediaciones de Isla Socorro se muestra claramente diferente, sugiriendo la presencia de masas de agua adicionales a la tropical superficial y a la subsuperficial subtropical. El mínimo de salinidad no se presenta superficial, sino asociado a la termoclina, entre los 50-100 m de profundidad. Consecuentemente, y a diferencia de lo que se presenta en el PTOR, la termoclina no incluye al máximo subsuperficial de salinidad correspondiente al agua subtropical subsuperficial. Este máximo se localiza a mayores profundidades, alrededor de los 200 m, tal como reporta Wyrcki (1967) que ocurre en latitudes superiores a los 20°N, en presencia de la masa de agua de la CC. En consecuencia, y desde el punto de vista oceanográfico, al menos una parte del Archipiélago no estaría ubicado en aguas del PTOR; sino inmersa en la zona de transición correspondiente al límite norte del PTOR y bajo la influencia de una masa de agua superficial de salinidad más elevada que la tropical superficial, probablemente de la CC. (véanse Gallegos *et al.*, 1988; Lluch *et al.*, en prensa).

3.3.2. Características Biológicas

Existen diversos trabajos sobre aspectos biogeográficos de los grupos marinos del

Archipiélago, especialmente invertebrados bentónicos (Vermeij, 1978; Maluf, 1988; Bernard *et al.*, 1991; Garth, 1992). El tema ha llamado la atención debido a que, como las Revillagigedo son islas oceánicas de reciente aparición, es forzoso que las especies las hayan colonizado a partir de zonas alejadas.

En general, las islas del Pacífico tropical han servido de "puente" a muchas especies, sobre todo bentónicas y costeras, representantes de una de las zonas más diversas del mundo en lo referente a la biota marina en general: el Indo Pacífico. Esta fauna ha mostrado una notable habilidad para la colonización. En Hawaii, por ejemplo, la mayor parte de la fauna íctica es de origen indopacífico (Gosline y Brock, 1965). Otro aspecto que ha despertado interés es que el aislamiento y el tamaño de las Revillagigedo ofrece mucho potencial para procesos de especiación alopatrica y, por ende, para la existencia de especies endémicas.

No obstante, la composición específica de algunos de los grupos no presentan patrones coincidentes con los descritos. Por ejemplo, entre los corales y equinodermos no existe endemismo alguno en las 108 especies recopiladas. Por su parte, la similitud con la fauna del Indo Pacífico varía considerablemente de un grupo a otro. Por ejemplo, Emerson (1967) estableció para los moluscos de Isla Socorro únicamente un 2% de especies del Indo Pacífico, y el total de pelecípodos presentes es de origen americano (Bernard *et al.*, 1991). En cambio, de entre los equinodermos, exceptuando a los crinoideos, todas las clases tienen representantes de esta región, fluctuando la proporción entre 9 y 23% (en equinoideos y holoturoideos, respectivamente). Más aún, alrededor del 63% de las especies de corales han colonizado la zona desde el Indo Pacífico, proporción que es la más alta entre los grupos de invertebrados macrobentónicos (Reyes-Bonilla y Carriquiri, en prensa).

La ubicación del Archipiélago en la frontera entre dos sistemas es particularmente notoria en el caso de la ictiofauna: se presentan elementos tanto de origen templado (fauna californiana) como tropical (fauna panámica). Dentro de los más tropicales se encuentran la mayor parte de los pelágicos mayores, además de algunos miembros de las familias Serranidae, Carangidae, Lutjanidae, Pomadasidae, Pomacentridae, Cirrhitidae, Labridae, Blennidae, Gobiidae, Balistidae y Tetraodontidae. Las especies de afinidad templada o transicional, aparentemente menos numerosas, pertenecen a las familias Ophichthidae, Belonidae y Mullidae, entre otras. En cambio, no parece presentarse un componente importante de fauna indopacífica ni de especies endémicas.

En el Anexo II se da un listado de la especies presentes.

Corales

La fauna coralina consta al menos de 16 especies pertenecientes a 7 géneros (Bautista-Romero et al, en prensa). En Socorro y Clarión resalta la gran abundancia (y en ocasiones dominancia) de una especie masiva, *Porites lobata*, un coral indopacífico que ha colonizado exitosamente América Central (Glynn y Wellington, 1983), pero no la costa continental del Pacífico de México. En ambas islas, sus colonias alcanzan tallas y edades considerables, con más de 2m de altura y alrededor de 200 años.

Para Isla Socorro, las especies de *Porites* y *Pocillopora* representan más del 50% de la cobertura relativa de coral; el resto de los géneros presentan muy bajas abundancias, llegando incluso a ser crípticos. La cobertura absoluta es menor al 30% en la mayoría de las zonas que se han visitado, el espesor de la estructura no rebasa 1.5 m y no se encuentra adecuadamente cementada. Por ello, no es posible afirmar que ahí existan arrecifes coralinos.

En Clarión, en cambio, las colonias de *Porites lobata* son muy grandes, y la abundancia de pocilopóridos (corales ramificados) y algas coralinas permite generar el sedimento necesario para afianzar la estructura arrecifal. Considerando que Clarión es la isla más vieja del Archipiélago (Brattstrom, 1990), la existencia de arrecifes puede deberse al mayor tiempo de establecimiento de los corales en dicha zona.

Moluscos

Strong y Hanna (1930, citado en González-Nakagawa y Sánchez-Nava, 1986) presentaron para Clarión un listado de especies bentónicas que incluye un total de 43 moluscos. Señalan que la mayoría de los organismos bentónicos en la Isla son fauna de la región Panámica, aunque existe un componente importante de la Californiana y del Indo Pacífico.

Tal estimación es similar a lo reportado por Emerson (1967) para Isla Socorro: salvo un 25% de componente californiano, un 2% del Indo Pacífico y un 3% de endémicos, los moluscos que habitan la Isla son de origen panámico (70%). Para algunos grupos, como pelecípodos, se ha establecido que el total de especies presentes es de origen americano (Bernard *et al.*, 1991).

Respecto a los endemismos, Kenn (1971) reporta tres especies para el Archipiélago Revillagigedo: *Turbo funiculosus*, *Latirus socorroensis* y *Columbella socorroensis*; las tres han sido colectadas tanto en Socorro (Chan, 1974; Holguín-Quifones *et al.*, 1992) como en Clarión (González-Nakagawa y Sánchez-Nava, 1986).

Crustáceos

Los crustáceos es uno de los grupos de invertebrados más estudiados y numerosos. Entre los reportes ilustrativos de este hecho destacan el de Hermoso-Salázar y Hernández-Aguilera (1993) sobre 15 especies de camarones carídeos, y el de Hernández-Aguilera (1993) sobre 126 especies de decápodos y estomatópodos presentes en el Archipiélago e Islas Marías. Otros reportes sobre crustáceos presentes en el Archipiélago son los de Chan (1974), Holguín-Quiñones *et al.* (1992) Brusca (1980), Hernández-Aguilera *et al.* (1986) y Correa-Sandoval (1991).

Equinodermos

La fauna de equinodermos ha sido objeto de pocos estudios. Contribuciones recientes son los listados presentados por Holguín-Quiñones *et al.* (1992) y Castellanos-Avila *et al.* (1992). Maluf (1988), en el único trabajo de su tipo para la región, señaló que la fauna de equinodermos de agua somera de Isla Socorro consta de menos de 75 especies, mostrando gran afinidad con la fauna de las Galápagos y, secundariamente, con la del Golfo de California. Curiosamente, el número total de especies conocidas de las Revillagigedo es mucho mayor (92), la mayoría se han colectado en Clarión o en la zona oceánica entre ambas islas. Ello sugiere que el elenco conocido, al menos para Isla Socorro, puede ser aún incompleto.

Peces

Buena parte de la actividad pesquera de la zona se ha basado en la explotación de especies pelágicas. Esta comunidad está bien representada en la zona, y su explotación representa a la fecha una de las pocas actividades económicas que se desarrollan; basada sobre todo en *Thunnus* spp. y en *Katsuwonus pelamis*. Otros pelágicos mayores son las especies de picudos (Istiophoridae) y el pez espada (*Xiphias gladius*). Aparentemente el Archipiélago representa para estas especies, de gran interés pesquero y turístico, una importante zona de agregación y reproducción. Los elasmobranquios también representan interés económico; existe una pesquería, a baja escala, de algunas especies de tiburones de las familias Charchariniidae, Orectolobidae, Alopiidae, Sphyrnidae y Lamnidae (Llinas *et al.*, 1993; Bautista-Romero *et al.*, en prensa).

La fauna íctica bentónica y nectónica representa una colección relativamente diversa de organismos, si bien carece de una proporción importante de especies endémicas. De especial interés ecológico, las zonas rocoso-arrecifales poseen una ictiofauna variada. Entre otras, cuenta con especies de Pomacentridae (géneros *Pomacentrus*, *Abudefduf*, *Microspathodon*, *Chromis* y *Eupomacentrus*), Pomacanthidae (*Holacanthus clarionensis*), Chaetodontidae (*Forcipiger longirostris*, *Heniochus nigrostris*), Chaenopsidae (*Acanthemblemaria* spp., al menos *A. hancocki*), Aulostomidae (*Aulostomus chinensis*, especie representante de la fauna

indopacífico), Balistidae (especies de *Alutera*, *Sufflamen* y *Melichthys*), Blennidae (al menos una especie *Blenniulus* y de *Hypsoblennius*, además de *Ophioblennius staindachneri*), Clinidae (*Labrisomus* spp., incluyendo a *L. socorroensis*, endémica), Gobiesocidae (*Gobiesox* spp.), Gobiidae (*Lythrypnus* spp., incluyendo a *L. insularis* que es endémica), Labridae (especies de *Bodianus*, *Halichoeres* y *Thalassoma*), Tetraodontidae (*Canthigaster punctatissimus*), Diodontidae (al menos *Diodon hystrix*), Priacanthidae (*Priacanthus cruentatus*), Holocentridae (*Holocentrus* (= *Adioryx*) *suborbitalis* y *Myripristis clarionensis*) y Serranidae (especies de *Mycteroperca*, *Paranthias* y *Rypticus*). Entre otras especies, dos representantes de esta última familia, *Epinephelus labriformis* y *Mycteroperca jordani*, junto con lutjánidos como *Lutjanus viridis*, constituyen recursos potenciales por su elevado valor económico.

Otros vertebrados

Otras especies de gran interés ecológico son las tortugas y los mamíferos marinos. *Chelonia mydas* ha sido observada en las inmediaciones de Isla Socorro (Fritts, 1981); donde ocurren sitios de anidación (Brattstrom, 1982). El delfín *Lagenodelphis hosei* fué reportado para las Islas Revillagigedo por Aguayo y Sánchez (1987), registro que corresponde a los avistamientos más norteños de la especie. Urbán y Aguayo (1987) realizaron avistamientos de ballena jorobada, *Megaptera novaeangliae*, entre Clarión y Socorro. Sobre esta última especie, Campos-Ramos (1989) estableció que transitan alrededor de 200 ejemplares durante el invierno, cuando realizan actividades reproductivas, y señaló que dicha población es independiente de las que visitan otras regiones del Pacífico mexicano y las islas Hawaianas.

3.3. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

Cecilia Jiménez

Durante los cuatro siglos que siguieron al descubrimiento del archipiélago de las Revillagigedo por parte del capitán Fernando de Grijalva en 1533, sus islas sólo fueron esporádicamente visitadas por navegantes extraviados y por algunos exploradores y aventureros. La lejanía del continente, el azote constante de ciclones tropicales, la falta de sitios adecuados para desembarco y la ausencia de agua potable constituyeron los principales obstáculos para su colonización.

La ocupación permanente del Archipiélago data apenas de mediados de este siglo cuando, en 1957, se instaló en Isla Socorro un Sector Naval de la XIV Zona Naval Militar que tiene su sede en Manzanillo, Colima. Con ello se estableció una población constituida por los marinos residentes y algunos de sus familiares. Como consecuencia de esta falta histórica de población en el Archipiélago, las actividades económicas propiamente no han existido como tales. La guarnición naval que la habita es totalmente dependiente para su mantenimiento de bienes y servicios que se proveen desde el macizo continental.

Población

De las cuatro islas que componen el archipiélago de Revillagigedo, solamente dos se encuentran habitadas, Clarión y Socorro. En el caso de la isla Clarión, es muy reducido el número de habitantes, de 10 a 20, que vive en ella; los que para su aprovisionamiento dependen de la isla Socorro.

La isla Socorro, la mayor en tamaño e importancia, tiene una población total que fluctúa entre 80 y 150 habitantes. La mayoría de ellos pertenecen a la Secretaría de Marina; una pequeña porción (20% aproximadamente) de esta población está compuesta por los familiares de algunos de los marinos y oficiales.

En general, la estancia de la gente en las islas es temporal, limitada para la mayor parte de ellos al período por el que están comisionados: un año es el tiempo más común. Sin embargo, se dan algunos casos excepcionales de estancias más prolongadas. Otro componente de la población flotante del Archipiélago lo integran los estudiantes y científicos que en número siempre reducido y en estancias de corta duración visitan las islas, principalmente Socorro.

Asimismo en el Archipiélago se registran visitas esporádicas de turistas y exploradores.

En la isla Socorro se cuenta con edificios e instalaciones para la estancia del personal y el desarrollo de sus funciones militares. Entre éstas se cuenta con casas habitación, edificios para el alojamiento de oficiales, infantería y visitantes. Se cuenta además con instalaciones y servicios de una unidad médica, tienda, una escuela primaria, biblioteca, carpintería, panadería, cocina y comedor, entre otras que dan servicios comunales. El Sector Naval cuenta además con otras obras agrupadas en dos zonas: las cercanas al muelle y una estación meteorológica cercana a la aeropista.

Medios de comunicación y de aprovisionamiento

El contacto principal con el continente se hace con la XIV Zona Naval Militar, que corresponde a Manzanillo, Colima y con las oficinas centrales de la Secretaría de Marina en la ciudad de México. Se cuenta en la isla con una estación de radiocomunicación y además de comunicación telefónica vía satélite.

El aprovisionamiento de bienes (combustibles, agua, alimentos, etc.) y el transporte de personal militar se lleva a cabo en embarcaciones especiales de la Armada de México, proveniente de Manzanillo, generalmente los días 3 y 18 de cada mes. Asimismo en tales embarcaciones se transporta la correspondencia, familiares del personal militar, estudiantes, investigadores y visitantes. La isla cuenta con una aeropista en la que pueden aterrizar aviones de gran tamaño, lo que permite contar con comunicación aérea hacia otras Zonas Navales del país, principalmente con la IV Zona Nava Militar, ubicada en la ciudad de La Paz, Baja California Sur, si bien el uso de este tipo de transporte es eventual y en casos especiales para el traslado de enfermos, autoridades navales y civiles o de grupos de visitantes y científicos.

En la isla Socorro se da cierta producción de alimentos en una granja, que aunque es limitada, tiene un papel importante en el bienestar de sus habitantes. En la granja está organizada la producción de puercos, conejos, de pollos y huevo. Asimismo en un pequeño huerto se cultivan verduras y otros vegetales en muy pequeñas cantidades. Además de estas actividades productivas, los pobladores de la isla aprovechan plantas y animales silvestres, especialmente el borrego y algunos árboles de mandarina y naranjo que se encuentran en uno de los bosques de la isla.

3.4. USO DEL SUELO Y TENENCIA DE LA TIERRA

Armando Tejas y Enrique Troyo Diéguez

La ausencia de población y de actividades económicas productivas en la isla se reflejan en la ausencia de patrones específicos de uso del suelo. La situación anterior puede considerarse normal en el sentido de que no se llevan a cabo en el archipiélago actividades propiamente humanas, excepto en reducidas superficies en la parte sur de la Isla Socorro (cuya extensión total no supera las 30 ha), destinadas a albergar el destacamento naval y la superficie destinada a la aeropista en el sureste de la isla.

Aspectos históricos

Desde el descubrimiento de la Isla Socorro en 1533, ha existido el interés por parte de otras naciones en ocupar las islas del Archipiélago, dado que constituyen puntos estratégicos en la inmensidad del Océano Pacífico. Su lejanía del macizo continental, las hacía más atractivas para apoderarse de ellas. Al mismo tiempo, ha existido el empeño, en ocasiones trágico, por parte de México en reafirmar su soberanía política sobre tales territorios aislados. Durante el período 1533 a 1779, el Virreinato llevó a cabo una serie de expediciones al archipiélago de las Revillagigedo con el fin de visitar las islas y descubrir nuevas rutas marítimas, pero nunca para tomar posesión de ellas. En el año de 1790, el Conde de Revillagigedo, Virrey de la Nueva España, ordena la ocupación del archipiélago; lo anterior es la información más antigua que se tiene acerca de la posesión de las Islas Revillagigedo. En 1856, se dan a conocer las Leyes de Reforma y el Decreto de Secularización de los bienes del clero; es a partir de dichas disposiciones cuando el Gobierno Federal cede en 1861 las Islas Revillagigedo al Estado de Colima, con la condición de que establezca en ellas una penitenciaría. Posteriormente, es hasta 1868 cuando se lleva a cabo una expedición por Francisco Javier Cueva y otras 21 personas auspiciadas por el Gobierno de Colima, tomando posesión de las Islas Revillagigedo en nombre de México y del Estado de Colima. Durante el período 1869 a 1948 se realizaron diversas expediciones científicas, todas ellas enfocadas fundamentalmente a la realización de estudios sobre la fauna y flora del Archipiélago. La colonización de las islas no se pudo concretar

sino hasta mediados del presente siglo. En 1957, el Gobierno de México dió un paso importante para reafirmar su soberanía sobre las Islas Revillagigedo, estableciendo un contingente naval de la XIV Zona Naval Militar de la Armada de México en Isla Socorro (Richards y Brattstrom, 1959).

Tenencia de la Tierra

En la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se menciona en lo referente a las partes integrantes de la Federación, específicamente en el Artículo 42 en su fracción II, que el Territorio Nacional comprende el de las islas, incluyendo los arrecifes y cayos de los mares adyacentes. La fracción III del mismo artículo alude a dos grupos de islas en lo particular, el de las islas Guadalupe y Revillagigedo, situadas en el Océano Pacífico.

En el congreso constituyente de 1916-1917 se propuso que se cambiaran los términos en que fue aprobado el artículo para que se incluyeran expresamente las islas antes mencionadas, además de la Isla de La Pasión (Clipperton), hoy en poder de Francia.

El archipiélago de las Revillagigedo es propiedad federal, es decir, pertenece a los bienes del dominio privado de la Federación. Lo anterior está estipulado en el Artículo 3 de la Ley General de Bienes Nacionales. Aunque no existe propiedad privada, ello no impide que puedan ser enajenados por particulares, ya que el artículo 21 de la Ley de Terrenos Baldíos, Nacionales y Demasías menciona que los terrenos nacionales en las islas de ambos mares, se enajenen de acuerdo con lo que previene la propia Ley siempre que sea a título oneroso.

De acuerdo con la mencionada ley, en las islas de los mares cuya enajenación se acuerde, se reservará, además de la zona marítimo terrestre, una extensión mínima de 50 ha para el establecimiento de poblaciones y servicios públicos, y si una isla no cuenta con dicha extensión, el terreno de la misma no podrá ser enajenado (Art. 21, segundo párrafo, Ley de Terrenos Baldíos, Nacionales y Demasías). A la fecha el Gobierno Mexicano no ha otorgado ningún tipo de contrato a particulares para la explotación de las Revillagigedo. Todas o parte de ellas pueden ser enajenadas a título oneroso, sin perder su situación de bien del dominio privado de la Federación, es decir, Propiedad Federal. Las actividades que realizan los marinos son incipientes; en Isla Socorro sólo existen unos cuantos metros cuadrados de hortalizas y una granja, además de la caza de borrego para carne, y uso de leña y material para construcción (piedra, arena) para cubrir las necesidades de supervivencia en la isla.

3.5. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Aradit Castellanos Vera

Las islas Revillagigedo en general se caracterizan por su diversidad biológica muy baja, la pobreza de sus suelos y la ausencia de agua dulce superficial. Por otro lado la actividad volcánica del Archipiélago es muy alta, representando considerables riesgos para su poblamiento masivo y permanente.

Además de estas características, que definen una muy limitada presencia de recursos vivos para el Archipiélago, éste, a lo largo del siglo pasado ha enfrentado importantes cambios en la condición de su flora y fauna nativas y de los hábitats que le dan soporte, lo que en gran medida lo ha empobrecido aún más en términos biológicos.

Los problemas más importantes del Archipiélago son: la reducción de poblaciones y la extinción de especies de flora y fauna nativas, la destrucción y perturbación de la vegetación y la erosión de los suelos. Entre las causas de estos fenómenos están la introducción de especies de mamíferos, el arribo de especies inmigrantes de avifauna y el poblamiento permanente de la islas Socorro y Clarión (Jehl y Parkes, 1982; Everett, 1988; Castellanos y Rodríguez-Estrella, 1992; 1993; Wethje *et al.*, 1993) e incluso fenómenos naturales como la erupción volcánica (Brattstrom y Howell, 1956).

La introducción a la isla Socorro del borrego doméstico desde mediados del siglo pasado (Levin y Moran, 1989), su distribución a gran parte de los hábitats de la isla y su crecimiento poblacional, ha contribuido a la pérdida total y a la perturbación en alto grado de la vegetación nativa en aproximadamente 2,000 has, una séptima parte de la superficie de la isla Socorro (Castellanos y Rodríguez-Estrella, 1992). Como una consecuencia del sobrepastoreo, asociaciones vegetales como los bosques de higuera silvestre (*Ficus cotinifolia*) y guayabillo (*Psidium socorroense*) han desaparecido de gran parte de Socorro (J. León, com. pers.). Asimismo, parte de la superficie desprovista de vegetación presenta intensos grados de erosión. Las zonas más erosionadas se localizan en el centro-este, centro-sur y centro-oeste de la isla.

Asimismo, la introducción del gato doméstico (*Felis catus*), de pichones, aves de corral y conejos a la isla Socorro, presumiblemente después de 1957, el arribo de inmigrantes como el Zenzontle Nortefío (*Mimus poliglotos*) y la huilota

(*Zenaida macroura*) entre 1971 y 1978 (Jehl y Parkes, 1982) y la presencia humana, pudieran haber favorecido, por sus efectos de depredación, transmisión de enfermedades, competencia, captura y caza, la disminución de la avifauna endémica en términos de número de especies, distribución y abundancia (Jehl y Parkes 1982, 1983; Castellanos y Rodríguez-Estrella, 1992; Rodríguez-Estrella, *et al.*, 1994). La Paloma de Socorro (*Zenaida graysoni*), especie endémica de la isla, se extinguió entre 1958 y 1978 (Jehl y Parkes, 1983), aunque se considera que tiene posibilidades de ser reintroducida a su hábitat original, toda vez que algunos cientos de ellas existen en aviarios privados de los Estados Unidos de Norteamérica (Walter *et al.*, 1989). Actualmente se encuentran en peligro de extinción el Tecolote Enano (*Micrathene whitneyi graysoni*) reportado por última vez en 1943 (Brattstrom y Howell 1956), el Zenzontle de Zocorro (*Mimodes graysoni*) con una población del orden de 50 parejas (Jehl y Parkes, 1982; Castellanos y Rodríguez-Estrella 1990). Especies asociadas al suelo como la Palomita de Socorro (*Columbina passerina socorroensis*) y el Pipilo (*Pipilo erythrophthalmus socorroensis*) y el Nocturno (*Nyctanassa violacea gravirostris*) son relativamente raras, aunque sus poblaciones se estiman saludables (Rodríguez-Estrella, *et al.*, 1994; Linas *et al.*, 1993).

A la isla Clarión se han introducido, a partir de 1978, cerdos, conejo, cabras y borregos (Everett, 1988 Santaella y Sada, 1991). La vegetación de la isla se ha visto afectada en parte por la presencia de estos mamíferos. Los cerdos particularmente han dañado las áreas de anidación de la pardela (*Puffinus auricularis*), una especie endémica al Archipiélago y perturbado las colonias de anidación de otras especies de aves (Howell y Webb, 1990). Aparte de estos daños la vegetación de la isla resultó quemada en dos terceras partes en 1984, a causa de un incendio aparentemente originado por actividades humanas (Everett, 1988).

En la isla San Benedicto, la afectación de su flora y fauna nativas resultó afectada no de actividades humanas, sino como consecuencia de la actividad volcánica. En 1952, el volcán "El Boquerón" hizo erupción, llevando a la virtual extinción a una subespecie endémica de ave (*Salpinctes obsoletus exsul*), a la desaparición de la flora nativa y de las colonias reproductoras de aves marinas (Brattstrom y Howell, 1956). Sin embargo, la flora y las colonias de avifauna acuática poco a poco han venido recuperándose (Walter *et al.*, 1989).

Es de notar, que a pesar de la importancia económica, política y biológica del Archipiélago, el manejo de los espacios naturales y sus recursos de vida silvestre ha sido mínimo a lo largo de las tres últimas décadas. La administración de las islas no ha contado con los medios legales, planes, recursos financieros, humanos y materiales apropiados para conducir las tareas de conservación de la biodiversidad del Archipiélago.

En las Revillagigedo, valiosos recursos desde el punto de vista biológico,

están abandonados y, aún más, sometidos a procesos que colocan en inminente peligro de extinción a plantas y animales silvestres únicos en el mundo.

En este contexto, el establecimiento de un Reserva de la Biosfera en las islas Revillagigedo, brindará la protección legal a largo plazo de su valioso patrimonio natural. El manejo eficaz de esta área natural será un mecanismo para garantizar la sobrevivencia de especies de fauna y flora consideradas unicas en el mundo y abrirá la posibilidad de recuperar las poblaciones de aquellas especies que se encuentran en peligro de extinción o incluso extintas en su forma silvestre.

Asimismo la experiencia de protección que esta área brinde puede resultar de utilidad como un modelo a seguir en la protección de recursos isleños, campo que como se ha citado arriba, está pobremente atendido en el país, e incluso en otras áreas del macizo continental.

LITERATURA CITADA

- Adem, J., Cobo, E., Blásquez, L., Miranda, F., Villalobos, A., Herrera, T., Villa, B. y L. Vázquez. 1960. La Isla Socorro, Archipiélago de las Revillagigedo. **MONOGRAFÍAS DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA, UNAM.** 234 pp.
- Alvarez-Cárdenas, S., A. Castellanos, P. Galina, A. Ortega y G. Arnaud. 1994. Aspectos de la población y el hábitat del borrego doméstico (*Ovis aries*). Pp. 301-318. In: **LA ISLA SOCORRO, RESERVA DE LA BIOSFERA ARCHIPIÉLAGO DE REVILLAGIGEDO, MÉXICO.** A Ortega y A. Castellanos (Eds.). Pub. No 8 Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 359 pp.
- Anaya-Garduño, M., Martínez-Menes, M., Trueba-carranza, A., Figueroa- Sandoval, B. y Fernández-marroquín, o.1982. **MANUAL DE CONSERVACIÓN DEL SUELO Y DEL AGUA.** Segunda edición. Ed. Colegio de Postgraduados-SARH. Chapingo. México. 584 pp.
- Arnaud, G., A. Rodríguez y S. Alvarez-Cárdenas. 1994. El gato doméstico (*Felis catus*), implicaciones de su presencia y alternativas para su erradicación. Pp. 301-318 In: **LA ISLA SOCORRO, RESERVA DE LA BIOSFERA ARCHIPIÉLAGO DE REVILLAGIGEDO, MÉXICO.** A Ortega y A. Castellanos (Eds.). Pub. No 8 Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 359 pp.
- A.O.U. American Ornithologist' Union. 1983. **CHECK-LIST OF NORTH AMERICAN BIRDS.** 6th. Edition.
- Bernard, F.R., S.M. McKinell y G.S. Jamieson. 1991. Distribution and zoogeography of the Bivalvia of the eastern Pacific Ocean. **CAN. SPEC. PUBL. FISH. AQUAT. SCI.** 112: 60 pp.
- Blásquez, L. 1960. Hidrogeología. En: Adem, J., Cobo, E., Blásquez, L., Miranda, F., Villalobos, A., Herrera, T., Villa, B. y L. Vázquez. 1960. La Isla Socorro, Archipiélago de las Revillagigedo. **MONOGRAFÍAS DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA, UNAM.** 234 pp.
- Bohrson, W. A. 1994. Geology and geochronology of Socorro Island. **MEMORIAS DE LA REUNIÓN INTERNACIONAL DE INVESTIGADORES DEL ARCHIPIÉLAGO REVILLAGIGEDO, MÉXICO.** Nov. 16-18, 1994. IPN, CIB, SM, CONACYT y UNAM. 6 pp.
- Brattstrom, B.H. 1955. Notes on the herpetology of the Revillagigedo islands, México. **AMERICAN MIDLAND NATURALIST** 54:212-229.
- Brattstrom, B. H. 1963. Barcena volcano, 1952: ITS EFFECT ON THE FAUNA AND FLORA OF SAN BENEDICTO ISLAND, MEXICO. Bishop Museum Press. p. 499-524.

- Brattstrom, B. H. 1990. Biogeography of the Islas Revillagigedo, Mexico. **JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY** 17:177-183.
- Brower, J.E. y J.H. Zar. 1981. **FIELD AND LABORATORY METHODS FOR GENERAL ECOLOGY**. Brown, Dubuque. 194 pp.
- Bryan, W.B. 1964. Relative abundance of intermediate members of the oceanic basalt-trachyte association; evidence from Clarion and Socorro Islands, Revillagigedo Islands, México. **JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH** 69:3047-3049.
- Bryan, W.B. 1966. History and mechanism of eruption of soda-rhyolite and alkali basalt, Socorro Island, México. **BULLETIN OF VULCANOLOGY** 29:453-480.
- Bryan, W.B. 1967. Geology and petrology of Clarion Island, México. **GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA BULLETIN** 78: 1461-1476.
- Castellanos-Avila, J.F. y J. Ketchum-Mejía. 1991. Nuevos registros de corales escleractinios para la Isla Socorro, Archipiélago Revillagigedo, México. **RES. XI CONG. NAC. ZOOL.**, Mérida. Resumen 292.
- Carballido-Sánchez, E.A. 1969. Estratigrafía de la porción centro-meridional del volcán Evermann, Isla Socorro, México. P.20-22. In: **CONVENCIÓN SOBRE LA EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DE MÉXICO. PRIMER CONGRESO MEXICANO DE MINERALOGÍA. MEMORIAS**, R. Rubinovich y A. L. Carreño. (EDS.), Instituto de Geología, UNAM.
- Castellanos, A., Arnaud, G., Alvarez, S., Rodríguez, A. y P. Galina. 1991 El borrego doméstico ("Ovis aries") en Isla Socorro, su situación actual e impacto en el suelo, la vegetación y la fauna nativa. **MEMORIAS DEL XI CONGRESO NACIONAL DE ZOOLOGÍA**; 28-31 de Octubre. Mérida, Yuc. México.
- Castellanos, A. y R. Rodríguez-Estrella. 1992. El zenzontle de Socorro, una especie en peligro de extinción. **CIENCIA Y DESARROLLO** 18(104):64-75.
- Castellanos, A. y R. Rodríguez-Estrella. 1993 Current status of the Socorro Mockingbird. **WILSON BULLETIN** 105(1):167-171.
- Chan, G.L. 1974. Report on biological observations of the Revillagigedos expedition. **NAUI BIOMARINE EXPLORATION SEMINAR. COLL. OF MARINE**. Kentfield. 94904. 41 pp.
- Coria, R. 1994. Climatología. p. 61 In: **LA ISLA SOCORRO, RESERVA DE LA BIÓSFERA ARCHIPIÉLAGO DE REVILLAGIGEDO, MÉXICO**. A. Ortega y A. Castellanos (Eds). CIBNOR S.C., 359 pp.
- DETENAL. 1983. **HOJA ISLAS REVILLAGIGEDO**, Carta Batimétrica, Escala 1:1'000,000. Secretaría de Programación y Presupuesto, Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, México, D.F.
- Dregne, H. E. 1982. Historical Perspective of Accelerated Erosion and Effect on World Civilization. In: **DETERMINANTS OF SOIL LOSS TOLERANCE**, Kral, D. y S. Hawkins (Eds.). Pub. ASA Special No. 45. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin. 153 pp.
- Everett, W.T. 1988. Notes from Clarion Island. **CONDOR** 90:512-513.
- Emerson, W.K. 1967. Indo-Pacific Faunal Elements in the Tropical Eastern Pacific with Special Reference to the Mollusks. **VENUS** 25(3-4):85-93.
- Gallegos, G., F. Barberán y A. Eguarte. 1988. Oceanographic Conditions Surrounding Socorro Island, Revillagigedo Archipiélago. **REV. GEOFIS. (Méx.)**. 28:41-58.
- García, E. 1981. **MODIFICACIONES AL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KOEPPEN** (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). México. 252 pp.
- García, E. 1983. **APUNTES DE CLIMATOLOGÍA** (según el programa vigente en las carreras de Biólogos UNAM; de la ENEP de Cuautitlán, UNAM y de la Universidad Autónoma Metropolitana). México, D.F. 153 pp.

- García Aldrete, A.N., A. Cárdenas y L. Cervantes. 1992. Tres Marias Archipelago Psocids. Fauna. **ACTA ZOOL. NUEVA SERIE** 1-20
- García-aldrete, A.N. 1993. New species of *Serobasis* and *Phillipsocus* from México and a list of mexican Troxiomorpha (Psocoptera): **INSECTA MUNDI** 7(7-2):1-18
- García-aldrete, A.N. 1994. New Psocids (Insecta:Psocoptera) from Socorro Island, Revillagigedo Archipelago, México. **SOUTHWESTERN NAT.** 39(1):1-83
- Gentry, H. S. 1949. **LAND PLANTS COLLECTED BY THE VELERO III, ALLAN HANCOCK PACIFIC EXPEDITIONS 1937-1941.** Allan Hancock Pacific Expeditions, University of California Press. Los Angeles, p 63-73.
- Glynn, P.W. y G.M. Wellington. 1983. **CORALS AND CORAL REEFS OF THE GALÁPAGOS ISLANDS.** Univ. of Calif. Press, Berkeley. 330 p.
- González-Nakagawa, O. y S. Sanchez-Nava. 1986. Nota de moluscos como fauna de acompañamiento de crustáceos de la isla Clarión, México. Secretaría de Marina. **INV. OCEAN./B.** 3(1): 153-182.
- Hanna, G.D. 1926. I Expedition to the Revillagigedo islands, Mexico, in 1925. **GENERAL REPORT PROC. CALIF. ACAD. SCI.**, 4th ser. 15(1):1-113.
- Hernández-Aguilera, J.L. 1993. Crustaceos estomatópodos y decápodos de los archipiélagos de Revillagigedo y Marias, y su relación con las costas del Pacífico tropical mexicano. **RES. CONG. LATIN. CIENC. DEL MAR. U.A.B.C.S.**, La Paz, México. Resumen C-207.
- Holguin-Quifones, O.E. 1992. Notas Sobre Especies de Moluscos de Interés Comercial del Pacífico Mexicano. **ZOOL. INF.** 23; 19-41.
- Howell, S. N. G. y S. Webb. 1989. Additional notes from isla Clarion, Mexico. **CONDOR** 91:1007-1008.
- Howell, S. N. G. y S. Webb. 1990. The seabirds of las islas Revillagigedo, Mexico. **WILLSON BULL.** 102 (1):140-146.
- Jehl, J.R. y K.C. Parkes. 1982. The status of the avifauna of the Revillagigedo Islands, Mexico. **WILLSON BULLETIN** 94:1-19.
- Jehl, J. R. Jr. 1982. The biology and taxonomy of Townsend's Shearwater. **LE GARFAUT** 72:121-135.
- Jiménez, M.L. 1991. Araneofauna de las islas Revillagigedo, México. **AN. INST. BIOL. UNAM, SERIE ZOOLOGÍA** 62(3):417-429
- Jiménez, M.L., A. Tejas y R. Aguilar 1994. Los artrópodos terrestres IN: **LA ISLA SOCORRO, RESERVA DE LA BIÓSFERA ARCHIPIÉLAGO DE REVILLAGIGEDO, MÉXICO.** Ortega y Castellanos (Eds.) CIB.
- Johnston, I. M. 1931. The flora of Revillagigedo Islands. **PROC. CALIF. ACAD. SCI.**, Ser. 4, 20(2): 9-104.
- Johnston, T. y A. J. Stattersfield. 1990. A global review of islands endemic birds. **IBIS** 132:167-180.
- Keen, M.A. 1971. **SEA SHELLS OF TROPICAL WEST AMERICAN MARINE MOLLUSC OF BAJA CALIFORNIA.** Stanford Univ. Press. USA. 1069.
- Kirkby, M. J. y R.P.C. Morgan. 1980. **EROSIÓN DE SUELOS.** 1a. Ed. Traducido al Español por Hurtado-Vega, J. Editorial Limusa. México. 375 pp.
- Latorre, C. y L. Penilla. 1988. Influencia de los ciclones en la precipitación de Baja California Sur. **ATMÓSFERA** 1(2):99-112.
- León, R. 1984. **NUEVA EDAFOLOGÍA.** Primera Edición. Editorial Gaceta. México, D.F. México. 340 pp.
- León de la Luz, J. L., A. Breceda y R. Coria. 1995. Las Comunidades Vegetales en Isla Socorro, México. **SIDA, CONTRIBUTIONS TO BOTANY.** En Revisión.
- León de la Luz, J., A. Breceda, J. Cancino y H. Romero, 1992. Flora y vegetación. pp 36-57 IN: **PROPUESTA DE PROGRAMA INTEGRAL DE DESARROLLO DE LA RESERVA DE LA BIÓSFERA ISLA SOCORRO, ARCHIPIÉLAGO DE LAS REVILLAGIGEDO.** Centro Inv. Biol. B.C.S. La Paz. 196 pp.
- Levin, G.A. y R. Moran. 1989. **THE VASCULAR FLORA OF ISLA SOCORRO, MEXICO.** Memoir 16. San Diego Society of Natural History. San Diego, Ca. 1989.

- Llinas-Gutierrez, J., D. Lluch-Cota, A. Castellanos y A. Ortega R. 1993. La isla Socorro, Revillagigedo, Mexico. Pp. 520-534. IN: **BIODIVERSIDAD MARINA Y COSTERA DE MEXICO**. Salazar-Vallejo, S.I. (Ed.). CIORO.
- Llinas, G. J. 1994. Las Aves Marinas. En 277-297. IN: **LA ISLA SOCORRO, RESERVA DE LA BIOSFERA ARCHIPIÉLAGO DE REVILLAGIGEDO**, México. A. Ortega y A. Castellanos, (Eds.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz. 359 pp.
- Luna, C. A. 1975. **HURACANES EN EL OCEANO PACÍFICO Y EL OCEANO ATLÁNTICO**. Ed. CETENAL. México, D.F. 253 pp.
- Maluf, L.Y. 1988. Biogeography of the central eastern Pacific shelf echinoderms. **PROC. 6TH INT. ECHINOD. CONF., VICTORIA 1**: 389-398.
- Martínez, S., 1992. **CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE LA ENTOMOFAUNA DE LA ISLA SOCORRO, MÉXICO**. Tesis de Licenciatura, Universidad de Guadalajara. 40 pp.
- Martínez-Gómez, J. y R. L. Curry. 1994. Estructura poblacional del cenizte de isla Socorro. Pp. 36 IN **RESÚMENES DE LA REUNIÓN INTERNACIONAL DE INVESTIGADORES DEL ARCHIPIÉLAGO REVILLAGIGEDO, MÉXICO**, Nov. 16-18, 1994. IPN, CIB, SM, Conacyt y UNAM. Manzanillo, Col.
- Maya, Y., Troyo, E. y F. Salinas. 1990. Características Edáficas y Estudio de la Erosión en Isla Socorro. In: **EVALUACIÓN DE LAS POBLACIONES NATURALES DE LA ISLA SOCORRO EN EL ARCHIPIÉLAGO DE LAS REVILLAGIGEDO**. Ortega, A. (Ed.). Reporte Final elaborado por la División de Biología Terrestre del Centro de Investigaciones Biológicas de B.C.S. Fondo para Estudios e Investigación Científica Ricardo J. Zevada. La Paz, BCS. Méx. p. 35-39.
- Maya, D.Y., F. Salinas-Zavala y E. Troyo-Diéguez. 1994. Estado actual del suelo y propuestas para su conservación. In: **LA ISLA SOCORRO, RESERVA DE LA BIOSFERA ARCHIPIÉLAGO DE REVILLAGIGEDO, MÉXICO**. A Ortega y A. Castellanos (Eds.). Pub. No 8 Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 359 pp.
- Medina, G.M. 1978. **MEMORIA DE LA EXPEDICION CIENTÍFICA A LAS ISLAS REVILLAGIGEDO 1954**. Universidad de Guadalajara. 333 pp.
- Miranda, F. 1960. Vegetación. In: **LA ISLA SOCORRO**. Monografías Inst. Geofísica, UNAM. 2: 127-152.
- Ortega, A., Castellanos, A., León, J. L., Arnaud, G., Rodríguez, A., Breceda, A., Maya, Y., Rodríguez, R., Díaz, S., Llinas, J., Álvarez, S., Galina, P., Cancino, J., Troyo, E., Salinas, F., Romero, H., Servín, R. y R. Coria. 1991. **PLAN GENERAL PARA LA CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES DE LAS ISLAS REVILLAGIGEDO, COL., MÉXICO**. Reporte Técnico realizado por el Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur para el World Wildlife Fund.
- Ortega-Gutiérrez, F. 1981. Xenolitos litosféricos en volcanitas cenozoicas de México: Resultados preliminares (Resumen). Manzanillo, Colima. **UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, MEM.**, pp. A6-A7.
- Ortega-Gutiérrez, F. y G. Sánchez-Rubio. 1985. Xenolitos Plutónicos de Isla Socorro, Archipiélago Revillagigedo. **UNAM. INSTITUTO DE GEOLOGÍA**, Vol. 6. núm. 1. p. 37-47.
- Palacios-Vargas, J.G., J. Llappallas Y C.L. Hogue, 1982. Preliminary list of the insects and related terrestrial Arthropoda of Socorro Island. Islas Revillagigedo, México. **BULL. OF THE SOUTHERN CALIF. ACAD. OF SCI.** 81(3):138-147
- Peterson, A.E. y J.B. Swan. 1979. Universal Soil Loss Equation: Past, Present, and Future. **SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA** Publication Number 8. SSSA. Madison, Wisconsin. 53 pp.
- Pitman, R. L. 1986. Atlas of seabirds distribution and relative abundance in the eastern tropical Pacific. **SOUTHWEST FISHERIES CENTER**. La Jolla CA.
- Polis, G. 1990. Ecology, p. 247-293, IN: **THE BIOLOGY OF SCORPIONS**. E. Polis (ed). Stanford University Press. Sandford.

- Reyes S. y A. Mejía-Trejo. 1991. Tropical Perturbations in the Eastern Pacific and the Precipitation Field over North-Western Mexico in Relation to the ENSO Phenomenon. **INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY**, 11: 515-528.
- Reyes-Bonilla, H. En prensa. Ecología y biogeografía de los corales hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico de México. IN: **BIODIVERSIDAD MARINA Y COSTERA DE MEXICO**. S.I. Salazar Vallejo y N.E. González (Eds.). Com. Nac. Biodiv./ C.I.Q.R.O.
- Richards, A. F. y B. H. Brattstrom. 1959. Bibliography, cartography, discovery, and exploration of the Islas Revillagigedo. **PROC. CALIF. ACAD. SCI.**, 4th ser. 29: 315-360.
- Rodríguez-Estrella, R., J. L. León de la Luz, A. Breceda, A. Castellanos, J. Cancino y J. Llinas. 1995. A preliminary assessment of density and habitat relationships of the terrestrial birds of Socorro Island, Mexico. En prensa en **JOURNAL OF CONSERVATION BIOLOGY**.
- Rodríguez-Estrella, R., L. Rivera y E. Mata. 1994. Avifauna Terrestre. pp. 199-224. IN: **LA ISLA SOCORRO, RESERVA DE LA BIOSFERA ARCHIPIELAGO DE REVILLAGIGEDO, MEXICO**. Ortega y Castellanos (Eds.). Pub. No. 8, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 359 pp.
- Santaella, L. y A. M. Sada. 1991. The avifauna of the Revillagigedo Islands, Mexico: Additional data and observations. **WILSON BULLETIN**. 103:668-675.
- SARH. 1987. **TRAYECTORIAS CICLÓNICAS 1981-1985**. Dirección General de Estudios, Información y Estadística Sectorial. SARH. México, D.F. 233 pp.
- SARH. 1981. **TRAYECTORIAS CICLÓNICAS 1960-1980**. Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional. SARH. México, D.F. 341 pp.
- Schwab, G.O., Frevert, R.K., Edminster, T.W. y K.K. Barnes. 1990. **INGENIERÍA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS**. 1a. Ed. Traducción al Español por A. Garza-Montemayor. Noriega-Limusa Editores. México.
- SEDESOL. 1994. Listado de especies y subespecies de flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial. **DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN**. 16 de Mayo de 1994.
- Seminars in Ornithology. 1987. Seminar II. Pp. 67-68. O.S. Pettingil (ed.). Laboratory of Ornithology. **CORNELL UNIVERSITY**, New York.
- Serra, S. 1971. Hurricanes and Tropical storms of the west coast of Mexico. **MONTHLY WEATHER REVIEW**. 99(4):302-308.
- Torri, D., Sfalanga, M. y F.G. Chisci. 1987. **THRESHOLD CONDITIONS FOR INCIPIENT RILLING**. En: Bryan, R.B. (Ed.). Rill Erosion. Catena Supplement No. 8. Catena Verlag. Cremlingen, Germany.
- Urbán, J. y A. Aguayo. 1987. Spatial and Seasonal Distribution of the Humpback Whale *Megaptera novaenglae* in the Mexican Pacific. **MAR. MAM. SCI.** 3(4):333-344.
- Vazquez, G.L. 1960. Observaciones sobre los artrópodos, p. 217-234. en: La Isla Socorro, Archipiélago de las Revillagigedo. J. Adem (Ed.) **MONOGRAFÍA INSTIT. DE GEOFÍS.**, UNAM.
- Vega, J. 1988. Aves mexicanas posibles de calificarse como amenazadas o en peligro de extinción. **CUAUHTLI** (1): s/n.
- Vermeij, G.M. 1978. **BIOGEOGRAPHY AND ADAPTATION. PATTERNS OF MARINE LIFE**. Harvard Univ. Press, Cambridge. 332 p.
- Wentje, W., H. S. Walter, R. Rodríguez, J. Llinas y A. Castellanos. 1993. An Annotated checklist of the birds of Isla Socorro, Mexico. **WESTERN BIRDS** 24(1):1-16.
- Walter, H., R. Clements y A. Castellanos. 1989. The endemic bird taxa of the Revillagigedo Islands, Mexico. **REPORTE INTERNO SEDUE**. 1989. 12 pp.
- Wyrski, K. 1967. Circulation and Water Masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. **J. OCEANOL. AND LIMNOL.** 1(2):117-147.

Capítulo 4

MARCO CONCEPTUAL

Aradit Castellanos y Alfredo Ortega-Rubio

En esta sección se exponen de manera general, los principios, conceptos y estrategias de conservación internacionales, así como el marco económico y político (es decir los objetivos de desarrollo económico y de conservación) en escala nacional y local bajo los que se ha concebido la reserva de la biosfera Archipiélago de Revillagigedo.

El Marco Internacional

La Estrategia Mundial para la Conservación (EMC). El reconocimiento de la enorme capacidad de transformación del planeta por el hombre y de sus devastadores impactos en el ambiente, han puesto al día la necesidad de la conservación. Asimismo se reconoce que las diversas acciones tienen una interdependencia global y en consecuencia que la responsabilidad es global.

La Estrategia Mundial para la Conservación, elaborada en 1980, para la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN) por el Fondo Mundial de Vida Silvestre (WWF) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), busca satisfacer esta necesidad de una respuesta global para el desarrollo y la conservación (IUCN, 1980).

El propósito de la EMC es el de contribuir al logro de un desarrollo sostenido mediante la conservación de los recursos vivos. Sus tres objetivos principales son:

- Mantener los procesos ecológicos esenciales y los sistemas vitales de los cuales depende la supervivencia y desarrollo humanos.
- Preservar la diversidad genética de la cual depende el funcionamiento de los procesos y sistemas vitales, los programas de cría y mejora de plantas cultivadas, de animales domésticos, de microorganismos, parte del progreso científico, médico, la innovación técnica y la seguridad de numerosas industrias que utilizan los recursos vivos.
- Asegurar el aprovechamiento sostenido de las especies y de los ecosistemas que constituyen la base vital para millones de comunidades humanas rurales, así como de importantes industrias.

La EMC identifica los principales obstáculos para lograr la conservación, y propone estrategias nacionales y subnacionales para alcanzar sus objetivos. Señala la necesidad de la cooperación internacional para apoyar a las actividades nacionales y recomienda una política ambiental previsiva, una política de conservación transectorial y un más amplio sistema de contabilidad nacional, a fin de integrar la conservación con el desarrollo en el nivel de las decisiones políticas.

Numerosos países se han afiliado y hecho suyos los principios y propósitos de la EMC. En México, la vinculación a esta iniciativa se comenzó a dar en 1983, con la integración y puesta en marcha del "Grupo Mexicano de la Estrategia Mundial para la Conservación" por el Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables (IMERNAR, 1983). Desde entonces, organismos de conservación, de investigación, y naturalistas se han inspirado en ella. Si bien la EMC no ha sido formalmente asumida como suya por los órganos gubernamentales de la administración y conservación de los recursos naturales del país, su influencia en los principios que rigen la política ecológica nacional es considerable. Como una expresión de esta influencia se puede considerar que dentro del Programa Nacional de Ecología 1984-1988 se planteó el incluir reservas de biosfera dentro de un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SEDUE, 1984), aun sin estar tal categoría incluida en la ley en la materia.

El Marco Nacional.

Los objetivos nacionales de conservación y protección al ambiente y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

En el Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994 se propusieron los términos para el crecimiento de la economía y el bienestar de la población del país. En él se definieron los objetivos nacionales y la estrategia para alcanzarlos. En este contexto se ubicaron los objetivos primarios para la conservación de los recursos

naturales de la nación. Al respecto tal Plan reconoce "entre sus más altas prioridades la protección y restauración del medio ambiente", estableciendo que "El objetivo fundamental en esta materia es armonizar el crecimiento económico con el reestablecimiento de su calidad, promoviendo la conservación y el aprovechamiento racional de los recursos naturales. Ordenar las zonas y regiones del país con criterios ecológicos, sujetar los proyectos de desarrollo a criterios de cuidado ambiental, detener y revertir la contaminación del agua, mejorar la calidad del aire y adecuar el marco legal, la educación y el uso de nuevas tecnologías". Bajo estas consideraciones, dentro del Acuerdo Nacional para el Mejoramiento Productivo del Nivel de Vida, el Plan reconoce que en el proceso de desarrollo económico del país se han logrado transformaciones profundas y que éstas han derivado en diversos y graves problemas ecológicos que representan amenazas al patrimonio natural de la nación y a la vida misma. En este Acuerdo se establecen propósitos prioritarios como el ordenamiento ecológico del territorio, lograr el uso racional de los recursos naturales, contrarrestar los efectos negativos del desarrollo en el medio, prevenir y controlar la contaminación ambiental, mejorar el marco legal en la materia, promover la educación ambiental y la participación social en las tareas ecológicas, así como la cooperación internacional. En este contexto y como uno de los mecanismos para lograr el aprovechamiento racional y sostenido de los recursos naturales y de los ecosistemas, establece que se buscará "consolidar el Sistema Nacional de Areas Protegidas" (SPP, 1989).

En concordancia con los lineamientos del Acuerdo citado arriba, y como respuesta al deterioro grave de muchos ecosistemas del país y de la calidad de vida de la población, se formuló el Programa Nacional de Protección al Medio Ambiente 1990-1994, "que se orienta a compatibilizar el proceso general de desarrollo con el reestablecimiento de la calidad del medio y la conservación y respeto a los recursos naturales". Dicho Programa, en su Estrategia Territorial define uno de sus objetivos el incrementar la superficie existente del Sistema Nacional de Areas Protegidas, como un mecanismo para establecer una relación más equilibrada entre las actividades productivas y su impacto directo en el ambiente (D. O. Fed., 10 Julio 1990).

El SINAP, propuesto en el Programa Nacional de Ecología 1984-1988 (SEDUE, 1984), se fortaleció en su estructura por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de 1988 (SEDUE, 1988), que define un conjunto de categorías de áreas protegidas de nivel nacional, estatal y municipal. Dentro de esa estructura de categorías de manejo se incorpora por vez primera en la legislación Federal las de: Reserva de la Biosfera y Reserva Especial de la Biósfera, integrando de esta forma al proceso de conservación nacional uno de los conceptos definidos por el Programa el Hombre y la Biosfera.

Actualmente el SINAP, se compone de 83 áreas protegidas bajo diferentes categorías (Breceda *et al.*, 1995). De éstas la mayor parte son refugios y reservas

de flora y fauna silvestre, parques nacionales, otras categorías, y solo ocho son reservas de la biósfera. Cabe señalar que las reservas de biósfera se han incorporado recientemente y en conjunto cubren la mayor parte de la superficie bajo protección (SEDUE 1989, D. O. F., 10 Jul. 1990, Breceda *et al.*, 1995).

No obstante lo anterior, a excepción de las islas del Archipiélago de Revillagigedo y de las islas del Golfo de California, el resto de las islas del país no se encuentran adecuadamente representadas en la estructura del SINAP.

El Marco Regional (Islas)

México cuenta con numerosas islas, cerca de 2000, a lo largo de sus aguas nacionales. En el océano Pacífico tres grupos llaman la atención; las más de 100 islas del Golfo de California, las Islas Mariás y el Archipiélago de las Revillagigedo.

En conjunto las islas representan valiosos recursos para el país, no obstante el reconocimiento gubernamental y público de ello es aún relativamente bajo. En consecuencia las islas del país y sus recursos, muchos de ellos en ocasiones únicos a nivel mundial, son subutilizados sin aportar todo su potencial al desarrollo del país o, como es común, enfrentan amenazas a su persistencia en el largo plazo.

El Archipiélago de la Revillagigedo en principio representa tres niveles de importancia para México: incrementa el territorio nacional (y la zona económica exclusiva), enriquece el patrimonio natural, particularmente el biológico, y brinda oportunidad de desarrollo científico.

La Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, su relación con los objetivos de conservación internacionales y de los recursos naturales del país.

La Estrategia Mundial para la Conservación (IUCN, 1980), en principio señala a las islas, especialmente las oceánicas, como ecosistemas que concentran recursos genéticos en peligro de extinción. Asimismo identifica la presencia de especies exóticas como una de las causas principales de esta extinción. La EMC identifica además a México, como una de las 10 zonas del mundo en las que se concentran especies de vertebrados amenazados de extinción por especies introducidas. Todas estas condiciones son aplicables al Archipiélago de las Revillagigedo en general. En sus islas se concentran recursos genéticos que enfrentan amenazas de extinción.

La EMC identifica dentro de las "Provincias biogeográficas del medio terrestre, prioritarias para el establecimiento de zonas protegidas" al Archipiélago de las Revillagigedo como una zona de alta prioridad para su protección, pues se le considera dentro de los sistemas mixtos insulares que no cuentan con parques nacionales o reservas equivalentes, es decir que están poco representados o no representados en las áreas naturales protegidas.

La EMC recomienda en principio entre otras medidas para mantener la diversidad genética como una acción prioritaria, prevenir la extinción de especies, dando prioridad a las especies amenazadas en todo su ámbito, y a aquellas que sean los únicos representantes de su familia o género. Asimismo recomienda coordinar los programas nacionales de zonas protegidas con los programas internacionales, en particular con el Programa El Hombre y la Biosfera de la UNESCO sobre las reservas de biosfera.

En este contexto, el establecimiento de la Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, brinda la posibilidad de ejercer un nivel apropiado de protección y gestión a importantes recursos naturales del país, que son además de interés internacional, así como de la oportunidad de apoyar el desarrollo socioeconómico. La protección legal del Archipiélago concuerda con los objetivos de conservación identificados y establecidos por las autoridades gubernamentales y organismos de conservación apropiados, del país e internacionales.

Consideramos la declaratoria de la reserva de biosfera Archipiélago de Revillagigedo una estrategia acertada para brindar el nivel de protección y manejo apropiado de sus recursos naturales, principalmente de su vida silvestre. Con esta categoría se asegura la más alta prioridad y atención sobre el área tanto a nivel nacional como internacional.

Literatura Citada

- Anónimo. 1990. Programa Nacional de Protección al Medio Ambiente. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. 10 de julio .
- Breceda. A., A. Castellanos, L. Arriaga y A. Ortega-Rubio. 1995. Nature conservation in Baja California Sur, México: Protected areas. NATURAL AREAS JOURNAL 15(3):267-273
- IMERNAR. 1983 . EL NUEVO SENDERO DE LA CONSERVACION. SEDUE, México, D.F. 16 pp
- IUCN. 1980. ESTRATEGIA MUNDIAL PARA LA CONSERVACION. IUCN-PNUMA-WWF. Morges, Suiza. 42 pp.
- SEDUE. 1984. PROGRAMA NACIONAL DE ECOLOGIA 1984-1988. México, D.F. 271 pp.
- SEDUE. 1988. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE. Talleres Gráficos de la Nación. México. 138 pp.
- SEDUE. 1990. PROGRAMA NACIONAL DE PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE 1990-1994. Talleres Gráficos de la Nación. México. 265 pp.
- SPP. 1989. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1989-1994. Talleres Gráficos de la Nación. México. 16C pp.

Capítulo 5

ORGANIZACION

Gustavo Arnaud y Alfredo Ortega

Estructura Orgánica

Para la administración de la Reserva se requiere de una estructura orgánica funcional, es decir, que la participación de cada una de las partes involucradas sea concisa y directa, lo cual facilitará la toma de decisiones de una manera rápida y acertada. Se propone, por lo tanto, una estructura orgánica integrada por un Consejo Directivo, el cual contará con la asesoría de un Consejo Técnico. El personal operativo de la Reserva será dirigido por un Director (Fig. 1).

Debido a la ausencia de pobladores civiles en las islas, su administración se facilita en cierto modo, ya que no existe ninguna problemática socioeconómica que pudiese afectar el funcionamiento de la reserva; en otras áreas protegidas del país, dicha problemática es un factor importante que hay que analizar muy detenidamente para el adecuado accionar de dichas áreas.

Por la cercanía del Archipiélago al estado de Colima, el Gobierno Estatal tendrá una importante participación en su administración, así como aquellas Instituciones de Enseñanza e Investigación que han mantenido su presencia en el Archipiélago a través de los años y que estén en capacidad de desarrollar programas de investigación científica.

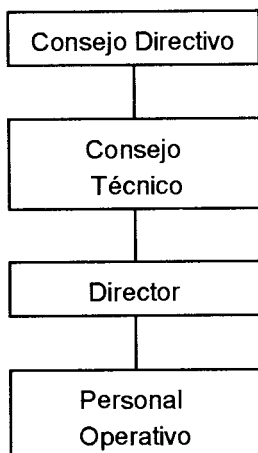


Fig. 1. Organigrama de la Reserva

El Consejo Directivo tendrá la responsabilidad de planear las actividades de la Reserva, proponer el Programa Operativo Anual de trabajo y vigilar que se instrumenten las acciones tendientes a lograr los objetivos establecidos para la Reserva en el Plan de Manejo. Así mismo, tendrá la facultad de decidir sobre aquellos aspectos que no se contemplan en la declaratoria oficial de la Reserva, Plan de Manejo y/o Programa Operativo Anual.

El Consejo Directivo estará integrado por:

Gobierno del Estado de Colima

Secretaría de Gobernación

Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca

Secretaría de Marina

Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Centros de Investigación

Instituciones de Educación Superior

El Consejo Técnico funcionará como un cuerpo científico-técnico de consulta y asesoría en la operación de la Reserva y la evaluación de programas y proyectos.

El Consejo Técnico estará integrado por representantes de:
Gobierno del Estado de Colima
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Comité Mexicano del MAB-UNESCO
Centros de Investigación
Instituciones de Educación Superior

El director de la Reserva aplicará las acciones propuestas para la administración de la Unidad de Conservación, establecidas en los Programas de Manejo; coordinará al personal asignado a la Reserva.

Concertación de Actividades

Debido a la gran variedad de actividades que implica la administración y manejo de la Reserva, es necesario establecer los mecanismos de concertación de las acciones que desarrollarán las Instituciones involucradas, para el logro de los objetivos de la Unidad de Conservación.

Un elemento importante para la concertación, será la creación de los órganos de gestión de la Reserva, tales como el Consejo Directivo y el Consejo Técnico. En segundo término habrá que elaborar los planes operativos para la administración y manejo de la Reserva y establecer los convenios de cooperación entre las diferentes Instituciones participantes en aspectos legales, económicos y científicos.

Normatividad General

La Reserva de la Biósfera Archipiélago Revillagigedo, se enmarca y apoya en un conjunto de disposiciones constitucionales, legales y administrativas de orden federal. Sin embargo la normatividad central, toda vez que su principal propósito es la conservación de los recursos naturales del área, se basa en las leyes vigentes en la materia, entre ellas: la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al

Ambiente, la Ley Forestal, la Ley Federal de Caza, Ley Federal del Mar, Ley de Vías Generales de Comunicación, Ley de Navegación, Ley de Pesca y demás disposiciones jurídicas aplicables. No obstante, se requiere además formular un conjunto de normas y disposiciones específicas para las condiciones del Archipiélago. A continuación se presentan un conjunto preliminar de éstas.

Normas de Uso de la Flora Silvestre.

- Para el aprovechamiento de la flora nativa, deberán llevarse a cabo previamente estudios técnicos por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, posteriormente, tras la evaluación de los mismos por el Consejo Técnico y el director de la reserva, se autorizará o rechazará el aprovechamiento pretendido.
- Las asociaciones florísticas ubicadas en la zona núcleo, se consideran bajo protección, ya que en ellas se distribuyen un gran número de especies endémicas, por lo que se prohíbe toda actividad de recreación perturbadora, tales como circulación de vehículos automotores fuera de los caminos ya existentes.
- Queda prohibida la introducción de especies vegetales no nativas de cada una de las islas del Archipiélago.

Normas de Uso de la Fauna Silvestre

- .- Se prohíbe cazar, perseguir, capturar, apropiarse de ejemplares, sus derivados y sus productos (huesos, piel, plumas, huevos, pollos y crías), de las especies de animales nativas de las islas, salvo para uso científico y previa autorización de la autoridad competente
- La captura de ejemplares y derivados de fauna silvestre para fines de manejo y/o reproducción en cautiverio, deberá contar con un plan de recuperación y manejo específico, autorizado y supervisado oficialmente por la Administración de la Reserva y la autoridad competente.
- El aprovechamiento y/o control de las especies de fauna que han sido introducidas al Archipiélago, como por ejemplo el borrego, el gato y el ratón doméstico en Socorro, el cerdo y el conejo en Clarión, sólo podrá realizarse bajo un plan debidamente autorizado y bajo supervisión directa de las autoridades de la Reserva.
- No se permitirá la introducción de especies no nativas de animales al Archipiélago.
- El aprovechamiento deportivo o comercial de los recursos marinos, tales como las especies ícticas y malacológicas, podrá ser autorizado por la dirección de la reserva, siempre y cuando se cumplan con las áreas de captura, límites de captura,

épocas de veda, artes, equipos y métodos establecidos por las leyes en vigencia.

Normas de Uso Agrícola

- Las actividades agrícolas se limitarán a satisfacer el autoconsumo de la guarnición naval. Deberán realizarse exclusivamente en áreas con vocación agrícola de las zonas de amortiguamiento.
- El uso de pesticidas (depósito, manejo y disposición final) deberá contar con autorización de las autoridades de la Reserva.
- Se prohíbe el uso de pesticidas organoclorados en el control de plagas agrícolas.

Normas de Uso Pecuario.

- Sólo se permitirá la crianza de ganado vacuno, ovino y porcino en condiciones de estricto manejo estabulado y el número de cabezas deberá ajustarse a lo técnicamente considerado para el sustento de la guarnición naval.
- Queda prohibida la introducción al libre pastoreo de las siguientes especies: conejos (*Oryctolagus cuniculus*), cabras (*Capra hircus*), borrego (*Ovis aries*), cerdos (*Sus scrofa*), burros (*Equus asinus*), caballos (*Equus equus*), vacas (*Bos taurus*), mulas ó cualquier otro animal herbívoro.

Normas de Uso de los Recursos Minerales.

- Sólo se permitirá la extracción de recursos minerales en el área de influencia de la Reserva.
- La roca, piedra, grava, arena y otros materiales para construcción, deberán extraerse de las áreas señaladas expreso por las autoridades responsables de la Reserva.
- Las aguas, gases y desperdicios sólidos derivados y/o utilizados en los procesos de extracción y producción de minerales, deberán ser tratados de acuerdo a las normas en vigor y dispuestos finalmente en los sitios especialmente señalados por las autoridades de la Reserva.

Normas de Desarrollo Urbano.

- Queda prohibida la creación de nuevos centros de población.
- El desarrollo y expansión de los asentamientos humanos ya existentes, deberá

apegarse estrictamente a los planes que se establezcan expreso por el Director de la Reserva, así como por las autoridades de la Marina destacadas en las islas.

- Las aguas residuales generadas en el centro de población existente, deberán ser tratadas a nivel primario antes de ser vertidas al mar.
- Los residuos sólidos generados, deberán ser dispuestos en rellenos sanitarios o quemados en incineradores. Bajo ninguna circunstancia serán dejados a cielo abierto.
- Las emisiones gaseosas producto del funcionamiento de maquinaria o incineración de desechos, deberán verificarse y cumplir con las normas establecidas por los reglamentos en vigor.

Normas de Uso Científico.

- El desarrollo de actividades de investigación científica en las distintas zonas de la Reserva, sólo se permitirá a nivel de Instituciones y dentro de planes, programas y proyectos oficialmente aprobados por las autoridades responsables de la Reserva.
- Se prohíbe la investigación manipulativa que afecte negativamente las especies nativas y/o los ecosistemas de las zonas núcleo.
- Los permisos de investigación individuales ó no Institucionales, se otorgarán únicamente a aquellas personas que presenten un proyecto de investigación, programa de trabajo en campo detallado y avales Institucionales acreditados y reconocidos por las autoridades de la Reserva, siempre y cuando los propósitos de la investigación coadyuven en a la obtención de información para fines de manejo de la Reserva.
- La colecta de muestras minerales, de suelos, vegetales, animales; sus derivados y/o productos, para fines científicos, queda restringida a lo que se especifique y autorice por la autoridad competente y la administración de la Reserva en cada proyecto de investigación, bajo el criterio de autorizar el mínimo número posible de especímenes. En todo caso, se deberá dejar al menos un ejemplar de cada muestra en la administración de la Reserva.
- La repoblación de especies que hayan sido extinguidas en las islas, pero que existiesen en otro lugar, podrá llevarse a cabo posteriormente a la eliminación o control de las causas que originaron su desaparición. Con la reintroducción de dichas especies, deberá seguirse un monitoreo sobre el éxito de la repoblación.
- Para el desarrollo de las investigaciones, las instituciones prooverán a sus investigadores del equipo necesario para llevarlas a cabo.
- El uso de áreas para acampar por parte de los investigadores será limitado a períodos cortos de tiempo.

- Los investigadores deberán entregar informes periódicos del avance de sus investigaciones a la Dirección de la Reserva.
- Al final de cada proyecto, deberá entregarse a la Dirección de la Reserva, copias de un informe técnico final, y posteriormente, de las publicaciones derivadas del mismo.

Capítulo 6

PROGRAMAS DE MANEJO Y DESARROLLO

Gustavo Arnaud, Aradit Castellanos y Alfredo Ortega

Para el cumplimiento de los objetivos de la Reserva de la Biosfera Archipiélago Revillagigedo, se requiere de programas de manejo en los campos de acción prioritarios para el área:

- 1) el manejo y protección de los recursos naturales,
- 2) el uso por parte del público y,
- 3) la operación en general de la reserva.

Los cuales aportarán los elementos de acción del Plan para convertir el área de la Reserva en una área silvestre en funcionamiento. Los elementos de acción de la Reserva se presentan a través de cuatro Programas de Manejo:

- 1) Programa de Manejo Ambiental
- 2) Programa de Uso Público
- 3) Programa de Operaciones
- 4) Programa de Desarrollo Integral

Cada Programa está integrado por Subprogramas y éstos agrupan las actividades prioritarias a desarrollar.

6.1 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

El Programa de Manejo Ambiental busca la armonía en el medio ambiente de las islas del Archipiélago, mediante técnicas y procedimientos que detengan el deterioro de los recursos, de tal manera que el fenómeno se revierta y exista una recuperación de los mismos.

Subprograma de Conservación

La conservación de los recursos existentes en el Archipiélago es un objetivo primordial de la Reserva, debido a la gran importancia biológica y científica de las especies que ahí residen.

a. Objetivos

- 1) Controlar los sitios de inestabilidad que pongan en peligro la calidad del suelo. El sur de isla Socorro presenta importantes áreas afectadas por la erosión, las cuales deberán ser abordadas prioritariamente, implementando prácticas mecánicas como el uso de gaviones, entre otras, entre otras para su conservación y recuperación.
- 2) Favorecer la regeneración de las áreas de vegetación natural seriamente alteradas. Este objetivo es particularmente importante ya que existen áreas en las cuales los árboles viejos han sido derribados por el paso de los huracanes por el Archipiélago, quedando dichas áreas susceptibles a ser degradadas por la incipiente regeneración de la vegetación, producto de la herbivoría de la que es objeto el sotobosque, donde se encuentran las plántulas de los árboles viejos.
- 3) Identificar el origen y controlar la evolución de posibles sitios de inestabilidad. La herbivoría, las lluvias torrenciales, así como los fuertes vientos, son factores que afectan directa o indirectamente la estabilidad de los ecosistemas insulares, lo cual, aunado a las pendientes pronunciadas, originan la pérdida de cobertura vegetal y la erosión, por lo tanto el presente objetivo, pretende ser preventivo antes que correctivo de los posibles sitios de inestabilidad.
- 4) Definir lineamientos para la conservación de suelos. Dada la naturaleza volcánica de las islas, en gran parte de ellas los suelos son jóvenes; sin embargo, al mismo tiempo son el recurso que se ha visto más afectado, tan sólo en Isla So-

corro se estiman pérdidas de suelo por erosión en razón de cuarenta a sesenta toneladas por hectárea por año, por lo que deben tomarse medidas urgentes para evitar la pérdida irreparable de éste recurso.

5) Contribuir a la conservación de los ecosistemas insulares del Archipiélago.

6) Proteger y mantener la diversidad genética de flora y fauna, terrestre y marina del Archipiélago. Tan solo la vegetación de Socorro, para ejemplificar el alto número de endemismos, presenta una tercera parte de especies endémicas, mientras que todos los vertebrados nativos del Archipiélago son endémicos a nivel de especie o subespecie.

b. Actividades

1) Hacer un inventario detallado de los sitios actuales y potenciales de inestabilidad, marcando en un mapa su ubicación.

2) Calificar y ordenar en forma prioritaria los sitios de inestabilidad, asignando valores de importancia a cada uno.

3) Iniciar el control y/o medidas de prevención de los sitios de inestabilidad, utilizando materiales propios del área como piedras, así como plantas que ayuden la fijación de suelo, como por ejemplo el nopal. Así mismo, evitar el paso de borregos en dichos sitios mediante barreras físicas.

4) Elaborar los términos de referencia para la formulación de un plan de desarrollo de conservación de suelos.

5) Formular y ejecutar un plan detallado de conservación de suelos, considerando tratamientos mecánicos como: terrazas ó curvas a nivel, estabilización de taludes y presas de control de azolves para el control de cárcavas y derrumbes.

6) Reforestar con especies nativas los sitios en los cuales la degradación de los bosques sea grave. Se requerirá la implementación de almácigos para posteriormente, cuando las plantas alcancen cierta talla, ser transplantadas al bosque. Deberá prevenirse el ramoneo de estas plantas jóvenes por los herbívoros introducidos (borrego, conejo, cerdo).

7) Asegurar la permanencia de los sitios que sirven como refugio para la fauna de las islas. Particularmente los bosques donde se reproduce la avifauna.

Subprograma de Control de Especies Exóticas

Existen especies tanto de flora como de fauna que han sido introducidas a las islas ya sea intencional ó accidentalmente. En algunos casos, dichas introducciones han repercutido negativamente en las poblaciones de las especies residentes, al grado extremo de extinguirlas, ó bien de reducir sus poblaciones. El presente Subprograma aborda el control de dichas especies.

a. Objetivos

1) Erradicación de las especies exóticas que tengan un efecto negativo real o potencial sobre las especies propias de las islas ó sobre el ecosistema en general. Ejemplos de ésto son el gato (*Felis catus*) y el borrego (*Ovis aries*) en Socorro, el cerdo (*Sus scrofa*) y el conejo (*Oryctolagus cuniculus*) en Clarión, quienes depredan las especies residentes ó sobrepastorean la vegetación impidiendo su regeneración.

2) Recuperar el equilibrio biológico entre las especies y su medio ambiente. Equilibrio que se ha visto alterado debido a la pérdida del hábitat (suelo y vegetación), presencia de especies introducidas (originando depredación y competencia con las especies residentes), y a la perturbación humana (ya sea por su presencia misma ó por captura y caza).

b. Actividades

1) Determinar la distribución de las especies exóticas en las islas. El conocimiento de su distribución permitirá un control eficiente de dichas especies.

2) Formular y ejecutar un plan detallado de erradicación. Dicho Plan deberá considerar aspectos de la biología de las especies a erradicar, así como de las técnicas de trampeo, cacería y uso de tóxicos, previendo los posibles efectos sobre las especies residentes que el uso de alguna técnica pudiera representar. Una vez

épocas de veda, artes, equipos y métodos establecidos por las leyes en vigencia.

Normas de Uso Agrícola

- Las actividades agrícolas se limitarán a satisfacer el autoconsumo de la guarnición naval. Deberán realizarse exclusivamente en áreas con vocación agrícola de las zonas de amortiguamiento.
- El uso de pesticidas (depósito, manejo y disposición final) deberá contar con autorización de las autoridades de la Reserva.
- Se prohíbe el uso de pesticidas organoclorados en el control de plagas agrícolas.

Normas de Uso Pecuario.

- Sólo se permitirá la crianza de ganado vacuno, ovino y porcino en condiciones de estricto manejo estabulado y el número de cabezas deberá ajustarse a lo técnicamente considerado para el sustento de la guarnición naval.
- Queda prohibida la introducción al libre pastoreo de las siguientes especies: conejos (*Oryctolagus cuniculus*), cabras (*Capra hircus*), borrego (*Ovis aries*), cerdos (*Sus scrofa*), burros (*Equus asinus*), caballos (*Equus equus*), vacas (*Bos taurus*), mulas ó cualquier otro animal herbívoro.

Normas de Uso de los Recursos Minerales.

- Sólo se permitirá la extracción de recursos minerales en el área de influencia de la Reserva.
- La roca, piedra, grava, arena y otros materiales para construcción, deberán extraerse de las áreas señaladas expreso por las autoridades responsables de la Reserva.
- Las aguas, gases y desperdicios sólidos derivados y/o utilizados en los procesos de extracción y producción de minerales, deberán ser tratados de acuerdo a las normas en vigor y dispuestos finalmente en los sitios especialmente señalados por las autoridades de la Reserva.

Normas de Desarrollo Urbano.

- Queda prohibida la creación de nuevos centros de población.
- El desarrollo y expansión de los asentamientos humanos ya existentes, deberá

apegarse estrictamente a los planes que se establezcan expresos por el Director de la Reserva, así como por las autoridades de la Marina destacadas en las islas.

- Las aguas residuales generadas en el centro de población existente, deberán ser tratadas a nivel primario antes de ser vertidas al mar.
- Los residuos sólidos generados, deberán ser dispuestos en rellenos sanitarios o quemados en incineradores. Bajo ninguna circunstancia serán dejados a cielo abierto.
- Las emisiones gaseosas producto del funcionamiento de maquinaria o incineración de desechos, deberán verificarse y cumplir con las normas establecidas por los reglamentos en vigor.

Normas de Uso Científico.

- El desarrollo de actividades de investigación científica en las distintas zonas de la Reserva, sólo se permitirá a nivel de Instituciones y dentro de planes, programas y proyectos oficialmente aprobados por las autoridades responsables de la Reserva.
- Se prohíbe la investigación manipulativa que afecte negativamente las especies nativas y/o los ecosistemas de las zonas núcleo.
- Los permisos de investigación individuales ó no Institucionales, se otorgarán únicamente a aquellas personas que presenten un proyecto de investigación, programa de trabajo en campo detallado y avales Institucionales acreditados y reconocidos por las autoridades de la Reserva, siempre y cuando los propósitos de la investigación coadyuven en a la obtención de información para fines de manejo de la Reserva.
- La colecta de muestras minerales, de suelos, vegetales, animales; sus derivados y/o productos, para fines científicos, queda restringida a lo que se especifique y autorice por la autoridad competente y la administración de la Reserva en cada proyecto de investigación, bajo el criterio de autorizar el mínimo número posible de especímenes. En todo caso, se deberá dejar al menos un ejemplar de cada muestra en la administración de la Reserva.
- La repoblación de especies que hayan sido extinguidas en las islas, pero que existiesen en otro lugar, podrá llevarse a cabo posteriormente a la eliminación o control de las causas que originaron su desaparición. Con la reintroducción de dichas especies, deberá seguirse un monitoreo sobre el éxito de la repoblación.
- Para el desarrollo de las investigaciones, las instituciones prooverán a sus investigadores del equipo necesario para llevarlas a cabo.
- El uso de áreas para acampar por parte de los investigadores será limitado a períodos cortos de tiempo.

- Los investigadores deberán entregar informes periódicos del avance de sus investigaciones a la Dirección de la Reserva.
- Al final de cada proyecto, deberá entregarse a la Dirección de la Reserva, copias de un informe técnico final, y posteriormente, de las publicaciones derivadas del mismo.

Capítulo 6

PROGRAMAS DE MANEJO Y DESARROLLO

Gustavo Arnaud, Aradit Castellanos y Alfredo Ortega

Para el cumplimiento de los objetivos de la Reserva de la Biosfera Archipiélago Revillagigedo, se requiere de programas de manejo en los campos de acción prioritarios para el área:

- 1) el manejo y protección de los recursos naturales,
- 2) el uso por parte del público y,
- 3) la operación en general de la reserva.

Los cuales aportarán los elementos de acción del Plan para convertir el área de la Reserva en una área silvestre en funcionamiento. Los elementos de acción de la Reserva se presentan a través de cuatro Programas de Manejo:

- 1) Programa de Manejo Ambiental
- 2) Programa de Uso Público
- 3) Programa de Operaciones
- 4) Programa de Desarrollo Integral

Cada Programa está integrado por Subprogramas y éstos agrupan las actividades prioritarias a desarrollar.

6.1 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

El Programa de Manejo Ambiental busca la armonía en el medio ambiente de las islas del Archipiélago, mediante técnicas y procedimientos que detengan el deterioro de los recursos, de tal manera que el fenómeno se revierta y exista una recuperación de los mismos.

Subprograma de Conservación

La conservación de los recursos existentes en el Archipiélago es un objetivo primordial de la Reserva, debido a la gran importancia biológica y científica de las especies que ahí residen.

a. Objetivos

- 1) Controlar los sitios de inestabilidad que pongan en peligro la calidad del suelo. El sur de isla Socorro presenta importantes áreas afectadas por la erosión, las cuales deberán ser abordadas prioritariamente, implementando prácticas mecánicas como el uso de gaviones, entre otras, entre otras para su conservación y recuperación.
- 2) Favorecer la regeneración de las áreas de vegetación natural seriamente alteradas. Este objetivo es particularmente importante ya que existen áreas en las cuales los árboles viejos han sido derribados por el paso de los huracanes por el Archipiélago, quedando dichas áreas susceptibles a ser degradadas por la incipiente regeneración de la vegetación, producto de la herbivoría de la que es objeto el sotobosque, donde se encuentran las plántulas de los árboles viejos.
- 3) Identificar el origen y controlar la evolución de posibles sitios de inestabilidad. La herbivoría, las lluvias torrenciales, así como los fuertes vientos, son factores que afectan directa o indirectamente la estabilidad de los ecosistemas insulares, lo cual, aunado a las pendientes pronunciadas, originan la pérdida de cobertura vegetal y la erosión, por lo tanto el presente objetivo, pretende ser preventivo antes que correctivo de los posibles sitios de inestabilidad.
- 4) Definir lineamientos para la conservación de suelos. Dada la naturaleza volcánica de las islas, en gran parte de ellas los suelos son jóvenes; sin embargo, al mismo tiempo son el recurso que se ha visto más afectado, tan sólo en Isla So-

corro se estiman pérdidas de suelo por erosión en razón de cuarenta a sesenta toneladas por hectárea por año, por lo que deben tomarse medidas urgentes para evitar la pérdida irreparable de éste recurso.

5) Contribuir a la conservación de los ecosistemas insulares del Archipiélago.

6) Proteger y mantener la diversidad genética de flora y fauna, terrestre y marina del Archipiélago. Tan solo la vegetación de Socorro, para ejemplificar el alto número de endemismos, presenta una tercera parte de especies endémicas, mientras que todos los vertebrados nativos del Archipiélago son endémicos a nivel de especie o subespecie.

b. Actividades

1) Hacer un inventario detallado de los sitios actuales y potenciales de inestabilidad, marcando en un mapa su ubicación.

2) Calificar y ordenar en forma prioritaria los sitios de inestabilidad, asignando valores de importancia a cada uno.

3) Iniciar el control y/o medidas de prevención de los sitios de inestabilidad, utilizando materiales propios del área como piedras, así como plantas que ayuden la fijación de suelo, como por ejemplo el nopal. Así mismo, evitar el paso de borregos en dichos sitios mediante barreras físicas.

4) Elaborar los términos de referencia para la formulación de un plan de desarrollo de conservación de suelos.

5) Formular y ejecutar un plan detallado de conservación de suelos, considerando tratamientos mecánicos como: terrazas ó curvas a nivel, estabilización de taludes y presas de control de azolves para el control de cárcavas y derrumbes.

6) Reforestar con especies nativas los sitios en los cuales la degradación de los bosques sea grave. Se requerirá la implementación de almácigos para posteriormente, cuando las plantas alcancen cierta talla, ser transplantadas al bosque. Deberá prevenirse el ramoneo de estas plantas jóvenes por los herbívoros introducidos (borrego, conejo, cerdo).

7) Asegurar la permanencia de los sitios que sirven como refugio para la fauna de las islas. Particularmente los bosques donde se reproduce la avifauna.

Subprograma de Control de Especies Exóticas

Existen especies tanto de flora como de fauna que han sido introducidas a las islas ya sea intencional ó accidentalmente. En algunos casos, dichas introducciones han repercutido negativamente en las poblaciones de las especies residentes, al grado extremo de extinguir las, ó bien de reducir sus poblaciones. El presente Subprograma aborda el control de dichas especies.

a. Objetivos

1) Erradicación de las especies exóticas que tengan un efecto negativo real o potencial sobre las especies propias de las islas ó sobre el ecosistema en general. Ejemplos de ésto son el gato (*Felis catus*) y el borrego (*Ovis aries*) en Socorro, el cerdo (*Sus scrofa*) y el conejo (*Oryctolagus cuniculus*) en Clarión, quienes depredan las especies residentes ó sobrepastorean la vegetación impidiendo su regeneración.

2) Recuperar el equilibrio biológico entre las especies y su medio ambiente. Equilibrio que se ha visto alterado debido a la pérdida del hábitat (suelo y vegetación), presencia de especies introducidas (originando depredación y competencia con las especies residentes), y a la perturbación humana (ya sea por su presencia misma ó por captura y caza).

b. Actividades

1) Determinar la distribución de las especies exóticas en las islas. El conocimiento de su distribución permitirá un control eficiente de dichas especies.

2) Formular y ejecutar un plan detallado de erradicación. Dicho Plan deberá considerar aspectos de la biología de las especies a erradicar, así como de las técnicas de trampeo, cacería y uso de tóxicos, previendo los posibles efectos sobre las especies residentes que el uso de alguna técnica pudiera representar. Una vez

que se inicie el plan de erradicación, no deberá ser ininterrumpido hasta que después de varios muestreos no se colecten animales.

Subprograma de Investigación y Monitoreo

La importancia de este Subprograma no radica únicamente en desarrollar los estudios requeridos para la implementación de algunos de los otros Subprogramas, sino también en la generación sobre conocimientos científicos sobre la estructura y función de los ecosistemas insulares. Así mismo, éste Subprograma realizará un seguimiento de la información recabada a fin de detectar problemas ambientales, o bien, el éxito de medidas correctivas desarrolladas para algún problema en particular.

a. Objetivos

- 1) Promover el desarrollo de la investigación científica y el monitoreo, a fin de conocer la biología y ecología de las especies que se distribuyen en el Archipiélago. A pesar de los estudios que han sido realizados por diferentes Instituciones, aún es mucho lo que se desconoce de las especies residentes en relación a su medio ambiente.
- 2) Identificar los cambios que ocurran en los recursos naturales de la Reserva. Es posible que con la instrumentación de los Subprogramas de Conservación y Control de Especies Exóticas, las especies residentes se vean afectadas positiva o negativamente, lo cual deberá de ser oportunamente identificado.
- 3) Conocer el estado y tendencias de las poblaciones de flora y fauna, con particular énfasis en aquellas que se encuentren en peligro de extinción o que son endémicas del área. Respecto a la fauna de vertebrados residentes de las islas, todas son endémicas a nivel de especie o subespecie, mientras que una tercera parte de las especies vegetales descritas para Socorro son endémicas.
- 4) Conocer las características climáticas del área. La escasez de datos meteorológicos del área radica en que existe únicamente una estación meteorológica en Socorro, por lo cual se requiere la implementación de una red de estaciones en las cuatro islas del Archipiélago, siendo necesario que se encuentren automatizadas para la toma de datos. En Socorro se requiere la implementación de dos estaciones climatológicas además de la ya existente en la parte sur de la isla, una en la parte alta del volcán Evermann y otra más en la región norte de la isla, ya que

las condiciones ambientales en los tres sitios son diferentes.

5) Caracterizar a los visitantes y determinar los patrones de visita. Deberá seguirse un registro de los visitantes para hacer un análisis de frecuencia de visitas, así como de tipo de embarcaciones y tiempo que permanecen en el Archipiélago, debiendo los visitantes entrevistarse obligatoriamente con el Comandante o autoridades destacadas en las islas.

6) Promover la cooperación científica entre personas e instituciones nacionales e internacionales para lograr el éxito del programa de manejo.

b. Actividades

1) Realizar inventarios de las especies de flora y fauna, tanto terrestre como marina. Dichos inventarios deberán contar con descripciones de las especies, su distribución. Ejemplares de las especies deberán ser depositados en colecciones biológicas instaladas en las islas y mantenidas en buen estado por el personal militar destacado en la isla.

2) Determinación de características hidrológicas y de drenaje.

3) Determinación de características geológicas.

4) Evaluación de las características edáficas.

5) Desarrollo de censos de las poblaciones de fauna de las islas, a través de las diferentes técnicas existentes.

6) Determinación de la dinámica de poblaciones de las especies faunísticas de las islas.

7) Identificación y estudio de las especies de flora y fauna amenazadas, en peligro de extinción o endémicas del área.

8) Monitoreo periódico de la regeneración natural en las zonas de recuperación.

9) Con la ayuda de fotografías aéreas, trabajo de campo y análisis de la bibliografía

existente, desarrollar el mapeo de la vegetación de las islas del archipiélago.

10) Diseño de un sistema de monitoreo meteorológico en diferentes sitios de cada isla.

11) Registrar permanentemente el ingreso de visitantes, de tal manera que se permita su caracterización y el conocimiento de los patrones de visita.

12) Relacionarse con Instituciones nacionales e internacionales, gubernamentales y no gubernamentales, para conseguir su contribución al desarrollo del programa.

13) Organización y mantenimiento de un archivo de información propio del programa. Dicho archivo será abastecido con las publicaciones generadas por los investigadores de los recursos de las islas, así como toda aquella información que tenga relación con el Archipiélago.

14) Organización de colecciones de referencia de material biológico del área, las cuales estarán localizadas en Isla Socorro. Dichas colecciones serán resguardadas por el personal militar destacado en la isla.

6.2 PROGRAMA DE USO PÚBLICO

Subprograma de Educación Ambiental

La educación ambiental es un proceso dirigido a todos los niveles de una población que, a través de diferentes medios, pretende la toma de conciencia, el desarrollo de valores, de actitudes y de técnicas, con el fin de contribuir a la solución de problemas ambientales. En este sentido este Subprograma es de gran importancia en el Programa de Manejo del Archipiélago.

a. Objetivos

1) Lograr que el visitante, los investigadores y los marinos destacados en la isla, tomen conciencia de la importancia que representa la biodiversidad del Archipiélago, no sólo como patrimonio de México, sino mundial. En este sentido será necesaria la elaboración de una serie de documentos que deberán ser entregados

a los visitantes de las islas, así como pláticas periódicas a los marinos destacados en el Archipiélago.

2) Concientizar al visitante y personal de la Marina que habita las islas, sobre los beneficios derivados de la conservación de los recursos del Archipiélago, a manera de que comprendan, aprecien y disfruten mejor los mismos mediante su participación en actividades de interpretación y educación ambiental. Los marinos podrán instruir a los visitantes sobre la diversidad de especies presentes.

3) Contribuir a reducir el impacto de los visitantes y de los miembros de la Armada de México sobre los recursos de las islas. El sólo hecho de acudir a zonas de anidamiento de aves simplemente para observarlas y tomar fotografías, podría afectarlas negativamente, ya que una pareja puede dejar desprotegidos sus huevos al ser asustada por la sola presencia humana; sin embargo, si dichas personas fuesen instruidas de los efectos que podrían ocasionar, no se acercarán a estos sitios.

4) Lograr que el público en general comprenda la importancia de la investigación científica en el manejo de los recursos naturales.

b. Actividades

1) Acondicionar una área de los inmuebles existentes en el Sector Naval de Socorro como sala de visitantes, en la cual se presenten exhibiciones temporales y/o permanentes, pláticas, conferencias y programas audiovisuales.

2) Preparar material audiovisual (películas, diapositivas, acetatos, etc.), diseñar y montar exhibiciones portátiles y elaborar trípticos y cuadernos de educación ambiental sobre los recursos del área, manteniendo un centro de documentación para enriquecer el Subprograma de Educación Ambiental.

3) Informar al visitante y a los marinos destacados en las islas, sobre el significado, importancia y finalidad de la reserva, a través de pláticas, exhibición de videos o material gráfico.

4) Ofrecer conferencias, exhibiciones y programas audiovisuales fuera de las islas, ya sea en el interior de la República o en el extranjero.

5) Establecer contacto y mantener relación con agrupaciones que desarrollen programas de educación ambiental en otras áreas, con el fin de obtener apoyo y asesoría.

6) Diseñar y habilitar dos senderos naturales, uno en Socorro, que se inicie en el Sector Naval, atraviese el área de las cuevas, las zonas erosionadas, el bosque y que culmine en la cumbre del Volcán Evermann. El sendero que se instrumente en Clarión buscará atravesar por diferentes hábitats de la isla.

7) Diseñar e instalar rótulos interpretativos tanto en los senderos naturales, como en otras áreas de relevancia, como por ejemplo Playa Blanca y Playa Norte de Socorro.

8) Impartir pláticas y pequeños cursos al personal de la Marina que tiene influencia sobre los marinos destacados en el Archipiélago de tal manera que participen activamente en este subprograma.

Subprograma de Relaciones Públicas

Este Subprograma sirve de enlace entre la Reserva y aquellas Organizaciones reales o potenciales que podrían ayudar en la consecución de los objetivos planteados.

a. Objetivos

1) Divulgación de la información básica sobre la Reserva Archipiélago Revillagigedo, sus características, recursos y Programas para lograr el apoyo público.

2) Establecer líneas de comunicación e intercambio con organizaciones nacionales e internacionales con el fin de promover la cooperación en los diferentes Programas de Manejo de la Reserva.

3) Promover el apoyo económico a los diferentes Programas de Manejo a través de Instituciones nacionales o extranjeras, públicas o privadas.

b. Actividades

1) Divulgar información básica sobre la Reserva, sus características e importancia

de sus recursos, para lograr el apoyo público.

2) Establecer líneas de comunicación e intercambio con instituciones nacionales e internacionales.

3) Mantener el apoyo de Instituciones públicas y privadas, a través de la divulgación de los resultados alcanzados con el financiamiento brindado por ellas.

6.3 PROGRAMA DE OPERACIONES

Subprograma de Administración

Este Subprograma es de vital importancia para la Reserva, ya que mediante el mismo se coordinan todas las actividades a realizarse en el Plan de Manejo.

a. Objetivos

1) Asegurar la instrumentación del Plan de Manejo. No basta con tener estructurado dicho Plan, sino que hay que asegurar que exista la disposición de los medios para hacerlo operativo.

2) Maximizar la capacidad y eficiencia de los responsables de la Reserva de la Biosfera, mediante el establecimiento de mecanismos adecuados para el manejo de personal, provisión de suministros y recursos en general.

3) Promover actividades y convenios de investigación en la Reserva, con Instituciones nacionales e internacionales para alcanzar los objetivos del Subprograma de Investigación.

4) Lograr una adecuada coordinación con las Instituciones y organizaciones nacionales para el mejor manejo de la Reserva.

b. Actividades

1) Elaborar y ejecutar los planes operativos anuales, basados en el Plan de Manejo.

- 2) Elaborar y ejecutar los planes de trabajo, basados en el plan operativo.
- 3) Revisar continuamente la ejecución del Plan de Manejo y de los otros planes de trabajo con todo el personal, a fin de lograr su integración como equipo.
- 4) Organizar el personal en unidades de trabajo: a) construcciones y mantenimiento, b) administración, c) investigación y monitoreo, d) control, e) educación ambiental.
- 5) Presentar informes de labores de las diferentes unidades de trabajo y del director mismo al Consejo Directivo y al Consejo Técnico de la Reserva.
- 6) Establecer mecanismos contables, registros de bienes, fondos y suministros a la Reserva.
- 7) Supervisar las actividades de los diferentes Programas y Subprogramas de Manejo.
- 8) Coordinar y cooperar en el desarrollo de las diferentes actividades de los subprogramas de manejo.
- 9) Coordinar con la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, la instalación de estaciones meteorológicas en diferentes lugares de las islas.
- 10) Capacitar al personal para mantenimiento y toma de datos de las estaciones meteorológicas. El personal para ser capacitado será seleccionado entre los marinos destacados en las islas por el Comandante de la Marina destacado en las Islas.
- 11) Coordinar con el Sistema Nacional de Areas Protegidas, el diseño para la edición de los diferentes trípticos, cuadernos de divulgación, materiales y rótulos que se necesitan para cumplir con los diferentes programas de manejo.
- 12) Coordinar con los Subprogramas de Investigación y Educación Ambiental el mejor uso de las instalaciones de la Reserva.
- 13) Elaborar un reglamento interno para el uso de infraestructura y equipo.

14) Elaborar un reglamento interno de trabajo, en colaboración con el personal de la Reserva.

15) Velar por el cumplimiento de todas las normas de los Programas y Subprogramas.

16) Realizar los trámites para la transportación del personal de la Unidad, del macizo continental a las islas a través del Sistema Nacional de Areas Protegidas y de la Secretaría de la Marina.

Subprograma de Construcciones y Mantenimiento

Este Subprograma proporciona la infraestructura necesaria para el funcionamiento de los Programas y Subprogramas del Plan de Manejo, así como de su mantenimiento y buen funcionamiento.

a. Objetivos

1) Proporcionar a la Unidad, la infraestructura que los Programas requieren para el logro de sus respectivos objetivos.

2) Mantener las instalaciones, equipo, vehículos y señalizaciones de la Unidad en condiciones de seguridad, funcionabilidad y limpieza para un mejor aprovechamiento de los mismos.

b. Actividades

1) Construir y/o acondicionar las instalaciones existentes, señaladas en el Plan de Manejo y que incluyen: una oficina para la administración; un laboratorio con mobiliario para colecciones científicas; una sala de visitantes; un sendero interpretativo, iniciando desde el Sector Naval en Cabo Regla, cruzando por las cuevas, y que se continúe por el camino que conduce al bosque y a la cumbre del volcán Evermann, para concluir en las fumarolas; rotulación en las zonas de Uso Intensivo; una sala de dormitorios y un almacén. Las construcciones anteriores se desarrollarán en Isla Socorro en la zona del Sector Naval.

En Clarión se construirá una pequeña sala de visitantes con una oficina anexa y un laboratorio, así como una sala de dormitorios y un almacén. Se instru-

mentará un sendero interpretativo, en un lugar que será definido posteriormente. Rotulación en Isla San Benedicto y Roca Partida.

2) Desarrollar un programa de mantenimiento para la reserva, que incluya una lista de todo el equipo, vehículos e infraestructura del área y sus necesidades de mantenimiento y llevar un registro del mantenimiento que recibe.

3) Obras y/o estructuras para el control de la erosión. Se trabajará en coordinación con el Subprograma de Conservación para la instrumentación de terrazas, gaviones, etc.

6.4 PROGRAMA DE DESARROLLO INTEGRAL

En el Programa de Desarrollo Integral se estipula la ubicación y características de las facilidades, instalaciones, equipo y servicios necesarios para instrumentar el Plan de Manejo.

En este Programa se hace mención del personal necesario para el manejo de la Reserva, así como de:

a) Areas de Desarrollo.- Aquellos lugares específicos dentro de la Reserva donde se instalará o reacondicionará la infraestructura necesaria identificada en los Programas y Subprogramas.

b) Desarrollo de Personal.- Para instrumentar el Plan de Manejo para la Reserva de la Biosfera Archipiélago Revillagigedo, será necesario contar con personal dedicado a las diferentes labores de cada Programa o subprograma, capacitarles e instrumentar un sistema administrativo con una buena definición de funciones de supervisión de los empleados.

c) Capacitación de Personal.- Es necesario mejorar los conocimientos de las personas que laborarán en la Reserva, de tal manera, que será necesario considerar una serie de cursos dentro de un programa de capacitación. Entre los cursos a ser considerados figuran los referentes a administración de recursos humanos, educación ambiental, conservación, manejo de colecciones biológicas, primeros auxilios, mecánica y carpintería.

ANEXO I

ARTROPODOS ENDEMICOS DEL ARCHIPIELAGO DE REVILLAGIGEDO, MEXICO

ARACHNIDA SCORPIONIDA

Vaejovidae

Vaejovis janssi Williams

ARANEAE

Dysderidae

Ariadna weaveri Beatty

Sicariidae

Loxosceles insula Gertch

Lycosidae

Pardosa socorroensis Jiménez

Thomisidae

Misumenops revillagigedoensis Jiménez

INSECTA

COLLEMBOLA

Sminthuridae

Spaheridia n. sp.

ODONATA

Libellulidae

Tramea cophysa Hagen

PSOCOPTERA

Trogiidae

Cerobasis lapidicola García Aldrete

Cerobasis clarionensis García-Aldrete

HOMOPTERA

Acanoloniidae

Acanalonia clarionensis Van Duzee

ANEXO I (Cont.)

COLEOPTERA

Cerambycidae

Acanthoderes socorrensis Linsley

LEPIDOPTERA

Sphingidae

Perigonia lusca continua Vázquez

Erinnys obscura socorroensis Clark

Lycaenidae

Strymon columella socorrica (Vaquez)

Noctuidae

Melipotis n. sp.

Choreutidae

Tortyra n. sp.

Pterophoridae

Oidaematophorus socorrica Gielis

DIPTERA

Asilidae

Adrenosoma n.sp.

HYMENOPTERA

Megachilidae

Lithuyrge socorroensis Mitchell

Formicidae

Camponotus socorroensis Wheeler

ANEXO II

FAUNA MARINA

Listado faunístico de las especies marinas presentes en Isla Socorro y registradas en islas del Archipiélago. A la derecha se consigna la fuente. Las especies sin ninguna marcación especial están reportadas para Isla Socorro. (*): especies reportadas para Isla San Benedicto. (@): especies reportadas para Isla Clarión. (&): especies reportadas tanto para Clarión como para Socorro. (\$) : especies reportadas tanto para Socorro como para San Benedicto. (E): especies endémicas del Archipiélago Revillagigedo. Las especies de anélidos señalados con 32* fueron incluidas en Rioja (1959), pero son observaciones de otros autores (principalmente de reportes hechos por O. Hartman). Cuando se reporta la distribución de especies como presentes en las Revillagigedo, sin discriminar entre las diferentes islas, se asume que se presentan en todas ellas. Algunas especies de peces se registran como (probables), en virtud de su amplia distribución en el Pacífico tropical. Tomado de Bautista-Romero *et al* (en prensa).

- Phylum Cnidaria

<i>Balanophyllia sp. cf. osburni</i>	26, 27
<i>Fungia sp. cf. curvata</i> (&)	6, 26, 27, 31
<i>Paracyathus humilis</i> (@)	6
<i>Pavona gigantea</i>	26, 27, 31
<i>Pavona clivosa</i>	31
<i>Pavona sp. cf. clavus</i>	31
<i>Pocillopora capitata</i> (&)	1, 6, 26, 29, 27, 31
<i>Pocillopora damicornis</i>	31
<i>Pocillopora sp. cf. eydouxii</i> (&)	27, 31
<i>Pocillopora meandrina</i>	31
<i>Pocillopora verrucosa</i> (&)	8, 13, 20, 26, 29, 31
<i>Porites lobata</i> (&)	26, 29, 27, 31
<i>Porites panamensis</i>	20, 31
<i>Psammocora stellata</i>	31
<i>Psammocora superficialis</i>	31
<i>Tubastraea coccinea</i> .	27

ANEXO II (Cont.)

- Phylum Annelida

<i>Anaitides mucosa</i>	29
<i>Brachiosyllis pacifica</i>	32
<i>Ceratoneris mirabilis</i>	32
<i>Chaetacanthus magnificus</i>	32*
<i>Cirratulus revillagigedoensis</i> (E)	8, 32
<i>Cirriformia punctata</i>	32*
<i>Cistenides regalis</i>	32*
<i>Dorvillea cerasina</i>	32
<i>Eunice biannulata</i>	32*
<i>Eunice mutilata</i>	32*, 32
<i>Eunice vittata</i>	32*, 32
<i>Eupomatus brachyacantha</i>	32
<i>Eurythoe complanata</i> (&)	29, 32*
<i>Glycera capitata</i> (@)	32*
<i>Glycera tessellata</i>	32*
<i>Glicinde armigera</i> (@)	32*
<i>Haplosyllis spongicola</i>	32
<i>Harmothoe hirsuta</i>	32
<i>Hesione intertexta</i> (&)	32*
<i>Idanthyrus planatus</i>	29
<i>Idanthyrus pennatus</i>	32*, 32
<i>Lepidonotus squamatus</i>	32
<i>Lepidonotus versicolor</i>	32
<i>Lysidice collaris</i>	32
<i>Nereis riisei</i> (&)	32*
<i>Pareurythoe paupera</i>	32
<i>Polycirrus caliendrum</i>	32
<i>Platynereis dumerilii</i>	32
<i>Psamolyce spinosa</i> (@)	32*
<i>Spirorbis variabilis</i>	32
<i>Spirorbis bushi</i>	32
<i>Spirorbis tricornigera?</i>	32

ANEXO II (Cont.)

<i>Thormora johnstoni</i>	32
<i>Trypanosyllis adamanteus</i>	32
<i>Trypanosyllis gemmipara</i>	32
<i>Typosyllis pulchra</i>	32
<i>Vermiliopsis multiannulata</i>	32
- Phylum Sipunculida	
<i>Phascolosoma agassizzi</i>	29
- Phylum Mollusca	
Clase Aplacophora	
<i>Alexandromenia agassizi</i>	12
Clase Poliplacophora	
<i>Acmea discors</i> var. <i>mitellus</i> ?	8
<i>Chiton articulatus</i> (&)	29, 15
<i>Chiton laevigatus</i>	8
<i>Mopalia muscosa</i> ?	29
<i>Rodsiella</i> sp.	29
Clase Pelecypoda	
<i>Anadara multicostata</i>	25
<i>Anomia peruviana</i>	25
<i>Arca pacifica</i>	25
<i>Arcopsis solida</i>	25
<i>Argopecten circularis</i>	25
<i>Barbatia baileyi</i> (&)	25, 29, 15
<i>Cardites laticostata</i>	25
<i>Chama frondosa</i>	29
<i>Chama squamuligera</i>	29
<i>Chione undatella</i>	25

ANEXO II (Cont.)

<i>Chodakia distinguenda</i>	25
<i>Ctena mexicana</i>	25
<i>Cyclopecten pernomus</i>	25
<i>Diplodonta subquadrata</i>	25
<i>Dosinia dunkeri</i>	25
<i>Gastrochaena ovata</i>	25
<i>Glycymeris inaequalis</i>	25
<i>Isognomodon chemnitzianus</i>	8
<i>Isognomon janus</i>	29
<i>Lithophaga aristata</i>	25
<i>Lithophaga calyculata</i>	25
<i>Lucina lampra</i>	25
<i>Lyropecten subnodosus</i>	25
<i>Modiolus capax</i>	25
<i>Mytilus californianus</i>	25
<i>Pecten sericeus</i>	25
<i>Penitella penita</i>	25
<i>Semele craneana</i>	25
<i>Septifer zeteki</i>	25
<i>Spodylus calcifer</i>	25
<i>Tellina ochracea</i>	25
<i>Transennella modesta</i>	25

Clase Gastropoda

<i>Bursa caelata</i> (@)	15
<i>Casmaria vibexmexicana</i>	29
<i>Cassis coarctata</i>	11
<i>Capulus sericeus</i>	29
<i>Cerithium adustum</i>	8
<i>Cerithium maculosum</i> (&)	8, 29, 15
<i>Cerithium stercusmuscarum</i> (@)	15
<i>Collisella discors</i> (&)	29, 15
<i>Collisella mitella</i> (&)	29, 15
<i>Collisella strigatella</i>	29
<i>Conus bruneus</i>	29
<i>Conus diadema</i>	11
<i>Conus nux</i>	29
<i>Conus tiaratus</i> (&)	8, 29, 11, 15

ANEXO II (Cont.)

<i>Conus purpurascens</i> (&)	11, 15
<i>Collumbella socorroensis</i> (E)	29, 11, 15
<i>Coralliophila parva</i>	29
<i>Cymatium pileare?</i>	11
<i>Cyprea arabicula</i>	29
<i>Cyprea isabellamexicana</i>	29, 11
<i>Diodora inaequalis</i> (&)	29, 15
<i>Fissurella morrisoni</i>	29
<i>Fissurella spongiosa</i>	29
<i>Hipponix panamensis</i>	29
<i>Hipponix pilosum</i>	29
<i>Latirus concentricus</i>	8
<i>Latirus socorroensis</i> (E)	29, 11, 15
<i>Littorina aspera</i>	29
<i>Littorina modesta</i>	29
<i>Littorina pulata</i> (&)	29, 15
<i>Littorina scutulata</i>	8
<i>Mitra tristis</i>	29, 11
<i>Mitrella bacata</i>	29
<i>Modulus cerodes</i> (@)	15
<i>Murexiella vittata</i>	29
<i>Nerita funiculata</i>	29
<i>Nerita scabricosta</i>	29
<i>Notoacmea fascicularis</i>	29
<i>Petalconchus complicatus</i>	29
<i>Purpura columellaris</i>	29
<i>Purpura pansa</i>	29, 11
<i>Pyrene ocellata</i>	8
<i>Rissoina californica?</i>	29
<i>Scurria mesoleuca</i>	29
<i>Serpuloirbis margaritaceus</i>	29
<i>Siphonaria sp.</i>	11
<i>Terebra ornata</i>	29
<i>Terebra strigata</i>	11
<i>Thais patula</i>	8
<i>Thais planospira</i> (&)	8, 29, 15
<i>Thais speciosa</i>	29
<i>Turbo fluctuosus</i> (&)	8, 15
<i>Turbo funiculosus</i> (&)	29, 11, 15

ANEXO II (Cont.)

<i>Valvoriina taeniolata</i> (@)	15
Clase Cephalopoda	
<i>Octopus</i> sp. (&)	29, 11, 15
- Phylum Artropoda	
Clase Crustacea	
<i>Actaea sulcata</i>	29
<i>Alpheus</i> sp.	8
<i>Alpheus cylindricus</i> (@)	16
<i>Alpheus paracrinitus</i> (@)	16
<i>Alpheus pacificus</i> (@)	16
<i>Brachycarpus biunquiculatus</i> (@)	16
<i>Calcinus explorator</i> (&)	29, 16, 12
<i>Callinassa laevicauda occidentalis</i> (@)	16
<i>Callinassa placida</i> (@)	16
<i>Carpilodes cinctimanus</i> (@)	16
<i>Cataleptodius cooksoni</i>	28, 29
<i>Cataleptodius occidentalis</i> (&)	29, 16
<i>Cycloxanthops vittatus</i> (@)	16
<i>Daira americana</i> (&)	8, 28, 29, 16
<i>Domecia hispida</i>	8, 29
<i>Eucinetops lucasi</i>	29
<i>Eucinetops rubellula</i> (&)	28, 16
<i>Gecarcinus planatus</i> (&)	8, 28, 29, 16
<i>Geograpsus lividus</i> (&)	29, 16
<i>Gonodactylus zacae</i> (@)	16
<i>Grapsus grapsus</i> (&)	8, 28, 29, 16
<i>Ligia</i> sp.	29
<i>Ligydia exotica?</i>	8
<i>Lissa tuberosa</i>	28
<i>Lophoxanthus lamellipes</i> (@)	28
<i>Lysmata trisetacea</i> (@)	16
<i>Harpiliopsis depressus</i>	8
<i>Hemus finneganae</i>	28

ANEXO II (Cont.)

<i>Herbstia tumida</i> (@)	28, 16
<i>Hippa</i> sp.	8
<i>Hippa pacifica</i>	12
<i>Microcassiope xantusii xantusii</i> (@)	16
<i>Microphrys platysoma</i> (&)	28, 16
<i>Mithrax pigmaeus</i>	28
<i>Mithrax sinensis</i>	29
<i>Mithrax tuberculatus</i>	29
<i>Ozius agassizzi</i>	29
<i>Ozius perlatus</i> (&)	29, 16
<i>Ozius verreauxi</i>	29
<i>Pachycheles biocellatus</i> (&)	29, 16
<i>Pachygrapsus transversus</i> (&)	29, 16
<i>Pachygrapsus minutus</i> (@)	16
<i>Panulirus inflatus</i>	29, 11
<i>Panulirus penicillatus</i> (&)	8, 12, 16, 29
<i>Parthenope triangula</i>	28
<i>Percnon gibbesi</i>	29
<i>Percnon planisimum</i> (@)	16
<i>Petrolisthes biocellatus</i>	29
<i>Petrolisthes crenulatus</i>	29
<i>Petrolisthes edwardsiii</i> (&)	29, 16
<i>Petrolisthes haigae</i> (@)	16
<i>Petrolisthes tonsorius</i> (&)	29, 16
<i>Pitho sexdentata</i> (@)	16
<i>Planes cyaneus</i> (@)	16
<i>Platypodiella rotundata</i> (@)	16
<i>Pseudosquilla adialta</i> (@)	16
<i>Ranilia fornicata</i> (@)	28
<i>Solenolambrus arcuatus</i>	28
<i>Teleophrys cristulipes</i> (@)	28, 16
<i>Tetraclita</i> sp.	29
<i>Thoe sulcata sulcata</i> (&)	28, 29, 16
<i>Thyrolambrus glasselli</i>	28
<i>Trapezia cymodoce ferruginea</i>	8
<i>Trapezia digitalis</i> (&)	8, 28, 29
<i>Xanthodius hebes</i> (&)	8, 29, 16
<i>Xanthodius sternberghii</i>	29

ANEXO II (Cont.)

Phylum Echinodermata

Clase Crinoidea

Florometra serratissima (@) 21

Clase Asteroidea

<i>Acanthaster planci</i> (\$)	3, 9, 29, 27
<i>Amphiaster insignis</i> (@)	3
<i>Asterina miniata</i>	2, 9
<i>Astropecten armatus</i> (@)	2, 3
<i>Astropecten verrilli</i> (@)	2, 3
<i>Heliaster kubiniji</i> (@)	9, 27
<i>Henricia asthenactis</i> (@)	2, 3
<i>Henricia aspera</i> (@)	2, 3
<i>Henricia clarki</i> (@)	2
<i>Henricia leviuscula</i> (@)	2, 3
<i>Henricia polyacantha</i> (@)	2, 3
<i>Henricia tenuispina</i> (@)	2, 3
<i>Leiaster teres</i> (@)	3
<i>Linckia columbiae</i> (@)	3, 27
<i>Luidia bellona</i> (@)	3
<i>Luidia columbiae</i> (@)	3
<i>Luidia foliolata</i> (@)	2, 3
<i>Luidia phragma</i> (@)	3
<i>Mediaster aequalis</i> (@)	2, 3
<i>Mithrodia bradleyi</i>	9, 27
<i>Narcissia gracilis</i> (@)	3
<i>Nearchaster aciculosus</i> (@)	2, 3
<i>Nidoriella armata</i> (*)	3, 27
<i>Odontaster crassus</i> (@)	2, 3
<i>Oreaster occidentalis</i> (@)	3, 27
<i>Pauliella aenigma</i> (@)	3
<i>Pharia pyramidata</i>	9, 27
<i>Phataria unifascialis</i>	9, 27
<i>Sclerasterias heteropaes</i> (@)	3
<i>Tethyaster canaliculatus</i> (@)	3
<i>Thrissacanthus penicillatus</i> (@)	3

ANEXO II (Cont.)

Clase Ophiuroidea

<i>Amphiodia perierecta</i> (@)	21
<i>Amphiura arcystata</i> (@)	3
<i>Amphiura squamata</i> (@)	3
<i>Amphiura urtica</i> (@)	3
<i>Astrocaneum spinosum</i> (@)	3
<i>Diopederma danianum</i> (@)	3
<i>Ophiacantha pyriformis</i> (@)	3
<i>Ophiocoma aethiops</i>	3, 9
<i>Ophiocoma alexandri</i>	3, 9
<i>Ophiactis savignyi</i> (@)	3
<i>Ophioderma panamense</i> (@)	3
<i>Ophioderma variegatum</i>	3, 9
<i>Ophiolepis crassa</i> (@)	3
<i>Ophiomyxa panamensis</i> (@)	3
<i>Ophionereis annulata</i>	3, 9
<i>Ophionereis eurybrachioplax</i> (@)	3
<i>Ophiopholis bakeri</i> (@)	3
<i>Ophiothrix galapagensis</i> (@)	3
<i>Ophiothrix spiculata</i> (@)	3
<i>Ophiura lutkeni</i> (@)	3
<i>Ophiuroconis bispinosa</i> (@)	3
<i>Schizoderma diplax</i> (@)	3

Clase Echinoidea

<i>Arbacia incisa</i> (@)	3
<i>Brissopsis pacifica</i>	3
<i>Caenocentrotus gibbosus</i> (@)	21
<i>Cassidulus pacifica</i>	21
<i>Centrechinus mexicanus</i> (@)	3, 9
<i>Centrostephanus coronatus</i> (@)	3, 27
<i>Clypeaster europacificus</i> (@)	3
<i>Clypeaster rotundus</i> (@)	21
<i>Clypeaster speciosus</i>	3
<i>Diadema mexicanum</i>	3, 27
<i>Echinometra oblonga</i>	3, 9

ANEXO II (Cont.)

<i>Echinometra vanbrunti</i>	9, 29, 27
<i>Encope grandis</i> (@)	3
<i>Encope micropora</i> (@)	3
<i>Eucidaris thouarsii</i> (\$)	2, 3, 9, 29, 27
<i>Hesperocidaris asteriscus</i>	9
<i>Hesperocidaris perplexa</i> (@)	29
<i>Heterocentrotus mamillatus</i> (@)	9
<i>Lovenia cardiformis</i>	3
<i>Lytechinus pictus</i> (@)	3
<i>Lytechinus semituberculatus</i> (@)	21, 27
<i>Meoma grandis</i> (@)	3
<i>Strongylocentrotus fragilis</i> (@)	3
<i>Toxopneustes roseus</i>	29, 27
<i>Tripneustus depressus</i>	2, 3, 12

Clase Holothuroidea

<i>Isostichopus fuscus</i>	4, 9
<i>Holothuria arenicola</i> (@)	7, 9
<i>Holothuria difficilis</i>	4, 7, 9
<i>Holothuria imitans</i> (@)	7, 9
<i>Holothuria impatiens</i>	7, 21
<i>Holothuria inhabilis</i> (@)	4, 7
<i>Holothuria kefersteni</i>	4, 9, 21
<i>Holothuria leucospilota</i>	7, 9
<i>Holothuria lubrica</i>	4, 7, 9
<i>Leptosynapta albicans</i>	9
<i>Neothyone gibber</i>	5
<i>Pentamera chierchia</i>	5, 21
<i>Psychonaetes hansenii</i> (@)	21

Phylum Vertebrata

Peces

<i>Abudefduf saxatilis</i> (&)	19, 33
<i>Acanthemblemaria hancocki</i>	33

ANEXO II (Cont.)

<i>Acanthemblemaria</i> sp.	33	
<i>Acanthocybium</i> solanderi	33	
<i>Acanthurus glaucopareius</i> (&)	33	
<i>Acanthurus</i> sp.	11	
<i>Acanthurus triostegus</i> (&)	19, 33	
<i>Albula vulpes</i>	10 (probable)	
<i>Alopias superciliosus</i>	10 (probable)	
<i>Alutera scripta</i> (&)	33	
<i>Anisotremus interruptus</i> (&)	19, 33	
<i>Antennatus bigibbus</i>	33	
<i>Apogon atricaudus</i> (&)	33	
<i>Arothron meleagris</i> (@)	19	
<i>Aulostomus</i> sp.	11	
<i>Aulostomus chinensis</i> (@)	33	
<i>Balistes verres</i>	33	
<i>Bathygobius ramosus</i> (&)	19, 33	
<i>Belone persimilis</i>		33
<i>Blenniulus</i> sp.	33	
<i>Bodianus diplotaenia</i> (&)	19	
<i>Bothus mancus</i> (@)	33	
<i>Cantherines carolae</i> (&)	33	
<i>Canthigaster punctatissimus punctatissimus</i>	33	
<i>Caranx caballus</i>	33	
<i>Caranx lugubris</i> (&)	19, 33	
<i>Caranx marginatus</i> (@)	33	
<i>Caranx medusicola</i>	33	
<i>Caranx melampygus</i>	33	
<i>Caranx stelletus</i>	33	
<i>Carangoides orthogrammus</i> (&)	33	
<i>Chaenomugil proboscideus</i> (&)	19, 33	
<i>Carcharhinus leucas</i> (&)	19	
<i>Carcharhinus limbatus</i>	10 (probable)	
<i>Carcharhinus longimarus</i>	10 (probable)	
<i>Carcharhinus obscurus</i>	10 (probable)	
<i>Carcharhinus remotus</i>	10 (probable)	
<i>Carcharhinus platyrhynchus</i>	33	
<i>Carcharodon carcharias</i>	10 (probable)	
<i>Chromis atrilobatus</i>	33	

ANEXO II (Cont.)

<i>Cirrhitus rivulatus</i> (&)	11, 19, 33
<i>Cololabis saira</i>	10 (probable)
<i>Cypselurus atrisignis</i>	33
<i>Cypselurus heterurus</i>	10 (probable)
<i>Cypselurus</i> sp.	33
<i>Cypselurus xenopterus</i>	33
<i>Decapterus sanctae</i>	33
<i>Dermatolepis punctatus</i>	11, 33
<i>Diodon hystrix</i>	11
<i>Diodon</i> sp. (@)	33
<i>Doryrhamphus malanopleura</i>	33
<i>Echineis naucrates</i>	10 (probable)
<i>Enncapterygius</i> sp.	33
<i>Entomacrodus chiostrictus</i> (&)	19, 33
<i>Epinephelus</i> sp.	11
<i>Epinephelus labriformis</i> (&)	8, 19, 33
<i>Etrumeus teres</i>	10 (probable)
<i>Eupomacentrus rectifraenum</i> (@)	19
<i>Eurystole eriarcha</i>	33
<i>Euthynnus lineatus</i>	33
<i>Fistularia petimba</i> (@)	33
<i>Fodiatur acutus</i>	10 (probable)
<i>Forcipiger longirostris</i>	11, 33
<i>Galeocerdo cuvier</i>	10 (probable)
<i>Gobiesox canidens</i>	33
<i>Gobiesox meandricus</i>	10 (probable)
<i>Gobius</i> sp.	8
<i>Gymnothorax</i> sp. (&)	11, 19
<i>Gymnothorax dovii</i>	33
<i>Gymnothorax mordax</i>	8
<i>Gymnothorax panamensis</i>	33
<i>Halichoeres nicholsi</i> (&)	19, 33
<i>Heniochus nigrirostris</i>	11, 33
<i>Holocanthus clarionensis</i> (&)	8, 11, 19, 33
<i>Hypsoblennius</i> sp.	33
<i>Holocentrus suborbitalis</i> (&)	33
<i>Katsuwonus pelamis</i>	30
<i>Kuhlia taeniura</i> (&)	19

ANEXO II (Cont.)

<i>Kyphosus elegans</i> (@)	33
<i>Kyphosus lutescens</i> (@)	33
<i>Labrisomus multiporosus</i> (@)	33
<i>Labrisomus soccoroensis</i> (E)	33
<i>Labrisomus xantusi</i>	33
<i>Lutjanus viridis</i> (&)	19, 33
<i>Lythrypnus insularis</i> (E)	24
<i>Lythrypnus zebra</i>	10 (probable)
<i>Makaira nigricans</i>	10, 33
<i>Manta birostris</i>	11
<i>Manta hamiltoni</i>	10 (probable)
<i>Melichthys niger</i> (@)	19
<i>Melichthys radula</i> (&)	33
<i>Microspathodon bairdi</i>	33
<i>Microspathodon dorsalis</i>	33
<i>Mugil curema</i>	33
<i>Muraena lentiginosa</i>	33
<i>Mustelus</i> sp.	8
<i>Mycteroperca jordani</i>	8
<i>Myrichthys</i> sp.	33
<i>Myrichthys maculosus</i> (@)	19
<i>Myripristis</i> sp.	11
<i>Myripristis clarionensis</i> (&)	33
<i>Ostracion lentiginosum</i>	33
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	33
<i>Ovoides setosus</i>	8
<i>Paranthias colonus</i> (&)	33
<i>Pareques viola</i>	33
<i>Pomacentrus flavilatus</i> (&)	33
<i>Pomacentrus leucorus</i>	33
<i>Pomacentrus rectifraenum</i>	33
<i>Pomacentrus redemptus</i>	33
<i>Pomacentrus</i> sp.	33
<i>Pseudojulis notospilus</i>	33
<i>Pseudupeneus dentatus</i> (&)	19, 33
<i>Priacanthus cruentatus</i> (&)	11, 33
<i>Remoropsis brachyptera</i> (@)	33
<i>Rhincodon typus</i>	10 (probable)

ANEXO II (Cont.)

<i>Rypticus saponaceus bicolor</i> (&)	33
<i>Sarda chiliensis</i>	33
<i>Scartichthys atlanticus</i> (&)	33
<i>Scorpaena plumeri</i>	33
<i>Scorpaena tierrae</i>	33
<i>Scorpaenodes xyris</i>	33
<i>Sphyrna lewini</i>	10 (probable)
<i>Sphyrna media</i>	10 (probable)
<i>Strongylura exilis</i> (&)	19, 33
<i>Sufflamen verres</i> (@)	19
<i>Tetrapturus audax</i>	10 (probable)
<i>Thalassoma sp.</i>	11
<i>Thalassoma lucasanum</i>	33
<i>Thalassoma lutescens</i> (&)	19, 33
<i>Thunnus alalunga</i>	23
<i>Thunnus albacares</i>	23
<i>Thunnus macropterus</i>	33
<i>Thunnus saliens</i>	8
<i>Thunnus thynnus</i>	23
<i>Tomicodon absitus</i>	33
<i>Trachurus symmetricus</i>	10 (probable)
<i>Uropterygius necturus</i> (&)	33
<i>Verruculus polylepis</i>	33
<i>Xanthichthys lineopunctatus</i> (&)	33
<i>Xesurus laficlavius</i> (&)	33
<i>Xesurus punctatus</i>	33
<i>Xiphias gladius</i>	10 (probable)
<i>Zalocys stilbe</i>	33
<i>Zanclus sp.</i>	33
<i>Zanclus canescens</i>	11

Reptiles

<i>Chelonia mydas</i>	14
-----------------------	----

ANEXO II (Cont.)

Mamíferos

<i>Lagenodelphis hosei</i>	17
<i>Megaptera novaenglae</i>	18, 22

Referencias: 1, Verill (1868); 2, Fisher (1911); 3, Ziesenhenné (1937); 4, Deichmann (1937); 5, Deichmann (1941); 6, Durham y Barnord (1952); 7, Deichmann (1958); 8, Villalobos (1960); 9, Caso (1962); 10, Miller y Lea (1972); 11, Chan (1974); 12, Brusca (1980); 13, Chávez-Comparán, (1980); 14, Brattstrom (1982); 15, González-Nacagawa y Sánchez-Nava (1986); 16, Hernández Aguilera *et al.* (1986); 17, Aguayo y Sánchez (1987); 18, Urbán y Aguayo (1987); 19, Castañeda-Beltrán (1988); 20, IUCN (1988); 21, Maluf (1988); 22, Campos-Ramos (1989); 23, Ortega-García (1989); 24, Bussing (1990); 25, Bernard *et al.* (1991); 26, Castellanos-Avila y Ketchum-Mejía (1991); 27, Castellanos-Avila *et al.* (1992); 28, Correa-Sandoval (1991); 29, Holguín-Quifones *et al.* (1992); 30, Wild y Foreman (1980); 31, Reyes-Bonilla y Carriquiry (en prensa); 32, Rioja (1959); 33, Ricker (1959).

El libro
Estrategia para el Manejo
De la Reserva de la Biosfera
Archipiélago de Revillagigedo, México
Se terminó de imprimir en los
talleres gráficos del
**Centro de Investigaciones Biológicas
del Noroeste, S.C.**

En el mes de octubre de 1995
su tiraje fue de 1,000 ejemplares

