



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

**Inventario, Diagnóstico Ambiental y
Ordenamiento Espacial Marino del
Santuario Islas e Islotes de Bahía de
Chamela, Jalisco, México.**

**Tesis
que para obtener el grado de**

**Doctora en Ciencias en Biosistemática,
Ecología y Manejo de Recursos Naturales y
Agrícolas**

Presenta

Dafne Bastida Izaguirre

Zapopan, Jalisco

16 de junio de 2014



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

**Inventario, Diagnóstico Ambiental y
Ordenamiento Espacial Marino del
Santuario Islas e Islotes de Bahía de
Chamela, Jalisco, México.**

**Tesis
que para obtener el grado de
Doctora en Ciencias en Biosistemática,
Ecología y Manejo de Recursos Naturales y
Agrícolas**

**Presenta
Dafne Bastida Izaguirre**

**DIRECTOR
Dr. Eduardo Ríos Jara**

Zapopan, Jalisco

16 de junio de 2014



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Doctorado en Ciencias en Biosistemática, Ecología y Manejo de Recursos Naturales y
Agrícolas

Inventario, Diagnóstico Ambiental y Ordenamiento
Espacial Marino del Santuario Islas e Islotes de
Bahía de Chamela, Jalisco, México.

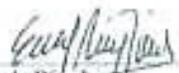
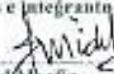
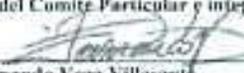
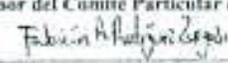
Por

Dafne Bastida Izaguirre

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de:

Doctora en Ciencias en Biosistemática, Ecología y
Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas

Aprobado por:

 Dr. Eduardo Ríos Jurff Director de Pésis e integrante del Jurado	_____	Fecha
 Dr. Emilio Michel Asesor del Comité Particular e integrante del Jurado	_____	Fecha
 Dr. Fernando Vega Villasanté Asesor del Comité Particular e integrante del Jurado	_____	Fecha
 Dr. Fabián Alejandro Rodríguez Zaragoza Asesor del Comité Particular e integrante del Jurado	_____	Fecha
 Dra. Anamaria Escofet Glansone Integrante del Jurado	_____	Fecha

ÍNDICE	PÁGINA
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	6
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE CUADROS.....	12
LISTA DE ANEXOS.....	16
INTRODUCCIÓN GENERAL	18
ANTECEDENTES	22
JUSTIFICACIÓN.....	27
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	28
OBJETIVO GENERAL.....	29
OBJETIVOS PARTICULARES.....	30
ÁREA DE ESTUDIO	30
LOCALIZACIÓN	30
CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA	31
CAPÍTULO I. LISTADO SISTEMÁTICO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES RESIDENTES DE LAS ISLAS E ISLOTES DE LA BAHÍA CHAMELA.....	35

INTRODUCCIÓN	35
MATERIALES Y MÉTODOS	39
RESULTADOS	43
DISCUSIÓN	68
CAPÍTULO II. VALORACIÓN GLOBAL DEL ÁREA DE ESTUDIO TRAVÉS DEL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	76
INTRODUCCIÓN	76
MATERIALES Y MÉTODOS	78
RESULTADOS	82
DISCUSIÓN	109
CAPÍTULO III.	114
EVALUACIÓN DE PROCESOS DE GESTIÓN MARINO-COSTEROS A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE UN ORDENAMIENTO ESPACIAL MARINO.....	114
INTRODUCCIÓN	114
METODOLOGÍA	117
RESULTADOS	125

DEDICATORIA

A mi madre Martha Lilia Izaguirre (estás en mi corazón) y a mi Tía Olga que
gracias a su esfuerzo y cariño he logrado
las metas propuestas.

A mis hijas Isabella y Michelle por aceptar (más a fuerza)
el sacrificio del tiempo y por todo ese amor
que me dan.

A mi familia que a pesar de las
distancias siempre están ahí apoyando.

A ti Ricardo por tu compañía, apoyo
y amor en este último paso del doctorado
que ha sido el más difícil.

“nāsato vidyate bhāvo nābhāvo vidyate sataḥ
ubhayor api dṛṣṭo 'ntas tv anayos tattva-darśibhiḥ”

Bhagavad-gita

AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado en Biosistemática, Ecología y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas de la Universidad de Guadalajara por el apoyo brindado para mi formación académica. Al apoyo financiero otorgado por el CONACYT para el desarrollo de esta investigación.

Agradezco de manera muy especial a ese hombre que confió en mi cuando llegué con la idea de hacer un doctorado y que me permitió trabajar en un proyecto de investigación que al principio parecía tan descabellado (aún lo es) y que me brindó todo su apoyo y paciencia, al Dr. Eduardo Ríos Jara.

A la Dra. Anamaría Escofet por su apoyo, por sus comentarios, por sus regaños, y por todo lo que aprendí con ella.

Al Dr. Fabián Alejandro Rodríguez Zaragoza por su asesoría y por motivarme en el estudio de la estadística.

A mis maestros que fueron parte del Comité Particular por sus enseñanzas, sus comentarios y sus correcciones Dr. Emilio Michel, Dr. Fernando Vega Villasante y el Dr. Ernesto López Uriarte.

A todos mis maestros del doctorado y de manera especial al Dr. José Luis Navarrete y a la Dra. Laura Guzmán por su apoyo en mi formación profesional.

A la Estación de Biología Chamela por permitirme usar sus instalaciones para el desarrollo de este proyecto.

Con mucho cariño agradezco a Arizbeth Alonso Domínguez y Carmen Esqueda por su apoyo en el trabajo de campo e identificación de especies pero también por su amistad al hacerme compañía en esas noches de insomnio y escritura.

A Cristian Galván Villa amigo, compañero de campo y de laboratorio al cual agradezco la identificación de peces y equinodermos y su apoyo a lo largo de todo este proyecto.

A mis compañeros del Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura (LEMA) que sin ellos no hubiera sido posible realizar este proyecto: Martín Pérez, Alejandro, Rafael, Pastora, Rosario, Brenda, Vladimir y a Ildefonso Enciso entre muchos que de alguna manera participaron en este enorme proyecto.

A Manuel Ayón y José Salgado por todos sus conocimientos, por su apoyo en campo y con la identificación de los crustáceos, además de que ahora nos une una gran amistad. A Marina Mondragón por su apoyo durante mi estancia de investigación en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. A mi amigo Marcos Becerra por la elaboración de los mapas.

A la Bióloga Adriana Reyes por su ayuda en la identificación de quitones.

A Adán Cervantes por ser padre y madre en mis ausencias.

A mis amigos que siempre estuvieron al pendiente Mónica, Ceciél, Claudia, Karla, Eduardo, Bety, Adriana, Rocío, Pilar y al mi maestro Mauro Kunts.

A mis compañeros y amigos de UPN Unidad 141, muy especialmente al Mtro. Antonio Acosta, Mtra. Ángeles Tabares, Mtro. Mauro Ramos, Mtra. Esther Padilla y al Profr. Juan Flores.

A mis amigos de la Lic. en Biología por su amistad y sus porras para llegar a buen término.

RESUMEN

Bahía Chamela es un sitio de alta diversidad con importancia turística, pesquera y científica. En ella se localizan un conjunto de sistemas insulares que le han dado la categoría de área marina protegida (ANP). Esta ANP no cuenta con suficiente información en cuanto a las especies marinas que ahí residen, ni una evaluación del impacto de las actividades antropogénicas, por lo que conocer su estado actual es de gran importancia para

hacer propuestas de conservación basadas en amenazas reales. Los objetivos del trabajo fueron 1) realizar un inventario de los principales grupos de invertebrados bentónicos y peces 2) analizar la problemática de Bahía Chamela para identificar y priorizar los procesos de conservación a través de la técnica de diagnóstico ambiental y 3) la aplicación de un ordenamiento espacial marino para evaluar los procesos de gestión. Bahía Chamela registró una riqueza de 517 especies distribuidas en los grupos de moluscos, crustáceos, equinodermos, poliquetos, cnidarios y peces. Cada una de las localidades de muestreo presentó un elenco sistemático particular ya que hubo un alto porcentaje de especies únicas debido a las características propias de las especies y a las diferencias en el esfuerzo de muestreo. El sitio de mayor riqueza fue Isla Cocinas, resultado que coincidió en todos los análisis estadísticos aplicados como distinción taxonómica y el análisis de dualidad. De acuerdo al diagnóstico ambiental la Bahía presenta un estado de conservación aceptable, que en conjunto con la evaluación de la singularidad ecológica mostraron ser una buena herramienta para hacer una evaluación de la biodiversidad tomando como objetos de conservación, las especies en estatus de protección. En la Bahía se obtuvo un registro de 84 especies en estatus de protección que están ampliamente distribuidas en toda la Bahía, siendo necesario conservar todos los sitios para lograr la protección total de las especies residentes, así como regular las actividades que se desarrollan. El ordenamiento espacial marino propone que para conservar la biodiversidad de la Bahía es necesario limitar el espacio y regular las actividades así como destinar a las islas como áreas de reserva e investigación. De acuerdo al inventario, el diagnóstico ambiental y el ordenamiento espacial, Isla Cocinas resultó un sitio prioritario para la conservación por albergar la mayor riqueza de especies y presentar la mayor fragilidad. La Bahía tiene una tendencia hacia el desarrollo, lo que generará cambios potenciales que deberán ser tomados en cuenta para una planificación a futuro.

ABSTRACT

Bahía Chamela is a high diversity site with tourist, fishing and scientific importance, in it a set of island systems that have given her the status of marine protected area (MPA) are located. This ANP doesn't have sufficient information regarding marine species that reside there, or an assessment of the impact of anthropogenic activities so recognize its current

status is of great importance to make conservation proposals based on real threats. The objectives of the study were: 1) an inventory of the major groups of benthic invertebrates and fishes 2) analyze the problem of Bahía Chamela to identify and prioritize conservation processes through the environmental assessment technique and 3) application of a marine spatial planning to evaluate management processes. Bahía Chamela recorded a total of 517 species distributed in groups of mollusks, crustaceans, echinoderms, polychaetes, cnidarians and fish. Each of the sampling sites presented a particular systematic list as there was a high percentage of unique species due to the characteristics of the species and differences in sampling effort. The site richest was Isla Cocinas, a result that agreed all applied statistical analysis like taxonomic distinctness indices duality analysis. According to environmental assessment the bay presents an acceptable condition, which together with the assessment of the ecological uniqueness proved to be a good tool to make an valuation of biodiversity taking as conservation, species protection status. In the bay a record of 84 species protected status that are widely distributed throughout the bay was obtained, being necessary to preserve all sites to achieve full protection of resident species and regulate activities taking place. Marine spatial planning proposes to conserve the biodiversity of the bay is necessary to limit and regulate space activities and to allocate the islands as reserves and research areas. According to the inventory, environmental assessment and spatial planning, Isla Cocinas was a priority conservation site for hosting the highest species richness and present the most fragile. The bay has a tendency towards development which will generate potential changes that should be taken into account for future planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura A. Localización del área de estudio	33
Figura 1.1. Riqueza total de especies por localidad a), c) moluscos, b), d) crustáceos.....	45

Figura 1.2. Riqueza de especies por localidad a) equinodermos, b) anélidos, c) cnidarios y d) peces.	46
Figura 1.3. Curvas de acumulación de especies del grupo moluscos. Sobs = Riqueza observada. Estimadores no paramétricos: Chao 1 y Jackknife2. a) Intermareal, b) Submareal.	52
Figura 1.4. Curvas de acumulación de especies del grupo crustáceos. Sobs = Riqueza observada. Estimadores no paramétricos: Chao 1 y Jackknife2. a) Intermareal, b) Submareal.	53
Figura 1.5. Curvas de acumulación de especies. Sobs = Riqueza observada. Estimadores no paramétricos: Chao 1 y Jack 2 a) equinodermos, b) anélidos y c) peces.	54
Figura 1.6. NMDS y análisis de clasificación que muestran la similitud en las localidades tomando como referencia el grupo de moluscos. Intermareal= I, Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Punta Pérula= PP, Playa Chamela= PC, Playa Negritos=PN.	55
Figura 1.7. Análisis de clasificación que muestra la similitud en las localidades de tomando como referencia el grupo de moluscos y NMDS que corresponde a la ordenación del grupo 1. Submareal= S, Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Islote Novillos= ITN Punta Rosada= PR, Punta Pérula= PP, Playa Chamela= PC, Playa Negritos=PN.	56
Figura 1.8. NMDS y análisis de clasificación que muestran la similitud en las localidades tomando como referencia el grupo de crustáceos. Intermareal= I, Submareal= S, Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Islote Novillos= ITN, Punta Rosada= PR, Punta Pérula= PP, Playa Chamela= PC y Playa Negritos=PN.	57

Figura 1.9. NMDS y análisis de clasificación que muestran la similitud en las localidades tomando como referencia el grupo de equinodermos. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Islote Novillos= ITN Punta Rosada= PR, Punta Pérula= PP, Playa Chamela= PC y Playa Negritos=PN. 58

Figura 1.10. NMDS y análisis de clasificación que muestran la similitud en las localidades tomando como referencia el grupo de poliquetos. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Punta Rosada= PR y Playa Negritos=PN. 59

Figura 1.11. NMDS y análisis de clasificación que analizan la similitud en las localidades de muestreo para el grupo de peces. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA y Punta Rosada= PR. 60

Figura 1.12. Estimaciones de la distinción taxonómica promedio ($\Delta+$) y de su variación ($\Delta+$) para los ensamblajes de los distintos grupos en las localidades muestreados de Bahía. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Islote Novillos= ITN Punta Rosada= PR, Punta Pérula= PP, Playa Chamela= PC, Playa Negritos=PN. 62

Figura 1.13. Gráficos de diversidad de rangos para especies y localidades 66

Figura 2.1. NMDS y análisis de clasificación que muestran la similitud en los sitios de utilizando las especies con algún estatus de conservación o protección. 94

Figura 2.2. Agrupamiento de unidades ambientales con base en los cuatro atributos. VH=Valor como Herramienta, CM= Contribución al macroecosistema, C=Calidad, R=Rareza. Isla Cocinas (IC), Isla Pajarera (IP), Isla San Andrés, (IAN), Isla Colorada (ICO), Isla Mamut (IM), Isla San Agustín (ISA), Isla San Pedro (ISP), Isla Negra (IN),

Islote Anegados (ITA), Islote Novillos (ITN), Punta Rosada (PR), Punta Pérula (PP), Playa Chamela (PC) y Playa Negritos (PN). 97

Fig. 2.3. Mapa que muestra las políticas para los agrupamientos de unidades ambientales 98

Figura 3.1. Proceso del Ordenamiento Espacial Marino (OEM) basado en el manual de MarViva (2013). 116

Figura 3.2. Resultados del NMDS con datos del sustrato utilizando distancias euclidianas. IC= Isla Cocinas, ISP= Isla San Pedro, IM= Isla Mamut, ISA= Isla San Andrés, IN= Isla Negra, IP= Isla Pajarera, ICO= Isla Colorada e ITA= Islote Anegados..... 126

Figura 3.3. Mapa de valoración de hábitats..... 129

Figura 3.4. Mapa de usos en Bahía Chamela. 131

Figura 3.5. Mapa de análisis de impactos acumulativos entre la valoración de la fragilidad de los hábitats y la presión ejercida por los distintos usos en la Bahía Chamela. 135

Figura 3.6. Matriz de compatibilidad de usos. 136

Figura 3.7. Representación espacial del escenario hipotético 137

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1. Número de especies, géneros, familias y órdenes de cada clase de moluscos en las 14 localidades de muestreo. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Novillos= ITN y Punta Rosada= PR. 47

Cuadro 1.2. Número de especies, géneros, familias y órdenes de la clase malacostraca en 14 localidades de muestreo. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla

Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Novillos= ITN y Punta Rosada= PR 48

Cuadro 1.3. Distribución vertical de los cangrejos ermitaños. Los géneros y las especies se presentan alfabéticamente. Sup = supralitoral; Int = Intermareal; Sub = Submareal. 48

Cuadro 1.4. Número de especies, géneros, familias y órdenes de cada clase de equinodermos en las 14 localidades de muestreo. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Novillos= ITN y Punta Rosada= PR. 50

Cuadro 1.5. Número de especies, géneros, familias y órdenes de cada clase polychaeta en 10 localidades de muestreo. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Punta Rosada= PR y Playa Negritos= PN. 51

Cuadro 1.6. Número de especies, géneros, familias y órdenes de cada clase de peces en las 10 localidades de muestreo. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Novillos= ITN y Punta Rosada= PR. 51

Cuadro 1.7. Rareza de especies. I= Intermareal, S= Submareal. 54

Cuadro 1.8. Parámetros de distribución 67

Cuadro 2.1. Equivalencias entre los valores numéricos, los campos de similitud y los campos de singularidad ecológica. 80

Cuadro 2.2. Valor y consideraciones de los cuatro atributos utilizados en la Técnica Sintética de Diagnóstico Ambiental. 81

Cuadro 2.3. Valoración y desglose de los atributos por sitio. 85

Cuadro 2.4. Distribución en los sitios de la Bahía de las especies en estatus de conservación. Grupo taxonómico: C= Cnidarios, M= Moluscos, E= Equinodermos y P= Peces. Categoría de acuerdo a UICN: LC= Bajo preocupación menor, LC (d)= Bajo preocupación menor con población en decremento, NT= Casi amenazadas, V= Vulnerables. De acuerdo a la NOM 059: Pr= Protección especial, E= Endémicas. Según CITES: Apéndice III= Especie protegida en al menos un país. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Novillos= ITN y Punta Rosada= PR. 88

Cuadro 2.5. Evaluación de la singularidad ecológica con las especies en estatus de conservación. Isla Cocinas (IC), Isla Pajarera (IP), Isla San Andrés, (IAN), Isla Colorada (ICO), Isla Mamut (IM), Isla San Agustín (ISA), Isla San Pedro (ISP), Isla Negra (IN), Islote Anegados (ITA), Islote Novillos (ITN), Punta Rosada (PR), Punta Pérula (PP), Playa Chamela (PC) y Playa Negritos (PN). 92

Cuadro 2.6. Evaluación de la singularidad ecológica con todas las especies registradas para la Bahía. Isla Cocinas (IC), Isla Pajarera (IP), Isla San Andrés, (IAN), Isla Colorada (ICO), Isla Mamut (IM), Isla San Agustín (ISA), Isla San Pedro (ISP), Isla Negra (IN), Islote Anegados (ITA), Islote Novillos (ITN), Punta Rosada (PR), Punta Pérula (PP), Playa Chamela (PC) y Playa Negritos (PN). 93

Cuadro 2.7. Equivalencia de acuerdo a los niveles de similitud 94

Cuadro 2.8. Resultados teóricos y observados de la riqueza Alfa, Beta y Gamma. 95

Cuadro 2.9. Resumen de la valoración de los atributos para cada localidad. Isla Cocinas (IC), Isla Pajarera (IP), Isla San Andrés, (IAN), Isla Colorada (ICO), Isla Mamut (IM), Isla San Agustín (ISA), Isla San Pedro (ISP), Isla Negra (IN), Islote Anegados (ITA), Islote Novillos (ITN), Punta Rosada (PR), Punta Pérula (PP), Playa Chamela (PC) y Playa Negritos (PN). 96

Cuadro 2.10. Actores reales y potenciales en los niveles local, regional y nacional que tienen influencia en el Santuario Islas e Islotes de Bahía Chamela. Jerarquización de su influencia: Alto (A) Medio (B) Bajo (C) (CONAGUA, 2013).	105
Cuadro 3.1. Criterios empleados para el análisis de valoración de hábitat.	119
Cuadro 3.2. Criterios y valoración empleados en el análisis de actividades humanas y sus usos.	121
Cuadro 3.3. Criterios utilizados para valorar la fragilidad de hábitat y la presión ejercida por los usos.	123
Cuadro. 3.4. Rangos para el análisis de impactos acumulativos de hábitats	124
Cuadro 3.5. Porcentajes de tipo de sustrato, incluyendo la R= Riqueza y el T= Tamaño de localidad. IC= Isla Cocinas, ISP= Isla San Pedro, IM= Isla Mamut, ISA= Isla San Andrés, IN= Isla Negra, IP= Isla Pajarera, ICO= Isla Colorada e ITA= Islote Anegados.	127
Cuadro 3.6. Valoración de las localidades de acuerdo a los criterios de riqueza. Estado de conservación, número de especies en estatus de conservación, tamaño del sitio y heterogeneidad. IC= Isla Cocinas, ISP= Isla San Pedro, IM= Isla Mamut, ISA= Isla San Andrés, IN= Isla Negra, IP= Isla Pajarera, ICO= Isla Colorada e ITA= Islote Anegados.	128
Cuadro 3.7. Identificación de actividades y usos que se dan en la Bahía por categorías..	130
Cuadro 3.8. Valores resultantes del análisis de usos.....	132
Cuadro 3.9. Resultados de la valoración de la fragilidad de los localidades de muestreo.	133
Cuadro 3.10. Resultados de la valoración de la presión ejercida por los distintos usos. ..	134

Cuadro 3.11. Resultado del análisis de impactos acumulativos entre la valoración de la fragilidad de los hábitats y la presión ejercida por los distintos usos en la Bahía de Chamela..... 134

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.1. Listado de especies del phylum mollusca en las 14 localidades de muestreo. .
Intermareal= IM, Submareal= SM, Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San

Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Islote Novillos= ITN, Punta Rosada= PR, Punta Pérula=PP, Playa Chamela= PC y Playa Negritos= PN..... 168

Anexo 1.2. Listado de especies del subphylum crustacea en las 14 localidades de muestreo. Intermareal= IM, Submareal= SM, Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Islote Novillos= ITN, Punta Rosada= PR, Punta Pérula=PP, Playa Chamela= PC y Playa Negritos= PN..... 176

Anexo 1.3. Listado de especies del phylum echinodermata en las 14 localidades de muestreo. Intermareal= IM, Submareal= SM, Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Islote Novillos= ITN, Punta Rosada= PR, Punta Pérula=PP, Playa Chamela= PC y Playa Negritos= PN..... 180

Anexo 1.4. Listado de especies de la clase polychaeta en las 10 localidades de muestreo. IM= Intermareal, SM= Submareal, Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Punta Rosada= PR y Playa Negritos= PN. 182

Anexo 1.5. Listado de especies dl grupo de peces en las 10 localidades de muestreo. IM= Intermareal, SM= Submareal, Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA y Punta Rosada= PR. 184

Anexo 1.6. Listado de especies del phylum cinidaria en las 9 localidades de muestreo. IM= Intermareal, SM= Submareal, Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA y Punta Rosada= PR. 188

INTRODUCCIÓN GENERAL

En la actualidad, la diversidad biológica se está viendo afectada por diversas amenazas lo cual ha llevado a interesados en el mantenimiento de los recursos naturales, a proponer y trabajar en estrategias de conservación. Este término se ha empleado con mayor frecuencia en los últimos años. En México, la Ley General de Vida Silvestre (Secretaría de Medio

Ambiente y Recursos Naturales, 2000) lo define como “La protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, los hábitats, las especies y las poblaciones de la vida silvestre, dentro o fuera de sus entornos, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo”.

La conservación biológica es una ciencia que inicia en América a principios del siglo XX como una necesidad para proteger la biodiversidad (Escudero *et al.*, 2002). Tiene dos objetivos: el primero es conocer los efectos de las actividades humanas sobre los sistemas naturales; el segundo es prevenir la degradación del hábitat y la extinción de especies, restaurar los ecosistemas y reintroducir poblaciones, y por último, establecer estrategias sustentables de aprovechamiento de los recursos naturales (Primack *et al.*, 2001).

Se divide en tres vertientes: conservación de hábitats terrestre, de agua dulce y marina. La conservación terrestre tiene el objetivo de mantener las poblaciones de especies de vida silvestre a través de un diagnóstico de la situación de hábitats relevantes (e.g., bosques, desiertos, selvas), así como hacer recomendaciones en función de las amenazas encontradas (e.g., deforestación, fragmentación, contaminación). En cuanto a los ecosistemas de agua dulce (ríos, lagos), las estrategias de conservación están enfocadas en proteger a los vasos lacustres de la contaminación, la introducción de especies exóticas y en la preservación de los patrones de flujos. La conservación de ecosistemas marinos analiza los efectos de las actividades humanas sobre ellos, tales como contaminación, degradación de hábitat, pesquerías, introducción de especies exóticas, extracción de material, entre otras (Chandler, 2006; Agardy, 2007).

La conservación biológica promueve el desarrollo de estrategias que impiden la extinción de la biodiversidad al conservar los componentes del ecosistema las redes alimenticias y el funcionamiento trófico (producción primaria y secundaria, estructura trófica). También procura la calidad de los hábitats a través de la preservación de las propiedades físicas y químicas (fondo, calidad del agua), además de proponer actividades para la restauración de las comunidades naturales y el uso sustentable de las mismas (Soulé y Orians, 2001; Monroy-Vilchis, 2003; MRAG Americas, 2009).

Las áreas naturales protegidas (ANP'S) son una de las herramientas más efectivas para la conservación, las cuales son definidas en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 1988) como espacios consignados a la protección de las especies y ecosistemas. Tienen como objetivos: (1) preservar los ecosistemas, las especies y su reservorio genético; (2) generar y difundir los conocimientos resultados de la investigación científica; (3) proteger los alrededores del área y hacer un aprovechamiento sustentable de los recursos para aportar beneficios económicos y sociales a las comunidades que viven dentro o cerca del área. Para que una zona sea determinada como ANP necesita ser evaluada por profesionales mediante un estudio detallado, posteriormente a través de un decreto presidencial se le nombra ANP y se clasifica de acuerdo a seis categorías según la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP, 2007).

Las áreas marinas protegidas (AMPs) surgen como una estrategia para la protección de la biodiversidad, como apoyo para la producción y manejo de las pesquerías y para proporcionar servicios ecológicos al ser humano (Callum *et al.*, 2003; Codling, 2008, Rodríguez-Quiroz y Bracamonte-Sierra, 2008). Son definidas, como una porción de mar destinada a la conservación de la biodiversidad, mediante leyes y normas establecidas. Su importancia radica en que benefician a las pesquerías, siendo una herramienta útil para la conservación de la estructura demográfica y aumento del potencial reproductivo. De igual manera protegen las áreas de puesta, mantienen la diversidad genética y reducen los conflictos entre pescadores (Ramos-Esplá *et al.*, 2004), además de contribuir al conocimiento de las ciencias marinas a través del monitoreo de los hábitats (Kelleher, 1999).

El organismo encargado a nivel mundial de monitorear, concentrar la información y establecer los criterios para las áreas naturales protegidas (ANP) es la United Nations Environment Programme (UNEP) en conjunto con el World Conservation Monitoring Centre (WCMC). El último informe publicado por estos organismos (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2008) menciona que hay más de 100,000 áreas protegidas en todo el mundo, lo que corresponde al 11.6% de la superficie terrestre.

En México se creó el sistema de áreas protegidas en el año de 1983 pero se aplicó a partir de 1988 (Yáñez, 2007). En el año 2000 surge la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) como responsable de la administración de las mismas; su objetivo es conservar el patrimonio natural del país y sus procesos ecológicos a través de las ANP. Para la República Mexicana se tienen registradas 174 ANP que cubren el 12.85% del territorio mexicano. El instrumento por medio del cual se regula y planifica una ANP es el Plan de Manejo y Conservación; 42 ANP (24%) cuentan con uno (Yáñez, 2007). En este plan se especifican las actividades para operación y administración del área con base en seis ejes: descripción y caracterización del entorno biofísico, diagnóstico y problemática, la planeación derivada de los dos anteriores, zonificación de acuerdo a las características biofísicas, las reglas administrativas y la evaluación integral del sistema (Reglamento de la Ley Federal de Protección al Ambiente, 2004).

Los conservacionistas han enfocado sus esfuerzos en la conservación terrestre, mientras que los trabajos en ambientes marinos son escasos (Norse, 2005), debido a la dificultad que presentan los estudios en el mar, su difícil acceso, lo costosos que resultan y a la falta de interés del gobierno en proteger los recursos marinos. Esto se refleja en la cantidad de publicaciones que se hacen al respecto. Levin y Kochin (2004) mencionan que de casi 6,000 artículos sobre conservación, sólo el 10% corresponden a la preservación de ambientes marinos. Esto se traduce en que hay menos reservas marinas que terrestres, así mientras los grandes depredadores terrestres son protegidos, los marinos son considerados especies objetivo. Aunque en los últimos años se ha incrementado el esfuerzo, sigue habiendo un rezago en comparación con los ambientes terrestres y de agua dulce. De acuerdo a la organización Partnership for Interdisciplinary Studies of Coastal Oceans (PISCO) en el año 2006 había en el mundo cerca de 4,500 AMP que cubren solamente el 0.72% de los océanos (Spalding *et al.*, 2008). El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Centro de Seguimiento de la Conservación Mundial (Bertzky *et al.*, 2012) menciona que hasta el año de 2010 se había protegido el 11.86% del territorio mexicano terrestre y costero.

En Bahía Chamela en las costas del Municipio de La Huerta, Jalisco, se encuentra el Santuario Islas e Islotes de Bahía Chamela (IIBCH) el cuál fue decretado el 13 de junio de 2002 como ANP, Es un polígono que abarca no sólo el ambiente terrestre sino también el marino (Miranda *et al.*, 2011). La categoría de Santuario involucra a áreas con una considerable riqueza de flora y fauna o por la presencia de especies o subespecies de hábitat restringido (e.g. cañadas, grutas, relictos, cenotes) (LGEEPA, 1988). Esta ANP no cuenta con una evaluación de su estado actual. El Programa de Manejo y Conservación publicado en 2011 para consulta, presenta un listado de 100 especies marinas que incluye los grupos de peces, moluscos y cnidarios (Miranda *et al.*, 2011). Esta información es insuficiente para realizar una propuesta de conservación y de manejo enfocada en el ambiente marino.

La presente investigación hace una descripción de las características biológicas y geográficas del área marina del Santuario “Islas e Islotes de Bahía Chamela”, analizando la información a través de un diagnóstico ambiental, y con base en los resultados, se elaboró una propuesta de ordenamiento espacial, permitiendo hacer recomendaciones que conlleven a la conservación de este sitio donde se dio prioridad a las acciones con base en las amenazas reales.

ANTECEDENTES

Estudios que contribuyen al conocimiento de la diversidad biológica en Bahía Chamela

La Bahía Chamela es una zona de gran interés científico debido a su alta biodiversidad. Instituciones como la Universidad Nacional Autónoma de México, la Fundación Ecológica Cuixmala A.C. y la Universidad de Guadalajara han realizado diversos estudios del área sobre algunos grupos taxonómicos lo que ha enriquecido el conocimiento de esta región.

Existen investigaciones realizadas en la zona de estudio sobre diversos grupos taxonómicos. Entre los principales grupos estudiados está el de aves (Sánchez y Pérez, 1972; Vargas y Gavino, 1979; Vargas y Vargas, 1985; Hernández *et al.*, 2010), producción primaria (Flores, 1978; Otero, 1981; León, 1983; Colombo, 1986), parásitos de peces (León y Lamothe, 1997; Mendoza y Pérez, 1998), ensamblajes de peces (Galván, 2010), equinodermos (Nuño *et al.*, 2003, Ríos-Jara *et al.*, 2013), crustáceos (Nates, 1989; Schmidtsdorf, 1990) y moluscos (Yáñez, 1988; Román *et al.*, 1991; López-Uriarte *et al.*, 2005; López-Uriarte *et al.*, 2009).

Conocer la biodiversidad de un área determinada es de gran importancia para aplicar estrategias de conservación adecuadas ya que está ligada a los servicios ambientales y al funcionamiento del ecosistema. En Bahía Chamela, el tener un inventario sobre las especies marinas y terrestres es urgente para hacer las propuestas de manejo adecuadas debido a que está próximo a desarrollarse complejos turísticos que afectarán de manera importante la fauna y flora.

Conservación en áreas naturales protegidas

El objetivo central de las áreas protegidas es la preservación de recursos naturales de los ecosistemas tanto terrestres, como marinos y dulceacuícolas, que resulta en un beneficio a las comunidades que viven o se encuentran en los alrededores. Para lograr el éxito en materia de conservación debe tomarse en cuenta los elementos ecológicos, sociales, económicos e institucionales (Allison *et al.*, 1998; Rodríguez Quiroz y Bracamonte Sierra, 2008). La información sobre los patrones de biodiversidad, los procesos ecológicos y la evaluación del impacto humano son de gran importancia para la preservación de los hábitats (Fernández y Castilla, 2005). Esto es una herramienta básica para la generación de información pertinente para la conservación de la diversidad biológica y la gestión integral adecuada y efectiva de las ANP.

La pesca es considerada como una de las actividades económicas más importantes, y para algunas comunidades es la principal fuente de ingresos, por ello tiene un impacto fuerte sobre la diversidad marina (Kelleher, 1999). La actividad pesquera reduce la

abundancia de las poblaciones explotadas y modifica su historia de vida. Además, provoca una disminución de los grandes depredadores y herbívoros generando un efecto en cascada donde incrementan en abundancia las especies de menor tamaño (Norse *et al.*, 2005; Heip *et al.*, 2009). La sobrepesca no sólo afecta las poblaciones explotadas por la pesca, también otros organismos que no son especies objetivo se ven perturbados (Ramos-Esplá *et al.*, 2004). El uso de dragas y redes provoca fuertes alteraciones en el fondo marino y las especies que los habitan (Norse *et al.*, 2005; Chandler, 2006). Estos efectos de la pesca derivan en problemas sociales y económicos al aumentar los costos de los productos por la escasez del recurso y la disminución en las ganancias. Debido al fuerte impacto de esta actividad, se hace necesario tener un marco regulatorio con apoyo de los pescadores lo que a veces resulta difícil porque temen que sus intereses se vean afectados. Una zonificación y ordenación adecuada, limitación del esfuerzo o regulación de la edad de la primera captura puede ser ventajoso. En un mediano plazo se esperaría un incremento en número de individuos o biomasa, recuperación de la estructura de edades, exportación de reclutas hacia otros sitios y la reducción de conflictos entre pescadores y otros usuarios (Ramos-Esplá *et al.*, 2004).

El turismo es una actividad que deja una fuerte derrama económica, sin embargo, mal manejado impacta de manera negativa en la naturaleza. De acuerdo a Andrade y Chávez (2006), se ha encontrado que el turismo ejerce una fuerte presión sobre los recursos naturales y culturales, contribuyendo, a la degradación ambiental y a la pérdida de identidad local. Un turismo visto como una actividad sostenible puede generar beneficios pero también puede tener costos altos. El que se desarrolle en un área protegida no es garantía de que no exista un uso inadecuado o excesivo que genere un deterioro (Tello, 2002). Esta actividad debe estar regulada por los objetivos de conservación del área, para tratar de minimizar los impactos ambientales y socioculturales que genera (Tinoco, 2003).

El aspecto social es de gran importancia en el establecimiento y desarrollo de un área protegida. Conocer los valores y creencias de la sociedad sobre los recursos, cómo entiende las relaciones ecológicas básicas que se dan en la naturaleza, la diversificación de las ocupaciones y el nivel de dependencia de los recursos es fundamental. Esta información

nos da un panorama general de las percepciones exactas o equívocas, de la equidad entre los habitantes, del valor monetario que le dan a los recursos y su nivel de dependencia hacia ellos (Pomeroy *et al.*, 2006). La presión sobre los ecosistemas puede conceptualizarse como una función de la población, el desarrollo de tecnología y el estilo de vida, estos factores dependen de elementos sociales y culturales que requieren ser identificados (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

La finalidad de la investigación científica es obtener conocimientos para solucionar problemas. De acuerdo a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (1988), en su artículo 45 menciona que el establecimiento de áreas protegidas tiene entre sus objetivos “Proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio”. De igual manera, en el artículo 79, se estipula que para la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales se debe considerar: “El fomento y desarrollo de la investigación de la fauna y flora silvestre, y de los materiales genéticos, con el objeto de conocer su valor científico, ambiental, económico y estratégico para la nación”. La ciencia puede beneficiar los procesos de establecimiento, manejo y gestión, identificando las especies presentes y cómo interactúan entre sí (Kelleher, 1999); haciendo un seguimiento y control de especies objetivo y estudios para la recuperación de hábitats (Ramos-Esplá *et al.*, 2004).

Esta información depende de cada área y región, de acuerdo a los vacíos existentes. La Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica (2004) tiene en su programa de trabajo sobre áreas protegidas como objetivo “apoyar la creación y mantenimiento de ANP terrestres y marinas, que contribuyan a reducir significativamente la pérdida de diversidad biológica a través de prácticas de conservación y del uso sustentable de la misma”. Detectan que entre los problemas que enfrentan las ANP es que no son lo suficientemente grandes, ni bien planificadas, o tengan un buen manejo para lograr el objetivo de preservar la biodiversidad.

En cuanto a estudios relacionados con conservación en la Bahía Chamela, están los trabajos de Castillo (2010), Arreola (2010) y Galván-Villa (2010). Castillo (2010), refiere

como se ha dado el proceso de conservación de recursos en la Costa de Jalisco enfocándose en el aspecto social. Enfatiza la falta de participación de los habitantes así como de las instituciones educativas que se encuentran en la zona. En cuanto al estudio realizado por Arreola (2010), describe la percepción que los turistas de la Costa Alegre tienen sobre el ambiente, donde resalta que el bajo desarrollo turístico de la zona es lo que más los atrae. Situación que ha permitido la conservación de los ecosistemas presentes y la belleza escénica del sitio. Por último, Galván-Villa (2010) realizó una evaluación del nivel de importancia de conservación de peces arrecifales en dos islas (Cocinas y Pajarera). En este estudio refiere que la pesca artesanal y el posible desarrollo turístico de la zona afectarían de manera muy importante el ecosistema.

Ordenamiento espacial marino

El mar es un ambiente con múltiples usos, al ser un espacio de tres dimensiones pueden haber actividades en el fondo, en la columna o en la superficie. Algunas de estas actividades no suelen ser compatibles entre sí o con los procesos que se dan en los mares. Esta situación en conjunto con la degradación ambiental, ha originado una serie de políticas en cuanto a la gestión como es el caso del ordenamiento espacial marino. Esta herramienta tiene la finalidad de seguir aprovechando los bienes y servicios, además de lograr una compatibilidad entre los diferentes usos y el medio en el cual se desarrollan para lograr una sustentabilidad.

El Ordenamiento Espacial Marino posee un enfoque ecosistémico en el cual se regulan las actividades humanas manteniendo los bienes y servicios ecológicos muy similar al ordenamiento territorial en ambientes terrestres (Ehler y Douvere, 2007). Es un proceso que incluye la regulación, la gestión y protección del ambiente marino en sus tres dimensiones con el objetivo es lograr un desarrollo social, ecológico y económico de forma sustentable. En México se ha realizado este proceso para el Golfo de California (Siegel, 2013).

JUSTIFICACIÓN

Bahía Chamela es una zona de gran importancia pesquera, turística, y científica. El Santuario IIBCH, cuya relevancia radica en que en estas islas se encuentran las únicas colonias de anidación de aves en más de 100 km en la costa de Jalisco y de murciélagos cuyas poblaciones se consideran amenazadas según la NOM-059. Bahía Chamela es considerada como una zona de diversidad alta y de importancia pesquera. CONABIO (2007) la cataloga como un sitio prioritario de extrema importancia para la conservación de

la biodiversidad marina. La zona marina presenta una heterogeneidad ambiental alta, lo que provoca la existencia de un número de especies considerable (López-Uriarte *et al.*, 2009).

En la actualidad la zona de estudio se encuentra amenazada por diversos factores, entre ellos destaca la falta de vigilancia por parte de las autoridades, poca infraestructura para un manejo básico y la presión pesquera. Además los visitantes de las islas generan contaminación por basura y hay extracción de rocas de las islas que son vendidas para construcciones residenciales. En Bahía Chamela hay diferentes propuestas de desarrollo turístico y la construcción de una marina, por lo que es importante elaborar un programa de conservación.

Este trabajo de investigación es de gran importancia, ya que es necesario contar con toda la información biológica disponible a través de bases de datos de libre acceso, realizar un diagnóstico ambiental y una propuesta de ordenamiento espacial que nos permitan tomar mejores decisiones en materia de conservación. Esto permitirá establecer un programa adecuado de monitoreo que se enfoque en los cambios físicos, biológicos y ecológicos que puede sufrir este ecosistema. Incluyendo las alteraciones derivadas de las actividades humanas como aspectos demográficos, turismo, presión pesquera que puedan ocasionar una disminución en la biodiversidad.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las amenazas a las que se encuentran expuestos los ecosistemas marinos han originado el desarrollo de estrategias con el fin de conservar estos recursos. La mayoría de las veces el establecimiento de las AMPs ha sido sin una base sólida, influenciada más por cuestiones políticas que científicas (Callum *et al.*, 2003; Ramos-Esplá *et al.*, 2004; Yáñez, 2007). Entre los problemas más preocupantes, no solo en México sino en el resto de América Latina, es la pesca ya sea por ser ilícita o no se encuentre regulada, la navegación y la sedimentación que afecta en gran medida a lugares donde hay arrecifes de coral.

En el caso específico del Santuario IIBCH se plantearon las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las especies que habitan el área? ¿Cuáles son los recursos que aportarían al proceso de conservación? ¿Cuál es el impacto de los factores físicos, biológicos y sociales en la eficacia de un área protegida? ¿Cuáles son las amenazas reales que afectan la zona? ¿Qué estrategias se pueden utilizar para garantizar un programa de conservación y manejo adecuado para el área?

OBJETIVO GENERAL

Realizar una caracterización del ambiente marino de Bahía Chamela, Jalisco, México, que sirva de línea base para hacer una valoración de su importancia utilizando la técnica de diagnóstico ambiental donde se identifique y priorice los procesos de conservación, para elaborar una propuesta de ordenamiento marino donde se definan las acciones de conservación.

OBJETIVOS PARTICULARES

- 1) Realizar un inventario de los principales grupos de invertebrados bentónicos y peces mediante una técnica de evaluación rápida, para describir y analizar la riqueza, así como su distribución dentro de la Bahía, lo que permitirá establecer posteriormente las prioridades de conservación para la Bahía.
- 2) Analizar la problemática de Bahía Chamela para identificar y priorizar los procesos de conservación determinando su valor de importancia regional a través de la técnica de diagnóstico ambiental así como caracterizar a los actores y su influencia real o potencial en la zona.
- 3) Evaluación de procesos de gestión marino-costeros a través de la aplicación de un ordenamiento espacial marino para elaborar una propuesta de planificación del suelo marino.

ÁREA DE ESTUDIO

Localización

Las Islas e Islotes de Bahía Chamela se encuentran localizados en la costa central de Jalisco (19°32' N, 105°06' O), en el Pacífico central mexicano (Fig. 1). Este santuario se encuentra conformado por ocho islas (La Pajarera, Cocinas, Mamut, Colorada, San Pedro, San Agustín, San Andrés y Negrita) y cuatro islotes (Los Anegados, Novillas, Mosca y Submarino).

Características del área

El estado de Jalisco y parte de México forma parte de la placa continental de Norteamérica y la Placa Oceánica de Cocos, que está conformado principalmente por rocas graníticas y vulcano clásicas del Cretácico (Schaaf, 2002). La Bahía Chamela presenta una extensión aproximada de 7.5 km con dirección noroeste-suroeste. Constituida por una franja estrecha que presenta una costa de tipo abrasivo de alta energía, con largos trechos de playa alternando con puntas rocosas (Cotler *et al.*, 2002). Entre el Estero de Punta Pérula y Punta La Rosada se encuentran lomeríos que finalizan en playas arenosas. También presenta una línea de islas e islotes en su mayoría conformados por acantilados rocosos, sólo algunas presentan playas arenosas o de canto rodado. El suelo es de tipo Vertisol, Solchank y Gleysol esto últimos propicios para el establecimiento de manglares (Cotler *et al.*, 2002). La vegetación que hay en las islas está conformada por pastizales como *Juvea sp.* preferentemente en sitios de menor pendiente y *Cyperus sp.* más abundante en áreas con pendientes pronunciadas, y algunos otros como *Panicum máximum*, *Cenchrus ciliaris* con algunos manchones de *Hechtia sp.* También se encontraron elementos de bosque tropical caducifolio como *Caesalpinia eryostachis*, *Crateva sp.*, *Cordia sp.*, *Amphipterigium adstringens*, *Bursera instabilis*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Pachycereus aborigen*, esta última predomina en los acantilados rocosos al igual que *Stenocereus stanleyi*, *Melocactu sdawsonii* y *Acanthocereus occidentalis*. Las trepadoras más abundantes son *Ipomoea sp.* y *Passiflora sp.* (Ramírez-Delgadillo, *com. pers.*).

De acuerdo a los registros de la Estación de Biología de Chamela, el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano y un 5.6% de lluvia invernal, con un régimen isotermal. La temperatura media anual es de 24.6°C, con una mínima de 19° C y una máxima de 30°C. El patrón de precipitación es estacional, con una incidencia de ciclones y tormentas tropicales en las temporadas de junio a noviembre (García-Oliva *et al.*, 2002). Los ríos principales son el San Nicolás que se encuentra a tres kilómetros hacia el noroeste, ríos Cuitzmala y Purificación hacia el este, este último se encuentra a 15 km pero su importancia radica en abastecer a tributarios que drenan la planicie. Existen arroyos temporales que forman esteros como el de Pérula, Leones y Juan Pérez (Espinoza *et al.*,

2002). Presenta un régimen de mareas mixto (desigualdad marcada en pleamar y bajamar) (Román-Contreras *et al.*, 1991). Mareas internas con periodo diurno y semidiurno.

La ANP se encuentra en la Ecorregión IV que corresponde al Pacífico Transicional Mexicano zona afectada principalmente por la surgencia de Cabo Corrientes y por la Alberca Caliente del Pacífico Tropical (CONABIO-CONANP-TNC-Pronatura, 2007). Predomina la Corriente de California que aparece de febrero al mes de abril y la Corriente costera de Costa Rica que se encuentra más desarrollada en los meses de agosto a diciembre (Silva-Segundo *et al.*, 2008), alimentada por la corriente Norecuatorial (Gómez-Aguirre y León-Álvarez, 1987). En el invierno, los vientos dominantes provienen del oeste y son secos, los vientos alisios húmedos entran al inicio del verano lo cuales adquieren humedad al cruzar el Golfo de México que es la que da comienzo a las lluvias (García-Oliva *et al.*, 2002). Es una zona de transición entre las aguas cálidas y templadas del Océano Pacífico, que presenta frentes térmicos y halinos (López-Sandoval *et al.*, 2009). La temperatura superficial del mar mínima se encuentra alrededor de los 18°C mientras que la máxima ha llegado a las 32°C (Silva-Segundo *et al.*, 2008). La salinidad se encontró entre los 33 y 35 ups (Filonov *et al.*, 2000).

A continuación se hace una descripción de las estaciones que fueron muestreadas para este trabajo (Figura A):

Isla Cocinas (IC).-Situada en la parte media de la Bahía, es la más grande de las islas con 37.64 hectáreas, se encuentra en las coordenadas 19° 32' 49" N y 105°06' 35" O. En tierra presenta elementos de bosque tropical caducifolio, que funciona como hábitat para aves y reptiles. Presenta dos playas arenosas en donde se puede desembarcar. El ambiente marino está conformado por sustrato mixto arena-roca y formaciones coralinas dispersas, con una profundidad máxima de 18 m.

Isla Pajarera (IP).-Ubicada en el centro de la Bahía, (19° 33' 15" N y 105° 07'44" O). Con una extensión de 23.09 hectáreas. La parte terrestre está conformada por pastizales y elementos de bosque tropical caducifolio que sirven de refugio y zona de anidación de aves, hacia la cara norte se encuentran acantilados y vegetación propia de los mismos. Hay

una pequeña playa de canto rodado en la cual se puede desembarcar. La parte marina cuenta con arrecifes rocosos en su mayoría y sustrato arenoso con una profundidad que puede llegar hasta los 21 m.

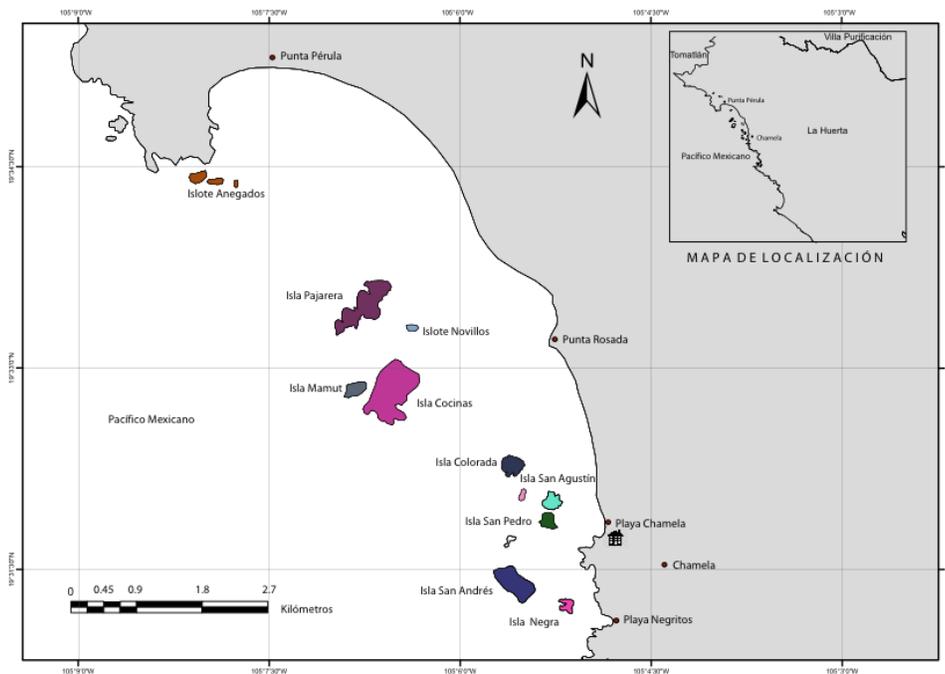


Figura A. Localización del área de estudio

Isla San Andrés (IAN).-Situado en las coordenadas $19^{\circ} 31' 21''$ N y $105^{\circ} 06'$ O, sitio rodeado por acantilados, con extensión de 14.83 ha. La superficie cubierta por vegetación tipo pastizal y xerófila. Ambiente marino formado por sustrato rocoso y arenoso y formaciones coralinas dispersas, con una profundidad que va hasta los 6 m. Presenta una playa pequeña de canto rodado, sin embargo es difícil el desembarque, en la parte sur hay una zona de intermareal rocoso.

Isla Colorada (ICO).- Localizada hacia el sur de la Bahía ($19^{\circ} 32' 47''$ N y $105^{\circ} 07' 29''$ O), con una superficie de 6.27 hectáreas. La parte terrestre cubierta por pastizales, y el ambiente marino conformado por sustrato misto arena-roca, con una profundidad cercana a los 9 m. Es de difícil acceso para desembarcar ya que está cercada por acantilados.

Isla Mamut (IM).- Se encuentra en las coordenadas 19° 32' 45" N y 105° 06' 50" O, en la parte este de Isla Cocinas, superficie de 4.39 ha. Formación rocosa carente de vegetación, el ambiente marino conformado principalmente por sustrato rocoso en la parte protegida de la isla, la profundidad puede llegar hasta los 15 m.

Isla San Agustín (ISA).- Localizada frente a Playa Chamela (19° 31' N y 105° 06' O), superficie de 4.38 ha, es de formación rocosa de difícil acceso. Superficie cubierta por vegetación, hábitat de murciélagos y aves. El ambiente marino compuesto por sustrato rocoso principalmente arena, con una profundidad entre los 6 y 7 m.

Isla San Pedro (ISP).- Se encuentra a 50 m de San Agustín (19° 32' 10" N y 105° 06' 15" O), con una superficie de 3.52 hectáreas. Cuenta con vegetación de tipo bosque tropical caducifolio. La zona marina conformada por sustrato de roca y arena, la profundidad máxima es de 6 m.

Isla Negra (IN).- Localizado al extremo sur de la Bahía (19° 31' 13" N y 105° 06' 06" O), es la última del conjunto de islas e islotes, cuenta con una extensión de 2.61 ha. Rodeada de acantilados lo que la hacen de difícil acceso. Cubierta por vegetación de tipo herbáceo. En el ambiente marino predomina el sustrato rocoso y arenoso, con una profundidad de hasta 6 m.

Islote Los Anegados (ITA).- Constituido por formaciones rocosas, sin cobertura vegetal. Con superficie total de 1.88 hectáreas, ubicado en las coordenadas 19° 34' 22" N y 105° 08' 05" O hacia el norte de la Bahía (CONANP, 2008). El ambiente marino está conformado por ambientes mixtos, roca, arena y algunas formaciones coralinas, la profundidad varía entre los 7 y 13 m. No presenta zona de desembarque. Muy cercano a la zona de costa, colinda con la playa de Punta Pérula.

Islote Novillo (ITN).- Se localiza al sureste de Isla Pajarera (19° 33' 15" N y 105° 07' 25" O), extensión de 1.16 ha, conformado por rocas que apenas sobresalen del mar. En la parte submareal presenta una barra de coral con un tamaño de 21 x 7 m, con una profundidad no mayor de 5 m.

Punta La Rosada (PR).-A 500 m de la línea de costa, en la parte central de la Bahía Chamela (19°33'29.38"N y 105° 5'35.51"O), se encuentra Punta La Rosada, los puntos de muestreo fueron ubicados en el submareal somero. Presenta sustrato de tipo rocoso-arenoso, y una profundidad entre los 9 y 15 m. Caracterizada por la presencia de sustratos mixtos de arena y roca, en los que destacan afloramientos rocosos de distinto tamaño, desde guijarros y cantos rodados hasta bloques y eminencias rocosas.

Playa Punta Pérula (PP).- Tiene una gran extensión en comparación con playa Chamela y Negritos (19°34'53.71"N y 105° 8'4.41"O), cuenta con intermareal rocoso y arenoso, así como un estero.

Playa Chamela (PC).- Ubicada frente a las Islas San Pedro y San Agustín Playa Chamela (19°31'50.03"N y 105° 4'54.71"O) presenta un estero y un extenso playón arenoso con áreas rocosas hacia su extremo este en Punta Pérula y su estero, y extremo sur en Punta La Rosada.

Playa Negritos (PN).- Al sur de Playa Chamela (19°31'46.81"N y 105° 4'58.23"O) se encuentra localiza playa conformada en su mayoría por intermareal rocoso y una pequeña playa de arena.

CAPÍTULO I.

LISTADO SISTEMÁTICO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES RESIDENTES DE LAS ISLAS E ISLOTES DE LA BAHÍA CHAMELA.

Introducción

El conocimiento de la biodiversidad es un tema que siempre ha sido de gran relevancia en la investigación científica, ¿Qué especies habitan una región determinada?, es una pregunta común en muchos artículos y básica cuando se pretende hacer análisis ecológicos, evolutivos, sistemáticos, entre otros (Gastón, 2000). Esta es información indispensable para implementar estrategias de conservación. Los inventarios son elementos que nos permiten conocer la biota de un lugar y por lo tanto, hacer un mejor manejo de los recursos de una

región. Sin embargo, a pesar del interés, el ritmo de descripción de la biota es lento, sobre todo en ambientes marinos debido a que es considerado costoso y de difícil acceso (Gladstone y Alexander, 2005). Por otra parte, conocer las características físico-geográficas de un lugar nos permite comprender mejor los patrones y procesos que ocurren en el ambiente, siendo de gran importancia ya que permite identificar la problemática en torno a este sistema.

En México, a pesar de ser un país con una gran riqueza en cuanto a diversidad biológica, todavía se encuentran muchas regiones que han sido poco estudiadas. Los sistemas insulares muestran una gran diversidad de hábitats que a su vez albergan numerosas especies, tanto marinas como terrestres, pero la información con la que se cuenta sobre estos sistemas es escasa (CONABIO-CONANP-TNC-Pronatura, 2007). Entre esta biodiversidad se encuentra la comunidad bentónica que ha sido poco estudiada en México (Lara-Lara, *et al.*, 2008), así como el grupo de peces que debido a su importancia comercial han sido mejor estudiados.

Para fines de este trabajo decidimos considerar entre los invertebrados bentónicos a los grupos de moluscos, equinodermos, crustáceos, anélidos, cnidarios, y al grupo de peces debido a su importancia no solo comercial sino ecológico. El phylum Mollusca es considerado uno de los más diversos, sólo superado en número por los artrópodos (Ramírez *et al.*, 2003), además de ser un grupo indicador ya que es fácil de coleccionar y determinar (Bouchet *et al.*, 2002; Smith, 2008). Siempre se ha mencionado a la gran riqueza de especies de moluscos que presentan los trópicos, si bien son los menos estudiados (Bouchet *et al.*, 2002). Este es el caso del Pacífico mexicano tropical el cual ha sido reportado como un área rica en este grupo (Ríos-Jara *et al.*, 2006). De manera especial se considera a los gasterópodos como la clase más abundante de este Phylum, seguida por bivalvos (Esqueda *et al.*, 2000). Aunque hay algunos estudios sobre composición taxonómica y abundancia (Ríos-Jara *et al.*, 2008b), la mayoría están enfocados en ambiente intermareal y pocos se han realizado en ambiente submareal para la costa de Jalisco.

Debido a su gran importancia económica, los crustáceos son un grupo considerado como uno de los más estudiados en México. Los trabajos sobre taxonomía (descripción de nuevas especies), ecología y biogeografía siguen publicándose continuamente (Villalobos-Hiriart *et al.*, 1989). La fauna de cangrejos en el Pacífico es bien conocida. Estudios recientes han permitido aumentar considerablemente el conocimiento de la diversidad y distribución de los cangrejos (McLaughlin, 1981; 1982; Hendrickx, 1984; Salgado-Barragán y Hendrickx, 1986; Villalobos-Hiriart *et al.*, 1989; Harvey y McLaughlin, 1991; Hendrickx y Salgado-Barragán, 1991; Hendrickx, 1993; McLaughlin y Haig, 1993; Hendrickx, 1995 a,b; Lemaitre y McLaughlin, 1996; Hendrickx y Esparza-Haro, 1997; Landa-Jaime *et al.*, 1997; Lemaitre, 1999; Hendrickx y Harvey, 1999; Lemaitre y Cruz-Castaño, 2004; Hendrickx *et al.*, 2008; García-Madrigal y Andréu-Sánchez, 2009; Ayón-Parente, 2009; Ayón-Parente y Hendrickx, 2005; 2006; 2007; 2009; 2010).

Los equinodermos son un grupo de los más importantes en la composición del bentos. México presenta una gran diversidad de estos organismos, sobre todo en el Pacífico mexicano por la gran variedad de ambientes que existen (Solís-Marín *et al.*, 1997). Hay diversos estudios taxonómicos, biogeográficos y ecológicos para el Pacífico mexicano que muestran la gran riqueza e importancia del grupo (Herrero-Pérezrul *et al.*, 2008). En la parte central del Pacífico mexicano, destacan los trabajos de equinodermos de Nepote (1998) y Ríos-Jara *et al.* (2008a, 2008c, 2013) en Bahía de Banderas e Isla Isabel, Nayarit, respectivamente.

Los poliquetos constituyen un grupo muy diverso en ambientes marinos pero al carecer de importancia económica suele ser un grupo olvidado, además de que su determinación es complicada ya que es difícil encontrar claves actualizadas para este grupo. Los estudios se han centrado en el Golfo de California y existen pocos trabajos para el Pacífico oriental mexicano (Salazar-Vallejo y Londoño-Meza, 2004). Se tienen registrados más de 1100 especies y 50 familias para el Pacífico mexicano la mayoría en el Golfo de California (Hernández-Alcántara *et al.*, 2008; Tovar *et al.*, 2010).

Por último, los cnidarios, considerado un grupo de formas variables, son de gran importancia debido a que algunas de las especies son consideradas como hábitat y refugio de numerosos organismos marinos (WWF, 2006). Para el orden Scleractinia se han registrado 64 especies para el Pacífico mexicano, 17 presentes en el estado de Jalisco (Calderón, 2006). En el caso del orden Alcyonacea y Actiniaria hay pocos estudios específicos, la mayoría son registros que se han dado por inventarios entre ellos los publicados para Punta La Rosada en Bahía Chamela por López-Uriarte *et al.* (2009).

Los estudios sobre peces comenzaron alrededor de los años 60's (Chávez *et al.*, 2008). Actualmente se tiene registradas más de 2600 especies para México (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008). Los peces presentan un papel funcional en la ecología de arrecifes (Galván-Villa, 2010), y por ello, se han utilizado para diseño y selección de AMP (Gladstone, 2007), además de manejo de recursos pesqueros, evaluaciones ambientales, y estudios biogeográficos (Moncayo-Estrada *et al.*, 2006).

El objetivo fue realizar un inventario de los principales grupos de invertebrados bentónicos y peces mediante una técnica de evaluación rápida, la cual proporciona información básica que permitirá establecer posteriormente las prioridades de conservación para la Bahía. Este inventario se realizó mediante muestreos y recolectas extensivas en los ecosistemas más representativos para generar listados de especies más completos y tener un conocimiento general de la biodiversidad (Biology International, 1992; Mikkelsen y Cracraft, 2001; RAMSAR, 2010).

El inventario es útil para conocer la distribución y la riqueza de las especies de Bahía Chamela. Se utilizaron curvas de acumulación de especies para estimar el esfuerzo de muestreo y se estimaron los índices de distinción taxonómica promedio de las localidades, para evaluar la variabilidad de la diversidad taxonómica de los distintos ensamblajes de especies. Además, mediante un análisis de dualidad se reconocieron los patrones de riqueza y los rangos de dispersión de las especies presentes.

Materiales y métodos

Moluscos.- El trabajo de campo se llevó a entre enero de 2007 y noviembre de 2011. La unidad de esfuerzo se estandarizó como un día de colecta ya que se utilizaron distintos métodos de colecta (sustrato, transecto, búsqueda intensiva). En la zona intermareal se realizaron 17 muestreos en Isla Cocinas, Isla Pajarera, Isla San Andrés, Isla San Pedro, Punta Pérula, Playa Chamela y Playa Negritos. Estas localidades fueron seleccionadas de acuerdo a la accesibilidad al lugar ya que la mayoría de las islas e islotes están rodeadas por acantilados. Durante el muestreo se determinaron las especies y se registró el número de individuos, las especies que no fueron determinadas *in situ* fueron recolectadas. En la zona submareal se realizaron búsquedas intensivas y colecta de sustrato (extracción de rocas), éste se fragmentó para remover y registrar la epifauna e infauna presente. Ambas técnicas se llevaron a cabo mediante recorridos con buceo SCUBA en 14 localidades de la bahía (Isla Cocinas, Isla Pajarera, Isla San Andrés, Isla Colorada, Isla Mamut, Isla San Agustín, Isla San Pedro, Isla Negra, Islote Anegados, Islote Novillos, Punta La Rosada, Punta Pérula, Playa Chamela y Playa Negritos). En ambas zonas se recolectaron tanto organismos vivos como conchas vacías. Las muestras fueron preservadas en solución de alcohol y agua destilada para su posterior determinación, mediante literatura especializada (Keen, 1971; Abbott, 1974, así como las actualizaciones de Skoglund 1990, 1992, 2001, 2002; Bouchet y Rocroi, 2005; Coan y Valentich-Scott P, 2012). Algunos especímenes de bivalvos fueron determinados y/o corroborados en el Museo de Historia Natural de Santa Bárbara, California, con la ayuda del curador Paul Valentich-Scott.

Crustáceos.- Se realizó el trabajo de campo entre julio de 2007 y noviembre de 2011, la unidad de esfuerzo se estandarizó como un día de colecta. En intermareal se realizaron seis muestreos utilizando colecta directa y bomba *yabbi*, en seis localidades de la Bahía, Isla Cocinas, Isla Pajarera, Isla San Andrés, Isla San Pedro, Punta Pérula y Playa Chamela. En submareal se realizaron 38 muestreos en 14 localidades, Isla Cocinas, Isla Pajarera, Isla San Andrés, Isla Colorada, Isla Mamut, Isla San Agustín, Isla San Pedro, Isla Negra, Islote Anegados, Islote Novillos, Punta La Rosada, y Playa Negritos, utilizando, el método de colecta directa a través de recorridos con buceo SCUBA a lo largo de transectos en banda

de 50 m. Las especies de crustáceos encontradas fueron preservadas en solución de alcohol y agua destilada para su posterior determinación con los trabajos de Rathbun (1930), Garth (1960), Nates-Rodríguez (1989), Camacho-Castañeda (1996), Hernández-Álvarez (1995), Hendrickx (1999) y López-Uriarte y Ríos-Jara (2004).

Equinodermos. Se realizaron censos visuales, colectas directas y de sustrato, entre octubre del 2000 y octubre del 2010 en 14 localidades de la Bahía Isla Cocinas, Isla Pajarera, Isla San Andrés, Isla Colorada, Isla Mamut, Isla San Agustín, Isla San Pedro, Isla Negra, Islote Anegados, Islote Novillos, Punta La Rosada, Punta Pérula, Playa Chamela y Playa Negritos. En total fueron 38 muestreos en zona intermareal y submareal, en este último mediante recorridos con buceo SCUBA. Al no existir diferencias en la composición sistemática entre las zonas se analizaron en conjunto. En la mayoría de los casos, las especies de equinodermos fueron determinadas *in situ* y únicamente se recolectaron algunos especímenes para corroborar su identidad taxonómica y establecer una colección de referencia. Los especímenes recolectados fueron inicialmente anestesiados con agua de mar y mentol, después fueron fijados en una solución de formaldehído y agua de mar al 10%. Posteriormente fueron preservados en solución de alcohol y agua destilada al 70% con su respectiva etiqueta. La determinación taxonómica se realizó en el LEMA de la Universidad de Guadalajara, utilizando los trabajos de Caso (1978, 1979, 1983, 1992), Cutress (1996), Deichmann (1941), Hickman (1998), Laguarda-Figueras *et al.* (2009) y Solís-Marín *et al.* (2009). La validación taxonómica de algunas especies se realizó en el Laboratorio de Equinodermos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) de la UNAM en la Ciudad de México a cargo del Dr. Francisco Solís Marín.

Poliquetos.- El trabajo de campo se realizó entre enero de 2007 y octubre de 2010, con un total de 13 muestreos en zona submareal, utilizando el método de colecta directa y extracción de rocas. Los recorridos se hicieron con buceo SCUBA. en 10 localidades de la Bahía: Isla Cocinas, Isla Pajarera, Isla San Andrés, Isla Colorada, Isla Mamut, Isla San Pedro, Isla Negra, Islote Anegados, Punta LaRosada y Playa Negritos. Las especies de poliquetos encontradas fueron preservadas en solución de alcohol y agua destilada para su

posterior determinación en el ICMYL campus Mazatlán, Sinaloa, utilizando los trabajos de Blake *et al.* (1997) y De León- González *et al.* (2009).

Cnidarios.- Las actividades de campo se realizaron de enero de 2007 a octubre de 2009. Los muestreos se efectuaron por medio de recorridos a lo largo de transectos utilizando equipo SCUBA. Los cnidarios se registraron de manera visual y sólo se recolectaron algunos especímenes para corroborar su identidad taxonómica y establecer una colección de referencia. Los especímenes recolectados fueron inicialmente fijados en una solución de formaldehído y agua de mar al 10% y más tarde preservados en solución de alcohol y agua destilada al 70%. Se utilizaron diversos documentos para la determinación taxonómica como Wells (1983), Hodgson (1995), Veron (2000), Ketchum y Reyes-Bonilla (2001) y López-Uriarte y Ríos-Jara (2004).

Peces. Los datos de composición y abundancia se obtuvieron mediante censos visuales que se hicieron a través de transectos en banda de 50 m por 5 m de ancho utilizando buceo SCUBA (English *et al.*, 1997). Todos fueron realizados por el mismo observador utilizando la guía de Robertson (2006). El muestreo se llevó a cabo de enero de 2007 a octubre de 2009, en 10 localidades de la Bahía, con un total de 29 transectos.

Se estableció una colección de referencia con toda la información curatorial de todos los grupos y fue depositada en el Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura (LEMA) del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA-UDG). Y en el caso de los crustáceos además se depositaron especímenes en la Colección Regional de Invertebrados (EMU) en el Laboratorio de Invertebrados Bentónicos, ICMYL, UNAM, Mazatlán, México.

Análisis estadísticos

El grupo de cnidarios fue excluido debido a que las observaciones no fueron suficientes para ser evaluados. Para los grupos de crustáceos, moluscos, equinodermos y poliquetos se estandarizó el esfuerzo de muestreo en días de colecta debido a las diferentes

técnicas de muestreo empleadas (utilizado en algunos grupos de invertebrados) (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003; Chávez-León, 2006).

Para el grupo de peces, la unidad de esfuerzo de muestreo está dada en número de transectos. El esfuerzo de muestreo y la riqueza total de especies fueron evaluados con curvas de acumulación de especies. La riqueza esperada fue estimada con los estimadores no paramétricos Chao 1 y Jackknife 2 con base en 10,000 aleatorizaciones sin reemplazo, utilizando, el programa EstimateS 8 (Colwell, 2006). Los estimadores no paramétricos se basan en especies raras y permiten estimar el número de nuevas especies a partir de datos de incidencia y abundancia obtenidas en el muestreo (González-Oreja *et al.*, 2010). El estimador Jackknife2 de segundo orden se basa toma en cuenta las especies únicas y duplicadas (se encuentran en una o dos muestras independientemente de su abundancia). El estimador Chao 1 se basa sólo en la incidencia de las especie, singletons (que aparecen en una sola muestra) y duobletons (aquellas especies que aparecen en dos muestras).

La similitud de especies se estimó con el índice de disimilaridad taxonómica o Gamma+ que considera la diversidad taxonómica como la media de todas las longitudes del trayecto entre cada especie en una muestra y su relación más cercana con las otras muestras. Para ello, utiliza la cero ajustada de Bray Curtis, es decir, usa una especie “comodín” con un valor de uno para todas las muestras, esto provoca, que dos muestras vacías tengan una sola "especie" en común , con la misma abundancia, lo que da una disimilitud de cero (Clarke *et al.*, 2006). Se utilizaron matrices de presencia-ausencia de todas las localidades y una matriz de agregación con seis niveles taxonómicos (especie, género, familia, orden, clase y phylum) (Warwick y Clarke, 1995). Se realizó un análisis de escalonamiento multidimensional no métrico (NMDS) y un análisis de clasificación para identificar el nivel de asociación de los ensamblajes entre las localidades. Para este último, los dendrogramas se construyeron con el método de agrupamiento de pares con la media aritmética no ponderada (UPGMA); la identificación de grupos se hizo con la prueba de perfiles de similitud (SIMPROF) basada en promedio en 1,000 permutaciones y 999 simulaciones con un nivel de significancia de $\alpha= 0.05$ (Clarke y Gorley, 2006). El NMDS y

el análisis de clasificación se hicieron con el programa PRIMER v6 (Clarke y Gorley, 2006).

Se estimó la distinción taxonómica promedio (Δ^+) y su variación (Δ^*) para cada sitio de muestreo dentro de la Bahía. Para esto se utilizó una matriz de agregación taxonómica con seis niveles taxonómicos (especie, género, familia, clado, clase y phylum). Estos índices miden respectivamente el grado en el cual las especies están relacionadas taxonómicamente unas con otras, así como el grado por el cual los taxa están alta o pobremente representados. Posteriormente, se siguió la propuesta de Warwick y Clarke (1995), donde los niveles taxonómicos fueron ponderados de la siguiente manera: w1, especies dentro del mismo género; w2, especies dentro de la misma familia pero en diferente género; w3, especies dentro del mismo orden pero en diferente familia y así sucesivamente. Los índices de distinción taxonómica se realizaron con PRIMER v6 (Clarke y Gorley, 2006).

Para el análisis de dualidad, se elaboró la matriz con datos de presencia-ausencia, con ella se estimaron los parámetros de diversidad y distribución, y se obtuvieron los gráficos de diversidad de rangos, utilizando, el programa RStudio de acuerdo a la metodología descrita por Arita *et al.* (2008). Este análisis hace una correlación entre la diversidad de las especies de las localidades y su rango de dispersión, la cual depende de la asociación entre las especies y la similitud entre las localidades. Esta matriz permite analizar la interacción entre las filas (modo-R) y columnas (modo-Q), estimando, al mismo tiempo la distribución (número de áreas en que las especies ocurren) y la diversidad (el número de especies que hay en un sitio). Los resultados son mostrados a través de gráficos de diversidad de rangos, donde la dispersión de puntos está determinada por el grado de asociación entre especies o entre localidades. Esta distribución está determinada por la diversidad promedio de especies o el promedio de tamaño de rango (f^*). Y su valor puede ser alto o bajo dependiendo de la posición del valor del tamaño de rango de las especies. Ya sea que se encuentre por encima o por debajo del promedio, respectivamente (Arita *et al.*, 2008, 2011).

Resultados

Riqueza de especies

Moluscos. Para el intermareal se obtuvo un registro total de 4,639 individuos distribuidos en 71 especies, 46 géneros, 31 familias, 13 órdenes y tres clases (Anexo 1). Las clases se encuentran representadas de la siguiente manera: Bivalvia con 16 especies, Gastropoda con 53 especies y Polyplacophora con 2 especies. La riqueza por localidades: Isla Cocinas (42), San Andrés (36), Isla Pajarera (31), San Pedro (24), Punta Pérula (11), Chamela (11), Negritos (6) y San Agustín (5). La especie más abundante fue *Nodilittorina aspera*. Se registraron 17 especies únicas (Figura 1.1).

En submareal, el número de organismos registrados fue de 2,924, correspondientes a 202 especies, 138 géneros, 70 familias, 20 órdenes y cuatro clases. Las clases estuvieron representadas así: Bivalvia con 77 especies, Gastropoda con 110 especies, Polyplacophora con 15 especies y Cephalopoda con una especie. En cuanto a riqueza, Isla Cocinas tiene el mayor número de especies con 98, seguida de Isla Pajarera (69), Rosada (66), Isla Negra (58), Mamut (55), Isla Colorada (50), Isla San Andrés (50), Islote Anegados (47), Isla San Pedro (31), Isla San Agustín (25), Los Negritos (23), Punta Pérula (23), Novillo (8) y Chamela (2). *Bostrycapulus aculeatus*, resultó ser la especie más abundante. En este ambiente 67 especies fueron consideradas como únicas (Fig. 1.1c).

Crustáceos. En intermareal se registraron 67 individuos, con una riqueza de 17 especies, 15 géneros, 11 familias y un orden dentro de la clase Malacostraca (Anexo 2). La riqueza por localidad fue: Punta Pérula con ocho especies, Isla Cocinas con cinco especies, Isla San Pedro con tres especies, mientras que Chamela, Isla Pajarera e Isla San Andrés tuvieron un registro. La especie *Coenobita compressus* fue la más abundante con 24 organismos. Se reconoció a 14 especies como exclusivas de este ambiente. (Fig. 1.1b).

En submareal, se colectaron 849 organismos, correspondientes a 93 especies, 61 géneros, 30 familias y dos órdenes en 14 localidades. La riqueza en cada localidad se distribuyó de la siguiente forma: Isla Cocinas (51), Novillo (40), San Agustín (26), Rosada (14), Isla Pajarera (9), Colorada (7), Punta Pérula (7), Mamut (7), San Andrés (7), San Pedro (7), Isla Negra (5), Negritos (3), Chamela (3) y Anegados (2). La especie más abundante fue *Petrolisthes hirtispinosus* con 120 individuos. (Fig. 1.1d).

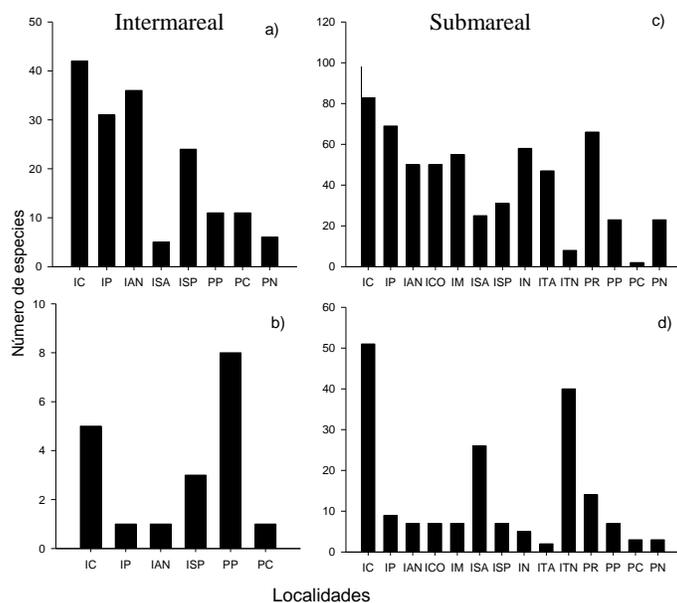


Figura 1.1. Riqueza total de especies por localidad a), c) moluscos, b), d) crustáceos.

Equinodermos.- Se registraron un total de 2,135 individuos censados, con una riqueza de 40 especies, 30 géneros, 19 familias, 9 órdenes y 4 clases (Anexo 3). La riqueza de especies se encontró distribuida de la siguiente forma: la mayor riqueza en Isla Cocinas con 28 especies, Isla Pajarera (23), Punta La Rosada (20), Islote Anegados (19), Isla Colorada (19), Isla San Pedro (19), Isla Mamut (15), Isla San Andrés (14), Isla Negra (12), Punta Pérula (11), Islote Novillos (11), Playa Negritos (7), Isla San Agustín (4) y Playa Chamela (4). *Pentamera chierchia* resultó la especie más abundante (Fig. 1.2a).

Poliquetos.- Con un total de 237 individuos colectados y una riqueza de 30 especies, 27 géneros, 15 familias y 5 órdenes (Anexo 4). En el intermareal se registraron tres especies, una de ellas fue exclusiva de este ambiente *Phyllodoce tuberculosa*, las restantes se presentaron en ambos. La riqueza de especies se encontró distribuida de la siguiente forma: la mayor riqueza en Isla Cocinas con 12 especies, Isla Pajarera (9), Isla San Pedro (9), Isla Mamut (7), Isla San Andrés (6), Playa Negritos (5), Isla Negra (4), Islote Anegados (4), Punta La Rosada (4) e Isla Colorada (2). La especie que obtuvo la mayor abundancia fue *Iphione ovata* (Fig. 1.2b).

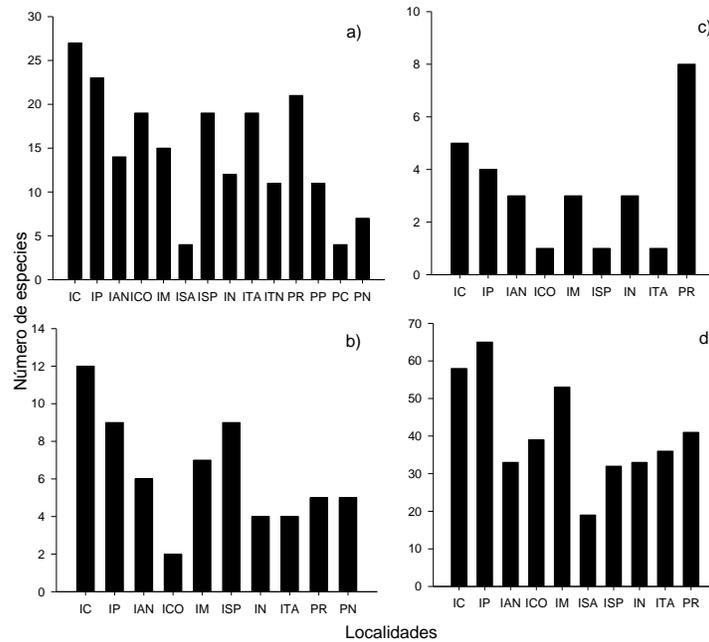


Figura 1.2. Riqueza de especies por localidad a) equinodermos, b) anélidos, c) cnidarios y d) peces.

Cnidarios.- La riqueza total fue de 18 especies, siete géneros, seis familias y dos ordenes para la clase Anthozoa (Anexo 5). La mayor riqueza se observó en Punta La Rosada con ocho especies, Isla Cocinas (7), Isla Pajarera (4), Isla San Andrés (3), Isla Mamut (3), Isla Negra (3), Isla Colorada (1) e Islote Anegados (1) (Fig. 1.2c).

Peces.- Se obtuvo un total de 12,747 individuos censados, con una riqueza de 90 especies, 66 géneros, 35 familias, 10 órdenes y 2 clases (Anexo 6). La riqueza de especies se encontró distribuida de la siguiente forma: la mayor riqueza en Isla Pajarera con 65 especies, Isla Cocinas (58), Mamut (53), Rosada (41), Isla Colorada (39), Anegados (36), Isla Negra (33), Isla San Andrés (33), Isla San Pedro (32) e Isla San Agustín (19). La mayor abundancia correspondió a la especie *Halichoeres dispilus*. (Fig. 1.2d).

Diversidad taxonómica

Moluscos.- En el Cuadro 1.1 muestra que todas las clases registraron el valor más alto de riqueza en Isla Cocinas, a excepción de la clase Polyplacophora donde coincide en

número de registros con Playa Negritos. El valor de riqueza más bajo fue en Islote Novillos para todas las clases.

Cuadro 1.1. Número de especies, géneros, familias y órdenes de cada clase de moluscos en las 14 localidades de muestreo. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Novillos= ITN y Punta Rosada= PR.

		IC	IP	IAN	ICO	IM	ISA	ISP	IN	ITA	ITN	PR	PP	PC	PN
Bivalvia	spp.	37	30	21	21	18	3	10	9	17	1	22	7	1	8
	Gén.	30	25	20	19	17	3	9	19	16	1	17	7	1	8
	Fam.	16	15	10	12	12	3	7	13	12	1	12	6	1	6
	Ord.	6	7	6	5	7	1	4	6	7	1	6	3	1	5
Gastropoda	spp.	75	51	52	28	33	27	37	38	27	6	40	20	12	13
	Gén.	47	34	39	18	24	22	27	27	21	6	25	16	10	12
	Fam.	27	20	23	12	8	18	19	15	15	4	16	11	8	10
	Ord.	9	10	7	4	8	8	8	5	5	2	4	6	5	6
Polyplacophora	spp.	8	6	3	1	3	-	5	-	3	1	3	5	-	8
	Gén.	7	5	3	1	2	-	5	-	3	1	2	4	-	5
	Fam.	4	2	2	1	1	-	1	-	2	1	2	4	-	3
	Ord.	2	2	2	1	1	-	1	-	1	1	1	2	-	2
Cephalopoda	spp.	1	1	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-
	Gén.	1	1	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-
	Fam.	1	1	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-
	Ord.	1	1	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-

De acuerdo a la composición, la clase Gasterópoda fue considerada con mayor riqueza. De las 44 familias, las que registraron el mayor número de especies fueron: Buccinidae (9), Columbelidae (9), Fissurellidae (6), Lottidae (6), Calyptraeidae (16) y Muricidae (20). Las dos últimas consideradas como las más diversas, además se encuentran representadas en todas las localidades a excepción de la primera que no obtuvo registros en el Islote Novillo. La clase bivalvia obtuvo un registro de 27 familias, las más diversas fueron Mytilidae (13), Veneridae (12) y Arcidae (7) que a su vez tuvieron una amplia distribución en la Bahía. El 40% de las familias estuvieron representadas por una especie. La clase polyplacophora registró cuatro familias. La más diversa es Ischnochitonidae con ocho especies, le sigue

Tonicellidae con tres especies, Acanthochitonidae y Chitonidae con dos especies cada una. La clase Cephalopoda estuvo representada por la especie *Octopus hubbsorum*.

Crustáceos.- En este grupo, el orden decápoda fue el más diverso con 33 familias, de las cuales la familia Xhantidae le corresponde el mayor número de géneros (10) y la familia Porcellanidae el mayor número de especies (16). El orden estomatópoda representado por una familia, un género y tres especies (Cuadro 1.2).

Cuadro 1.2. Número de especies, géneros, familias y órdenes de la clase malacostraca en 14 localidades de muestreo. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Novillos= ITN y Punta Rosada= PR

	IC	IP	IAN	ICO	IM	ISA	ISP	IN	ITA	ITN	PR	PP	PC	PN
spp.	53	10	8	7	7	26	9	5	2	40	14	18	3	3
Gén.	40	9	7	7	7	23	9	4	2	26	11	17	3	3
Fam.	22	7	7	5	6	12	7	4	2	14	7	13	3	2
Ord.	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1	1

Es importante destacar las 12 especies de cangrejos ermitaños registrados en Bahía Chamela, entre los cuales la familia Diogenidae fue la mejor representada con 7 especies. Nueve de estas especies representan registros nuevos para la bahía y 2 pertenecientes al género Paguristes son especies nuevas (Bastida-Izaguirre *et al*, 2013). La distribución vertical de estos cangrejos desde el intermareal hasta el submareal somero y en determinados tipos de sustrato indica su preferencia por determinados hábitats (Cuadro 1.3.), lo cual esta relacionado con su ciclo de vida y alimento (Ayon-Parente, 2009).

Cuadro 1.3. Distribución vertical de los cangrejos ermitaños. Los géneros y las especies se presentan alfabéticamente. Sup = supralitoral; Int = Intermareal; Sub = Submareal.

Familia	Especie	Sup	Int	Sub				Sustrato
				3 m	5 m	6 m	9 m	
Coenobitidae	<i>Coenobita compressus</i>	X						Roca
Diogenidae	<i>Aniculus elegans</i>						X	Coral
	<i>Calcinus californiensis</i>		X		X	X		Roca, Coral, Poliq.

	<i>Clibanarius lineatus</i>	X			Limo-arena	
	<i>Dardanus stimpsoni</i>		X	X	Roca	
	<i>Paguristes</i> sp. 1			X	Pedacería de roca	
	<i>Paguristes</i> sp. 2			X	Pedacería de roca	
	<i>Trizopagurus magnificus</i>		X	X	X	Roca-coral
Paguridae	<i>Pagurus benedicti</i>			X	Pedacería de roca	
	<i>Pagurus cf lepidus</i>	X			Roca	
	<i>Pagurus nanodes</i>			X	Roca	
	<i>Phimochirus roseus</i>		X	X	Roca	

Equinodermos.- La clase asteroidea estuvo representada por dos familias: Ophidiasteridae y Oreasteridae. La primera con dos géneros y dos especies, y la última representada con una especie. La clase Echinoidea se conformó por las familias Cidariidae, Diadematidae y Toxopneustidae cada una con dos géneros; y las familias Arbaciidae y Echimetridae con un género (Cuadro 1.4). Para la clase Holothuroidea, la familia Cucumariidae obtuvo mayor número de géneros (4), le sigue Holothuriidae y Sclerodactylidae con dos géneros, Phylloporidae, Psolidae y Stichopodidae con un género. El género *Holothuria* es el mejor representado con seis especies, le siguen *Neothyone* y *Pachytyone* con dos especies. Los géneros *Cucumaria*, *Isostichopus*, *Labidodemas*, *Neocucumis*, *Neopentamera*, *Pentamera*, *Pseudocnus* y *Psolidium* presentaron una especie. La clase Ophiuroidea registró a las familias Ophiactidae y Ophiothricidae con dos géneros cada una; y las familias Amphiuridae, Ophiocomidae, Ophiodermatidae y Ophionereididae con un género cada una. Los géneros *Ophiactis*, *Ophiocoma* y *Ophioderma* presentan dos especies cada uno; mientras que los géneros *Hemopholis*, *Ophionereis*, *Ophiophragmus*, *Ophiothela* y *Ophiothrix* estuvieron representados con una especie (Cuadro 1.4). Hay que destacar que 7 especies fueron nuevos registros, *el erizo de mar Arbacia incisa* y 6 pepinos de mar *Holothuria inornata*, *Labidodemas maccullochi*, *Neocucumis veleronis*, *Neopentamera anexigua*, *Pachytyone lugubris* y *P. pseudolugubris* (Ríos-Jara et al., 2013).

Cuadro 1.4. Número de especies, géneros, familias y órdenes de cada clase de equinodermos en las 14 localidades de muestreo. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Novillos= ITN y Punta Rosada= PR.

		IC	IP	IAN	ICO	IM	ISA	ISP	IN	ITA	ITN	PR	PP	PC	PN
Asteroidea	spp	1	2	-	3	2	-	-	-	1	1	1	-	-	-
	Gén.	1	2	-	3	2	-	-	-	1	1	1	-	-	-
	Fam.	1	2	-	2	2	-	-	-	1	1	1	-	-	-
	Ord.	1	1	-	1	1	-	-	-	1	1	1	-	-	-
Echinoidea	spp	6	3	2	5	4	-	3	3	5	4	5	1	1	-
	Gén.	6	3	2	5	4	-	3	3	5	4	5	1	1	-
	Fam.	4	3	1	4	3	-	2	3	4	3	5	1	1	-
	Ord.	3	3	1	3	3	-	2	2	3	3	4	1	1	-
Holothuroidea	spp	11	9	8	5	6	4	8	4	10	4	8	6	2	4
	Gén.	8	7	5	4	6	3	5	4	7	4	6	5	2	4
	Fam.	6	4	3	3	5	3	4	3	5	3	4	4	2	3
	Ord.	2	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2	2	1	1
Ophiuroidea	spp	9	9	4	6	3	-	8	5	3	2	7	4	1	2
	Gén.	7	7	2	4	3	-	6	5	2	2	5	3	1	1
	Fam.	5	5	2	4	3	-	5	4	2	2	5	2	1	1
	Ord.	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	2	1	1	1

Poliquetos.- Las familias Amphinomidae, Phyllodocidae, y Sabellidae presentan el mayor número de géneros con cuatro cada una. Polynoidae, Serpulidae y Terebellidae con dos géneros. El resto de las familias (9) están compuestas por un género. En cuanto a riqueza de especies la familia Sabellidae cuenta con seis especies, Amphinomidae (5), Phyllodocidae (4), Eunicidae (2), Polynoidae (2), Serpulidae (2) y Terebellidae (2). El resto de las familias solo registraron una especie (Chrysopetalidae, Dorvilleidae, Eulephetidae, Lumbrineridae, Nereididae, Oeonidae, Sabellariidae y Syllidae) (Cuadro 1.5).

Cuadro 1.5. Número de especies, géneros, familias y órdenes de cada clase polychaeta en 10 localidades de muestreo. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Punta Rosada= PR y Playa Negritos= PN.

		IC	IP	IAN	ICO	IM	ISP	IN	ITA	PR	PN
Polychaeta	spp	12	9	6	2	7	9	4	4	4	5
	Gén.	11	9	6	2	7	9	4	4	4	5
	Fam.	10	7	6	2	6	7	4	4	3	5
	Ord.	5	4	5	2	4	5	3	3	2	5

Peces.- El cuadro 1.6 muestra que la clase Actinopterygii registró el valor más alto de riqueza en Isla Pajarera. La clase Chondrichthyes solo se presentó en Punta La Rosada representada por una familia y una especie (*Rhinobatos productus*). En la clase Actinopterygii la familia Serranidae presentó el mayor número de géneros (7), le siguen Labridae y Pomacentridae con cuatro géneros cada una; Balistidae, Muraenidae y Tetraodontidae con tres géneros. Trece familias están compuestas por dos géneros y 15 familias por un género (44.11% respecto al total de familias).

Cuadro 1.6. Número de especies, géneros, familias y órdenes de cada clase de peces en las 10 localidades de muestreo. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Novillos= ITN y Punta Rosada= PR.

		IC	IP	IAN	ICO	IM	ISA	ISP	IN	ITA	PR
Actinopterygii	spp.	58	65	33	39	53	19	32	33	36	40
	Gén.	46	49	28	32	41	13	26	28	29	33
	Fam.	24	27	19	19	25	9	16	17	19	22
	Ord.	5	8	5	6	7	2	4	3	3	4
Chondrichthyes	spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Gén.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Fam.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Ord.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Las familias Labridae y Pomacentridae presentaron una riqueza de nueve especies cada una. Las familias obtuvieron los siguientes valores: Serranidae (8), Haemulidae (5), Lutjanidae (5), Tetraodontidae (4), Balistidae (3), Diodontidae (3), Labrisomidae (3),

Muraenidae (3), Scaridae (3) Once familias registraron dos especies y 12 familias, una especie. En cuanto a géneros, *Halichoeres* obtuvo el mayor número de especies (5), *Haemulon* (4), *Lutjanus* (4) y *Stegastes* (4). El resto de los géneros presentaron de dos a una especie.

Evaluación del esfuerzo de muestreo.- El esfuerzo de muestreo no fue suficiente para los grupos de moluscos, crustáceos y poliquetos. En general el estimador más alto fue Jackknife 2 que estuvo en un rango de 66 a 46% de representatividad. En el caso de moluscos la evaluación de la riqueza para el ambiente intermareal mostró una curva de acumulación que no llega a alcanzar una asíntota. La riqueza observada comparada con la riqueza esperada fue de 87% con Chao 1 y 66% con Jackknife 2 (Fig. 1.3a). El ambiente submareal (Fig. 1.3b) exhibió una curva donde no alcanza a observarse una asíntota clara. El intervalo de riqueza total fue de 299.52 (67%) con Chao 1 y 336.93 (59%) con Jackknife2.

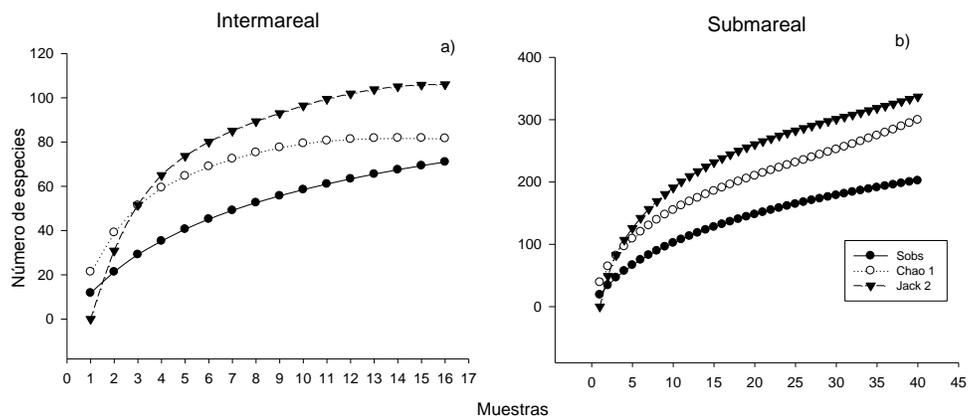


Figura 1.3. Curvas de acumulación de especies del grupo moluscos. Sobs = Riqueza observada. Estimadores no paramétricos: Chao 1 y Jackknife2. a) Intermareal, b) Submareal.

Los crustáceos asociados al intermareal mostraron una curva que no alcanza a llegar a la asíntota debido al escaso número de muestreos por lo que no fue representativo. El intervalo de riqueza fue de 68% con Chao 1 y 46% con Jackknife2 (Fig. 1.4a). Para el ambiente submareal la curva de acumulación muestra una tendencia a la asíntota sin

embargo no llega en su totalidad. La riqueza observada comparada con la riqueza esperada fue de 74.38% para Chao 1 y 50.17% con Jacknife 2 (Fig. 1.4b).

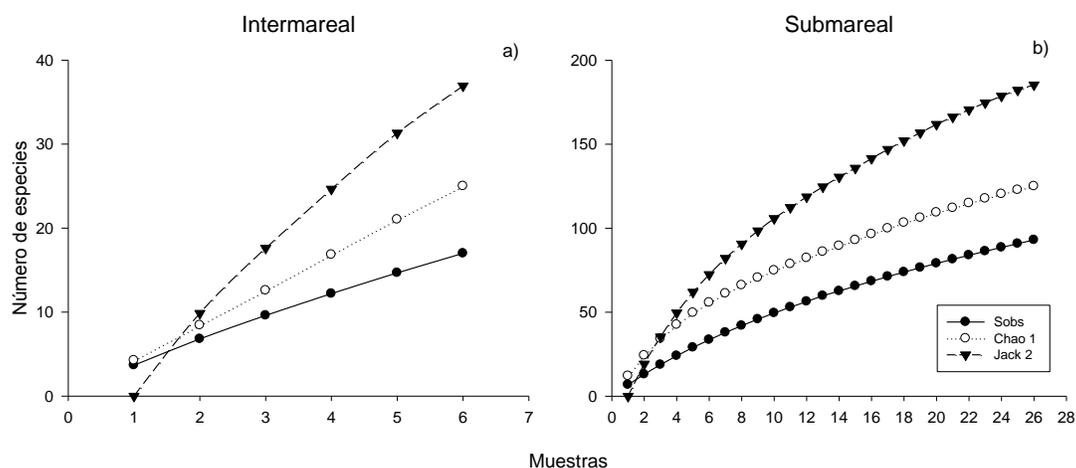


Figura 1.4. Curvas de acumulación de especies del grupo crustáceos. Sobs = Riqueza observada. Estimadores no paramétricos: Chao 1 y Jacknife2. a) Intermareal, b) Submareal.

Los valores de la riqueza de especies observadas de los equinodermos comparadas con la riqueza máxima esperada con Chao 1 fueron del 94.79% y 93% para Jacknife 2, el estimador más alto. (Fig. 1.5a). Por otra parte para los poliquetos los valores de riqueza fueron de 37.56 (80%) con Chao 1 y 53.87 (55.68%) con Jacknife 2 (Fig. 1.5b). En el grupo de peces la curva de riqueza tendió hacia la asíntota al incrementar el número de unidades de muestreo. La representatividad de la riqueza observada fue de 94.5 (95%) con Chao 1 y 109.47 (82%) con Jacknife 2 (Fig. 1.5c).

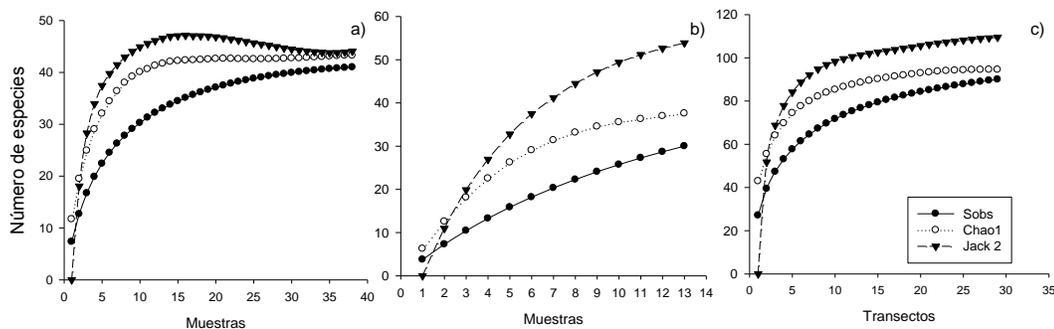


Figura 1.5. Curvas de acumulación de especies. Sobs = Riqueza observada. Estimadores no paramétricos: Chao 1 y Jack 2 a) equinodermos, b) anélidos y c) peces.

Rareza de especies.- La rareza con base en la incidencia de las especies obtuvo el valor más alto para el grupo de moluscos del ambiente submareal con 85 especies registradas como únicas y 31 duplicadas. Mientras que los valores más bajos fueron para los equinodermos con 4 especies únicas y 2 para el grupo de crustáceos asociados al intermareal. Para la rareza basada en abundancias, los moluscos del ambiente submareal registraron 64 singletons y 21 doubletons alcanzando los valores más altos. De igual manera los registros más bajos fueron para equinodermos con 2 singletons y crustáceos del ambiente intermareal con 17 especies duplicadas.

Cuadro 1.7. Rareza de especies. I= Intermareal, S= Submareal.

Grupos	Únicas	Duplicadas	Singletons	Doubletons	TOTAL
Moluscos (I)	27	17	16	12	71
Moluscos (S)	85	31	64	21	202
Crustáceos (I)	14	2	8	4	17
Crustáceos (S)	57	17	31	15	93
Equinodermos	4	5	3	2	41
Anélidos	17	8	11	8	30
Peces	15	10	9	9	90

Análisis de clasificación y ordenación

Moluscos.- En el intermareal, el NMDS y el análisis de clasificación mostraron la formación de tres grupos con un nivel de similitud al 70%. El primero asoció a las playas (grupo 1) Chamela, Negritos y Punta Pérula con una similitud del 79% (SIMPROF, $\pi=2.27$, $p=0.593$). Este grupo presentó una riqueza con valores intermedios y compartieron las especies *Nodilittorina aspera* y *N. modesta*, propias de este ambiente. El grupo 2 (nivel de similitud de 85%) se formó por las islas San Andrés, Cocinas, Pajarera y San Pedro

(SIMPROF, $\pi = 1.17$, $p = 0.221$) como localidades de alta riqueza y la presencia de la familia Fissurellidae. Isla San Pedro (subgrupo 2B) quedó como entidad aislada, debido a que fue el único sitio donde se registró la presencia de *Terebra ornata*, especie única de la familia Terebridae. De igual manera Isla San Agustín (grupo 3) se separó por ser el sitio de más baja riqueza (Fig. 1.6).

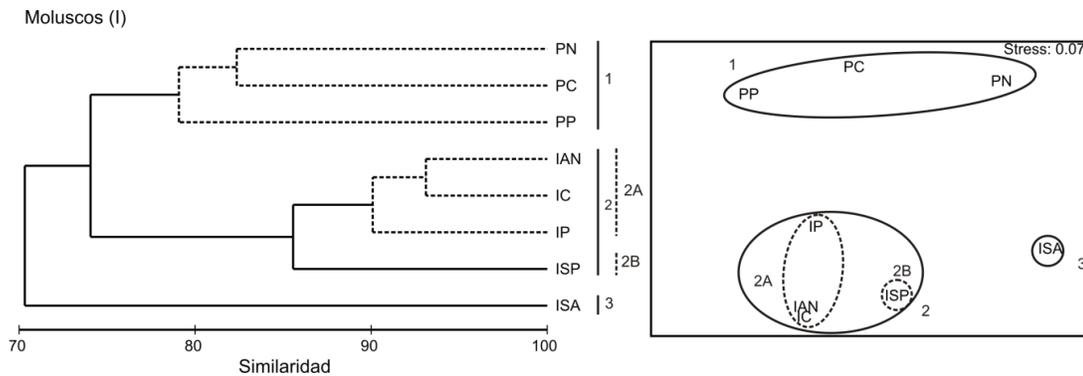


Figura 1.6. NMDS y análisis de clasificación que muestran la similitud en las localidades tomando como referencia el grupo de moluscos. Intermareal= I. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Punta Pérula= PP, Playa Chamela= PC, Playa Negritos=PN.

Para el ambiente submareal, el NMDS y el análisis de clasificación reflejaron la asociación de la mayoría de las localidades en un solo grupo (68% de similitud), a excepción de Playa Chamela que se aisló a un nivel de similitud del 52%. Esta localidad obtuvo la menor riqueza de especies y por lo tanto, fue excluida del NMDS. Se identificaron cinco subgrupos de acuerdo a su riqueza y composición. Con mayor afinidad el grupo 1A compuesto por Isla Pajarera, Isla Mamut, Isla Cocinas (especialmente más cercanas), Isla San Andrés, Islote Anegados, Punta La Rosada e Isla Negra (SIMPROF, $\pi = 0.33$, $p = 0.386$). Estas localidades tuvieron los valores de riqueza más altos, compartiendo especies como *Conus nux*, y otras del género *Crucibullum*. El resto de las localidades se identificaron como entidades aisladas debido a que presentaron los valores de riqueza más bajos. Por último el subgrupo 1E, asoció a las playas Pérula y Negritos donde se registró la presencia de la especie *Divalinga ebúrnea* (Fig. 1.7).

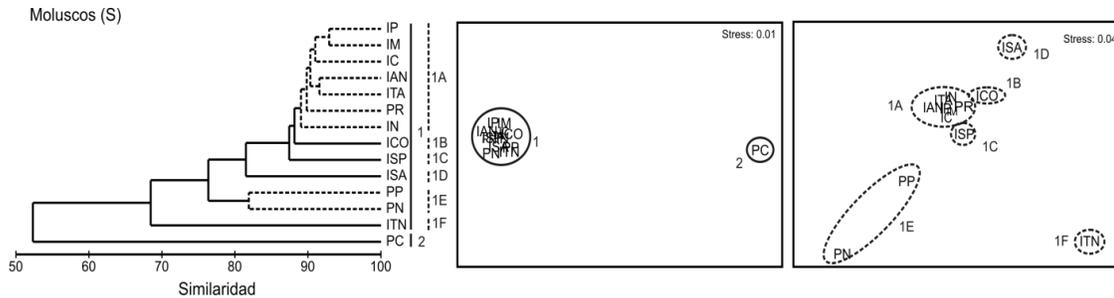


Figura 1.7. Análisis de clasificación que muestra la similitud en las localidades de tomando como referencia el grupo de moluscos y NMDS que corresponde a la ordenación del grupo 1. Submareal= S. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Islote Novillos= ITN Punta Rosada= PR, Punta Pérula= PP, Playa Chamela= PC, Playa Negritos=PN.

Crustáceos.- En la zona de intermareal se definió un solo grupo con un nivel de similitud del 70%, que se dividió en dos subgrupos (SIMPROF, $\pi = 0.72$, $p= 0.778$). El grupo 1A que a la vez se dividió en 1Ai integrado por Isla San Pedro, Isla San Andrés y Cocinas, compartiendo la especie *Coenobita compressus*. Isla Pajarera quedó como entidad aislada (1Aii) por ser la única localidad con la presencia de *Gecarcinus planatus*. En el grupo 1B, asoció las playas Punta Pérula y Chamela con similitud a nivel de familia (Ocypodidae) (Fig. 1.8a).

En submareal, se distinguieron dos grupos aislados al 75% de similitud. El grupo 1 asoció a Isla Negra, Playa Chamela, Playa Negritos e Islote Anegados a un 77% de similitud (SIMPROF, $\pi = 1.7$, $p= 0.702$) por presentar la menor riqueza. El resto de las localidades formaron el grupo 2 (nivel de similitud del 79%), compuesto por 2A: Isla San Pedro, Punta Pérula, Isla San Andrés y Pajarera (SIMPROF, $\pi = 2.84$, $p= 0.186$) como localidades de riqueza intermedia. El grupo 2B se formó por Punta La Rosada e Isla Colorada con similitudes a nivel de género y especie. Islote Novillos, Isla Cocinas y San Agustín conformaron el grupo 2C (SIMPROF, $\pi = 0.5$, $p= 0.332$) por ser las localidades de mayor riqueza. Isla Mamut (2D) se separó del resto debido a que es el único sitio donde se registró la presencia de la familia Leucosiidae (Fig. 1.8b).

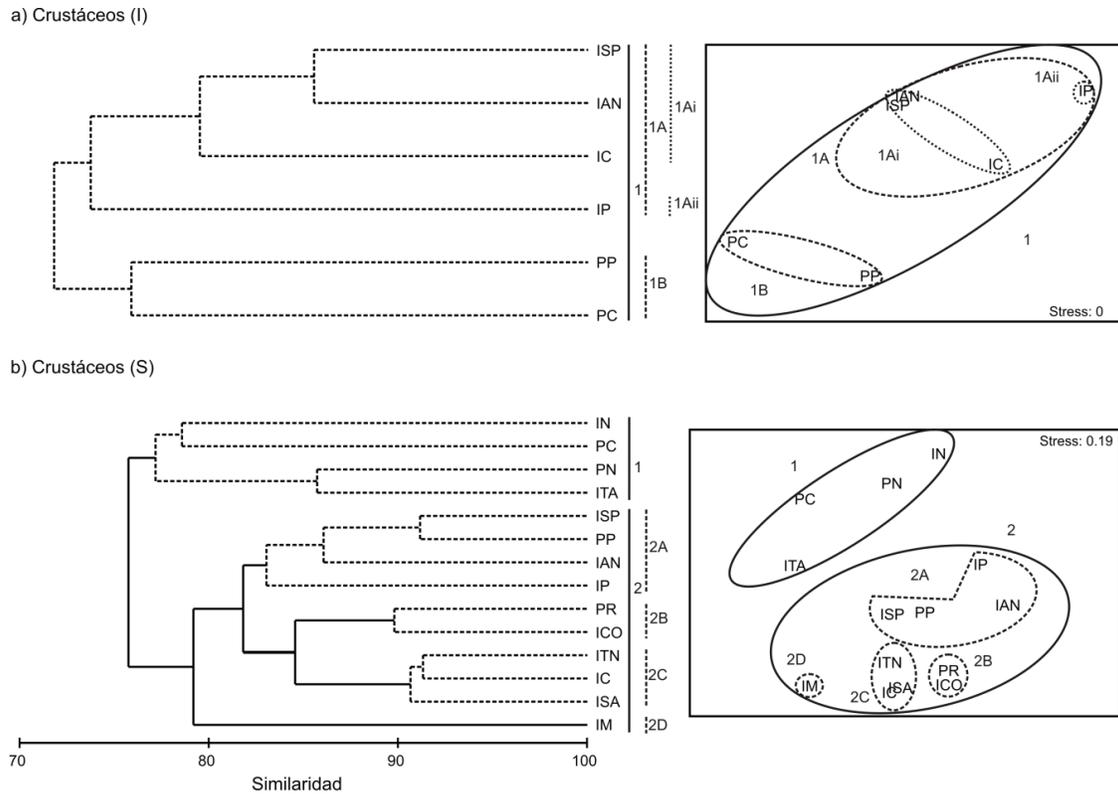


Figura 1.8. NMDS y análisis de clasificación que muestran la similitud en las localidades tomando como referencia el grupo de crustáceos. Intermareal= I, Submareal= S. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Islote Novillos= ITN, Punta Rosada= PR, Punta Pérula= PP, Playa Chamela= PC y Playa Negritos=PN.

Equinodermos.- El NMDS y el análisis de clasificación definieron dos grupos que se aislaron a una similitud del 70%. El grupo 1 (80% de similitud) se formó por Playa Negritos, Playa Chamela e Isla San Agustín, (SIMPROF, $\pi = 2.34$, $p= 0.852$), que son las localidades de menor riqueza. El grupo 2 (nivel de similitud del 83%, SIMPROF, $\pi = 1.83$, $p= 0.008$) se dividió en tres subgrupos. El subgrupo 2 formado por Isla Colorada, Isla Cocinas, Punta La Rosada, Islote Anegados, Isla Mamut, Isla Pajarera e Islote Novillos debido a la incidencia de *Diadema mexicanum*, *Pseudocnus californicus* y *Toxopneustes roseus*.

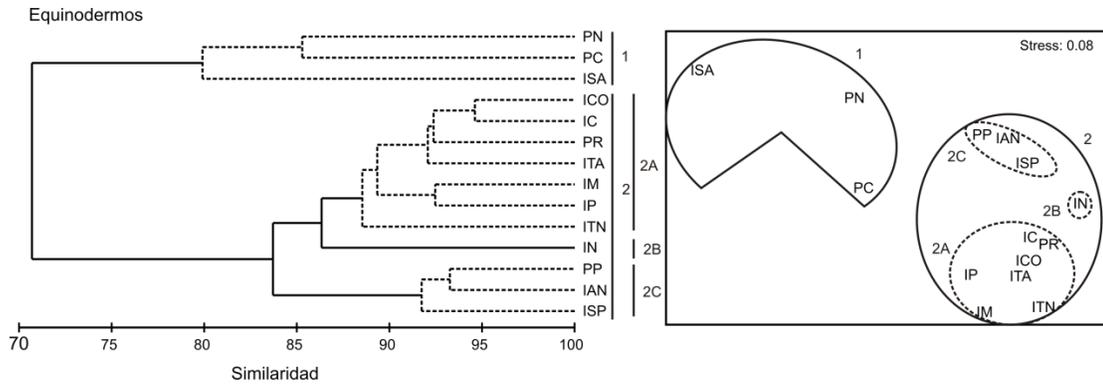


Figura 1.9. NMDS y análisis de clasificación que muestran la similitud en las localidades tomando como referencia el grupo de equinodermos. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Islote Novillos= ITN Punta Rosada= PR, Punta Pérula= PP, Playa Chamela= PC y Playa Negritos=PN.

Isla Negra (2B) quedó como entidad aislada, por ser la única localidad que no registró la presencia de la clase Asteroidea. El grupo 2C (SIMPROF, $\pi = 0.52$, $p = 0.944$) asoció a Punta Pérula, Isla San Andrés e Isla San Pedro localidades que registraron la presencia de *Hesperocidaris asteriscus* (Fig. 1.9).

Poliquetos.- El análisis de clasificación formó un solo grupo con un nivel de similitud del 64% (SIMPROF, $\pi = 2.23$, $p = 0.144$), el cual se dividió en 7 subgrupos. El grupo 1A que asoció a Isla San Pedro, Isla Cocinas e Isla Pajarera por ser las localidades de mayor riqueza. Playa Negritos e Isla Mamut formaron el grupo 1B por la presencia de la especie *Idanthyrsus cretus*. El resto de las localidades quedaron como entidades separadas ya que registraron menor riqueza de especies (Fig. 1.10).

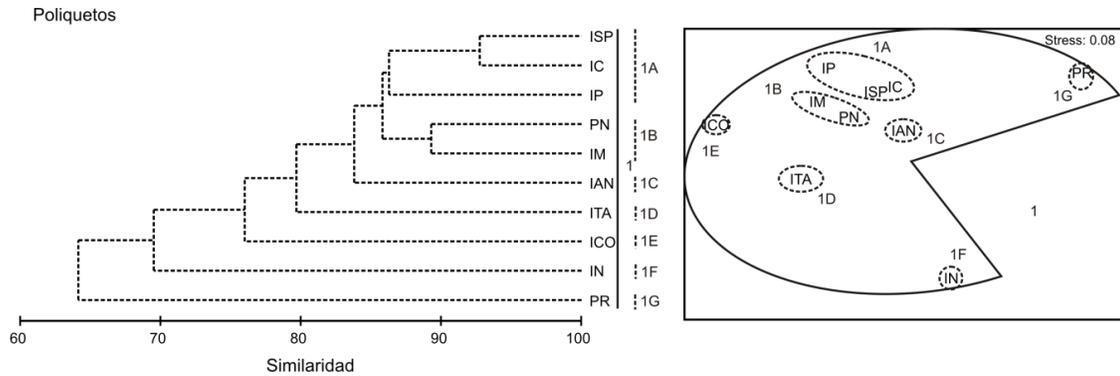


Figura 1.10. NMDS y análisis de clasificación que muestran la similitud en las localidades tomando como referencia el grupo de poliquetos. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Punta Rosada= PR y Playa Negritos=PN.

Peces.- El análisis de clasificación distinguió un gran grupo y una entidad que se aisló al 87% de similitud. Isla San Agustín (sitio de menor riqueza) fue excluida del NMDS. El grupo 1 se separó en tres subgrupos. El primero 1A quedó a su vez dividido en dos, 1Ai que unió a Isla Pajarera, Cocinas e Isla Mamut (SIMPROF, $\pi = 0.38$, $p = 0.102$), localidades espacialmente muy cercanos con una riqueza alta, que comparten especies como *Fistularia commersonii*; Isla Colorada quedó en el subgrupo 1Aii, por ser la única localidad que registró la presencia de *Pseudopeneus grandisquamis*. El grupo 1B se separó en dos subgrupos, por un lado asoció a Isla Negra e Islote Anegados (1Bi), y en el subgrupo 1Bii a San Pedro e Isla San Andrés, localidades con riqueza intermedia. Punta La Rosada (1C) quedó aislado por ser la localidad de mayor riqueza pero con diferencias a nivel de clase con el resto (Fig. 1.11).

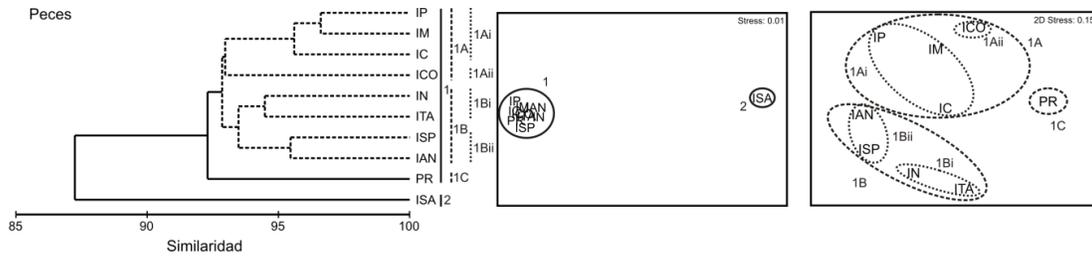


Figura 1.11. NMDS y análisis de clasificación que analizan la similitud en las localidades de muestreo para el grupo de peces. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA y Punta Rosada= PR.

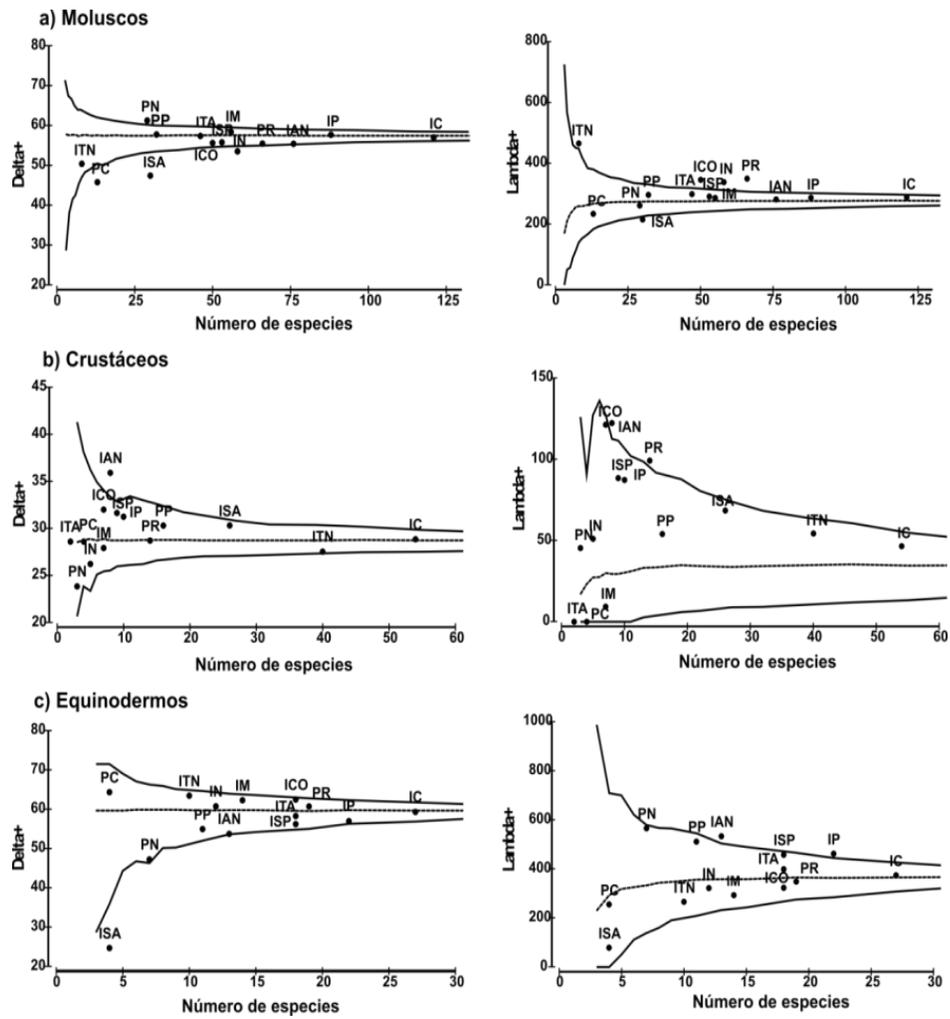
Distinción taxonómica

Moluscos.- La mayoría de las localidades cayeron dentro del canal de probabilidad al 95%, a excepción de Playa Chamela, Isla San Agustín, Isla Negra y Playa Negritos. Esta última obtuvo un valor Delta+ alto de 61.2, que contrasta con un valor de riqueza bajo. Isla Cocinas es la localidad con la mayor riqueza de especies y cayó dentro del valor delta promedio ($\Delta+$ 56.94). En la variación de Delta+, la mayoría de las localidades estuvieron dentro de los intervalos de confianza estimados al 95%, excepto Isla San Agustín, Islote Novillo, Isla Colorada, Isla Negra y Punta La Rosada (Fig. 1.12a).

Crustáceos.- En el modelo de $\Delta+$ todas las localidades estuvieron dentro del canal de probabilidad al 95%. La excepción fue Isla San Andrés que combinó un valor de Delta + alto ($\Delta+$ 35.88) y una riqueza de especies baja. La localidad de mayor riqueza fue Isla Cocinas ($\Delta+$ 28.82). En la variación de la distinción taxonómica ($\Lambda+$) la mayoría de las localidades cayeron dentro del canal de probabilidad al 95% de confianza, excepto Isla San Andrés y Playa Chamela (Fig. 1.12b).

Equinodermos.- El análisis de $\Delta+$ mostró que la mayoría de las localidades estuvieron dentro del canal de probabilidad al 95%, solo Isla San Agustín cayó fuera de los intervalos de confianza ya que presenta la menor riqueza ($\Delta+$ 24.60). Isla Cocinas presentó el valor de riqueza más alto ($\Delta+$ 59.25). De forma similar en la variación de la distinción taxonómica,

las estimaciones estuvieron dentro del canal de probabilidad al 95%, exceptuando Isla San Andrés e Isla Pajarera (Fig. 1.12c).



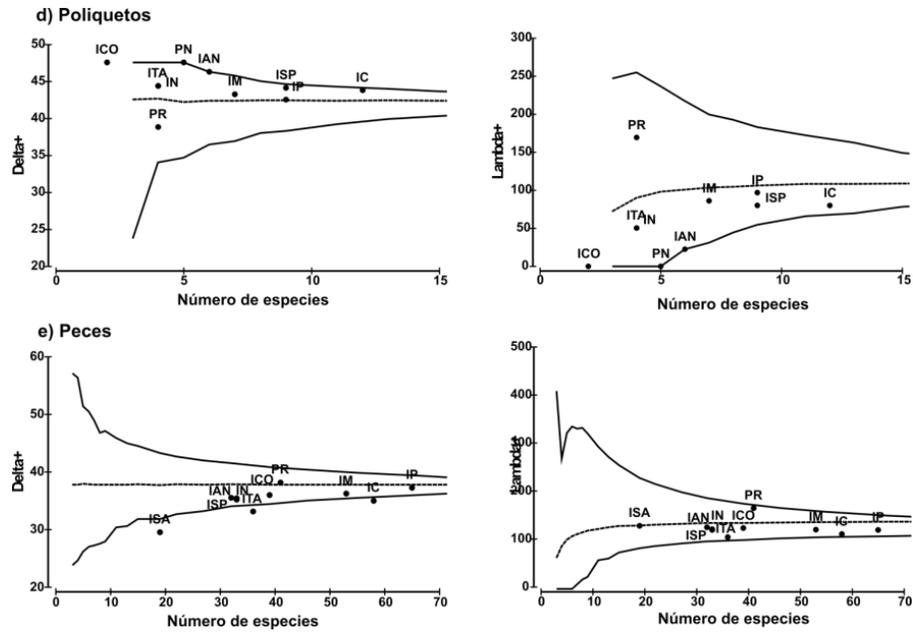


Figura 1.12. Estimaciones de la distinción taxonómica promedio (Δ^+) y de su variación (Λ^+) para los ensamblajes de los distintos grupos en las localidades muestreadas de Bahía. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Islote Novillos= ITN Punta Rosada= PR, Punta Pérula= PP, Playa Chamela= PC, Playa Negritos=PN.

Poliquetos.- El análisis de distinción taxonómica promedio mostró que todas las localidades cayeron dentro del canal de probabilidad al 95% tanto para Δ^+ como en Λ^+ . La localidad de menor riqueza fue Isla Colorada (Δ^+ 47.62), mientras que Isla Cocinas (Δ^+ 43.87) registró la mayor riqueza (Fig. 1.12d).

Peces.- De acuerdo al modelo de Δ^+ la mayoría de las localidades cayeron dentro del canal de probabilidad al 95% con excepción de Isla San Agustín, Islote Anegados e Isla Cocinas que estuvieron por debajo de los valores. Isla San Agustín registró la menor riqueza de especies, por el contrario, Isla Pajarera fue el sitio con la riqueza más alta. En la variación de la distinción taxonómica todos las localidades estuvieron dentro del canal de probabilidad al 95% lo que sugiere que el árbol taxonómico estuvo adecuadamente representado (Fig. 1.12e).

Dualidad

Moluscos.- Presentaron un llenado de matriz f^* bajo, con áreas de diversidad β altas (4.53), estos dos parámetros determinan la forma y posición de la nube de puntos. En promedio, cada isla tuvo el 22% de las especies. En el gráfico de localidades, los puntos se localizan a la derecha lo que indica una covarianza promedio positiva con otras localidades. El valor de riqueza más alta se registró en la Isla Cocinas, la mayoría de las islas mostraron valores intermedios a excepción de Islote Novillos y Playa Chamela donde fueron bajos.

En el caso del gráfico de especies hubo una asociación positiva entre las especies. Algunas se localizaron en el lado izquierdo de f^* lo que indica que son segregadas, como es el caso de *Cerithium menkei*, que presentó un rango de dispersión bajo y se localizó en el sitio de menor riqueza. Las especies del lado derecho de f^* , a lo largo del eje x, mostraron rangos pequeños pero se localizaron en localidades de alta diversidad como fue el caso de *Engina maura* y de *Cymatium amictum*. La mayoría de las especies son de distribución intermedia, pocas son de amplia distribución como *Crucibulum scutellatum* y *Pilosabia pilosa* (Fig. 1.13a).

Crustáceos.- Presentan un llenado de matriz (f^*) bajo, con áreas de diversidad β altas (7.37). En promedio cada isla tiene 13.56% de las especies. En el gráfico de localidades, los puntos se localizan a la derecha lo que indica una covarianza promedio positiva con otras localidades. El valor de riqueza más alta se registró en la Isla Cocinas, la mayoría de las islas presentan valores bajos de riqueza como es el caso de islote Anegados y Playa Negritos.

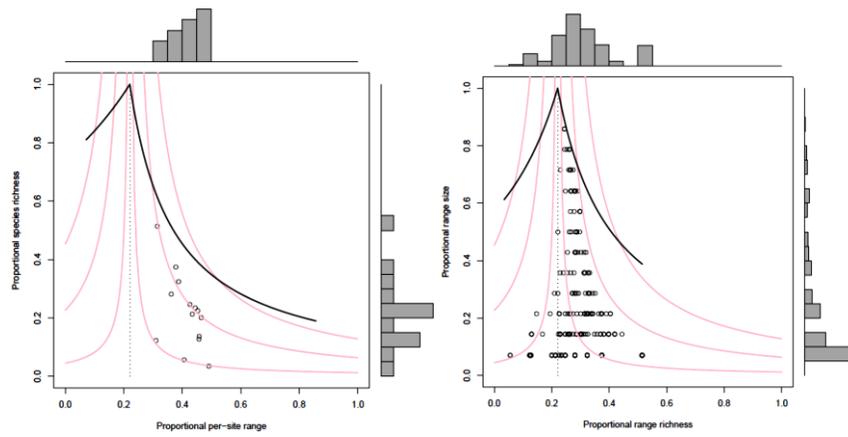
En el gráfico de especies la mayoría tiene una asociación positiva, aunque algunas se encuentran en el lado izquierdo de f^* lo que indica que son segregadas, como es el caso de *Uhlias ellipticus*, con rango de dispersión bajo ubicado en sitio con riqueza baja. Algunas de las especies que se encuentran en el lado derecho de f^* , a lo largo del eje x, presentan rangos pequeños pero se encuentran en localidades de alta diversidad como es el caso de *Ala cornuta* y *Alpheus malleator* (entre otras). La mayoría de las especies son de distribución intermedia y no se registraron especies de alta dispersión (Fig. 1.13b).

Equinodermos.- Presentan un llenado de matriz (f^*) intermedio, su valor de diversidad β es baja (2.78). En promedio cada isla tiene 35.89% de las especies. En el gráfico de localidades, los puntos se localizan a la derecha lo que indica una covarianza promedio positiva con otras localidades. El valor de riqueza más alta se registró en la Isla Cocinas, la mayoría de las islas presentan valores altos a intermedios a excepción de Isla San Agustín y Playa Chamela donde es baja.

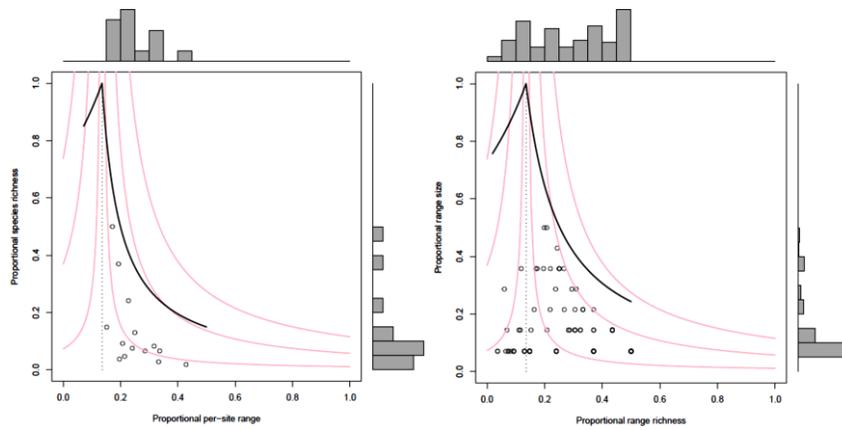
En el caso del gráfico de especies hay una asociación positiva entre las especies, en el lado izquierdo de f^* se posicionó *Labidodemas maccullochilo* como especie segregada. Tres especies se colocaron del lado derecho de f^* , a lo largo del eje x, presentan rangos pequeños pero se encuentran en localidades de alta diversidad como es el caso de *Ophioderma panamense*. La mayoría de las especies son de distribución intermedia a alta, como es el caso de *Pentamera chierchia* que se localizó en todas las localidades (Fig. 1.13c).

Poliquetos.- Presenta un llenado de matriz (f^*) bajo, con áreas de diversidad β altas (4.83). En promedio cada isla tiene 20% de las especies. En el gráfico de localidades la mayoría se ubican a la derecha, a la izquierda se localizan Punta La Rosada e Isla Negra como localidades de baja riqueza con especies de baja dispersión y segregadas por lo que no presentan una covarianza positiva con el resto de las localidades. El valor de riqueza más alta se registró en la Isla Cocinas.

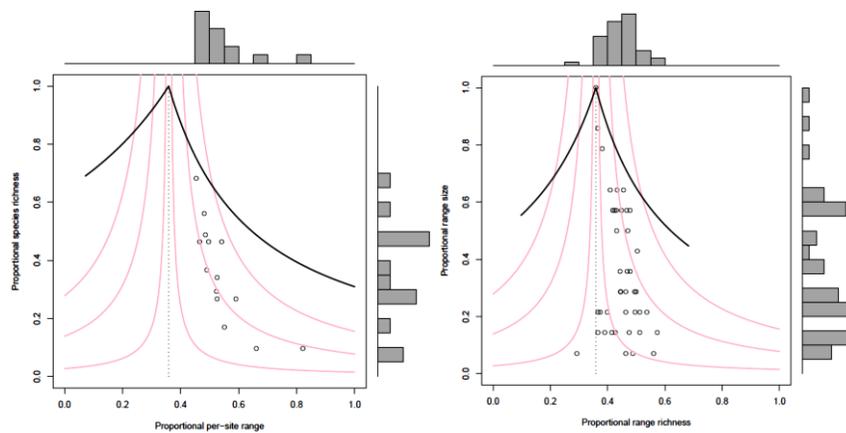
a) Moluscos



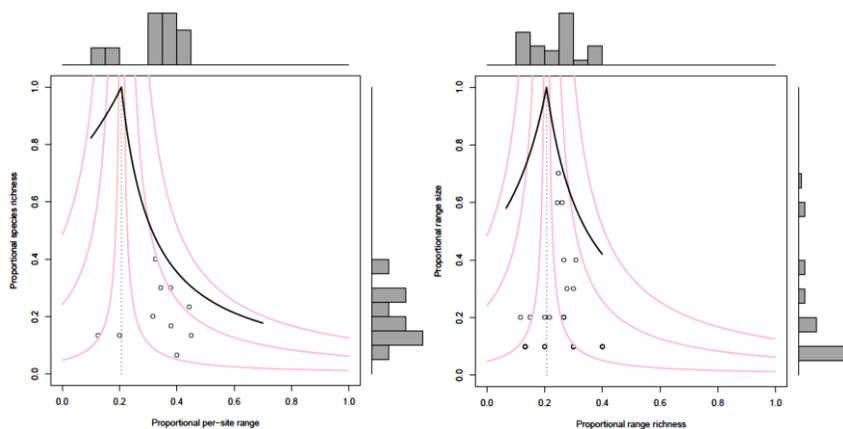
b) Crustáceos



c) Equinodermos



d) Poliquetos



e) Peces

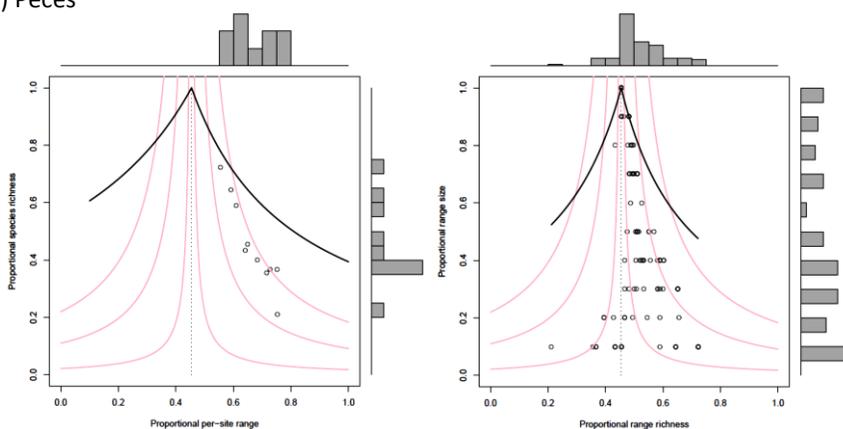


Figura 1.13. Gráficos de diversidad de rangos para especies y localidades

En el gráfico de especies la mayoría tiene una asociación positiva, aunque algunas se encuentran en el lado izquierdo de f^* lo que indica que son segregadas, como es el caso de *Streblosoma longifilis*, con rango de dispersión bajo ubicado en sitio con riqueza baja. Algunas de las especies que se encuentran en el lado derecho de f^* , a lo largo del eje x, presentan rangos pequeños pero se encuentran en localidades de alta diversidad como es el caso de *Phyllodoce madeirensis* (entre otras). La mayoría de las especies son de distribución intermedia y no se registraron especies de alta dispersión (Fig. 1.13d).

Cuadro 1.8. Parámetros de distribución

Parámetros	Moluscos	Crustáceos	Equinodermos	Peces	Poliquetos
Cuadrantes	14	14	14	10	10
Especies	236	108	41	90	30
Matriz de presencia-ausencia	726	205	206	409	62
Beta	4.53	7.37	2.78	2.2	4.83
Rango promedio	3.09	1.89	5.02	4.54	2.06
Riqueza promedio	51.85	14.64	14.71	40.9	6.2
Varianza de rango	7.61	2.07	10.65	8.78	2.79
Varianza de riqueza	840.97	217.08	46.63	173.1	8.36

Peces.- Presentan un llenado de matriz (f^*) intermedio, su diversidad β es baja (2.20). En promedio cada isla tiene 45% de las especies. En el gráfico de localidades, los puntos se localizan a la derecha lo que indica una covarianza promedio positiva con otras localidades. El valor de riqueza más alta se registró en la Isla Pajarera, la mayoría de las islas presentan valores altos a intermedios a excepción de Isla San Agustín.

En el gráfico de especies la mayoría de ellas presentan una asociación positiva entre las especies, algunas se encuentran en el lado izquierdo de f^* lo que indica que son segregadas, como es el caso de *Hoplopagrus guentherii*, con rango de dispersión bajo ubicado en sitio con riqueza baja. Algunas de las especies que se encuentran en el lado derecho de f^* , a lo largo del eje x, presentan rangos pequeños pero se encuentran en localidades de alta diversidad como es el caso de *Mugil curema* (entre otras). La mayoría de las especies son de distribución intermedia a alta como *Microspathodon dorsalis* que se registró en todas las localidades (Fig. 1.13e).

En el cuadro 1.8 se muestra los parámetros de distribución para cada uno de los grupos de estudio. Los cuadrantes corresponden a las localidades muestreadas. La riqueza estuvo

entre los valores de 30 (poliquetos) y 236 especies (moluscos). El llenado de matriz equivale a los registros de las especies por localidad, el mínimo fue de 62 (poliquetos) y 726 (moluscos). Los valores para Beta estuvieron en un rango de 2.2 (peces) y 7.37 (crustáceos). Tanto en el promedio de rango como en su varianza los valores mínimos fueron para el grupo de crustáceos y los máximos para los equinodermos. En cuanto a la riqueza promedio y su varianza, los resultados mínimos fueron para los poliquetos y los máximos para el grupo de moluscos.

Discusión

En el caso de Bahía Chamela al ser un área de una escala espacial extensa se requirió de metodologías que evaluaran de manera rápida como los inventarios base. Esta técnica permite registrar la riqueza de especies en la mayor cantidad de lugares específicos y generar listados de distintos grupos taxonómicos. De esta manera, genera una visión más amplia de la biodiversidad puede establecer de manera inicial prioridades de conservación (RAMSAR, 2010).

El presente trabajo compila un inventario completo y actualizado de los principales grupos de invertebrados marinos y peces de Bahía Chamela, Jalisco. Incluye 517 especies distribuidas en seis Phyla. Este inventario es similar al de otras áreas marinas protegidas de México como el Arrecife Alacranes con 695 especies, Isla Clarión con 646 especies, Cayo Centro con 574 especies y Cozumel con 487 especies (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, 2007). La riqueza de especies de la Bahía la coloca como uno de las cinco localidades con mayor riqueza en el país, elemento que justifica su designación como área protegida.

Al ser un inventario, el esfuerzo de muestreo no se centró en un solo grupo, durante los recorridos se fueron recolectando o registrando las especies de los distintos Phylum, por eso el esfuerzo no fue suficiente para algunos de ellos. Sin embargo, la Bahía presentó una riqueza alta que puede deberse a las diferentes técnicas empleadas y el tiempo de muestreo. Durante cinco años se visitó la Bahía para el trabajo de campo en este periodo se pudieron suscitar cambios ambientales que permitieron registrar otras especies Además, incluir la

técnica de fragmentación de rocas y la revisión de sustrato suave, fue favorable al tener un mayor número de especies con distintas formas de vida incluyendo las epifaunales, semi-infaunales, infaunales y endolíticas.

Del estudio destaca la riqueza total de moluscos (236 especies distribuidas en 137 gastrópodos, 83 bivalvos, 15 poliplacóforos y 1 cefalópodo), la cual es mucho mayor a la de algunos estudios previos realizados en la Bahía. El estudio de Yáñez-Rivera (1989) registró 37 especies de gasterópodos intermareales en la playa La Virgencita, localizada en la parte central de la Bahía. Román-Contreras *et al.* (1991) reportaron 55 en el intermareal rocoso de diferentes playas de la Bahía; y por último López-Uriarte *et al.*, (2009) registraron 25 especies en Punta La Rosada. De esta manera, el inventario general se incrementa con 65 nuevos registros de especies no reportadas en trabajos previos. Otros inventarios del Pacífico central mexicano contienen menos especies como el de Holguín-Quiñonez y González-Pedraza (1994) con 228 especies (131 gasterópodos, 87 bivalvos y 10 poliplacóforos), realizado en la costa de Jalisco, Colima y Michoacán. Por último, en el plan de manejo del Santuario, (Miranda *et al.*, 2011) registran 20 especies de moluscos los cuales se mencionan a nivel de clase y no contiene el listado de dichas especies. En el caso específico de moluscos fue de gran utilidad la revisión de piedras ya que permitió incrementar la riqueza de especies.

En cuanto a crustáceos macrobentónicos, el grupo mejor conocido es el de los decápodos. Hendrickx (1993) registra en el Pacífico tropical mexicano, desde Bahía de Banderas hasta Guatemala, un total de 457 especies de crustáceos decápodos bénticos. De acuerdo con este inventario, la Bahía Chamela tendría el 23% (108 especies) de la riqueza comprendida para esta área. De las 12 especies de cangrejos ermitaños tres de ellas: *Aniculus elegans*, *Calcinus californiensis* y *Trizopagurus magnificus*, estuvieron asociadas a formaciones coralinas (López-Uriarte y Ríos-Jara, 2004; López-Uriarte *et al.*, 2009, Bastida-Izaguirre, *et al.*, 2013). López-Uriarte *et al.* (2009) registró 9 especies de decápodos, en este estudio se incrementó el registro a 14. Hay que resaltar que respecto a los ermitaños se incrementó el conocimiento de la riqueza de especies de la Bahía en un 300% (Bastida-Izaguirre, *et al.*, 2013). El uso de la bomba *yabbi* permitió coleccionar especies

exclusivas de arena que se encuentran a cierta profundidad lo que incrementó el número de especies.

Se han realizado dos trabajos de investigación sobre equinodermos en dos diferentes localidades de Bahía Chamela. El primero reporta 30 especies en Isla Cocinas (Solís-Marín *et al.* (2008), en este trabajo hay 17 nuevos registros para ese sitio. López-Uriarte *et al.*, (2009) registró en Punta La Rosada, 16 especies, lo que incrementa con seis registros nuevos para el sitio. El presente inventario considera 41 especies que se encuentran publicadas (Ríos-Jara, *et al.*, 2013); es una aportación importante si consideramos que la búsqueda se enfocó únicamente a las especies conspicuas. Aún así, este inventario incluye a 11 especies de ofiuros los cuales se encuentran protegidos debajo y entre las rocas en localidades poco iluminados, además de presentar coloraciones generalmente oscuras que los hace menos visibles. Con base en la revisión de bases de datos y colecciones, el inventario aquí presentado para Bahía Chamela es similar al de Honey-Escandón *et al.* (2008) quienes reportan 41 especies para la región. El plan de manejo (Miranda *et al.*, 2011) tiene un registro de 6 especies de diferentes clases. La bahía puede considerarse como un sitio de alta riqueza de especies en el Pacífico Oriental Tropical, al ser hábitat de al menos el 20% de las especies de equinodermos que se encuentran de manera común en esta región (Maluf y Brusca, 2005; Solís-Marín *et al.*, 2005). Aunque la riqueza fue considerada alta, los muestreos se realizaron durante el día y muchas especies de equinodermos son de hábitos nocturnos por lo que sería conveniente en trabajos posteriores realizar muestreos por la noche y así incrementar los registros para este grupo.

El inventario de poliquetos bentónicos realizado a partir de 237 individuos colectados en diferentes localidades de los ambientes intermareal y submareal somero, se considera el más completo para la Bahía Chamela. Sin embargo, la riqueza taxonómica registrada (30 especies, 27 géneros, 15 familias y 5 órdenes) es todavía una aproximación a la riqueza total para lo cual se requieren técnicas de muestreo y recolecta más específicas, como es el caso de los fondos arenosos que requiere el uso de draga tipo Van Veen, nucleador de PVC y tamiz a una mayor profundidad debido a los hábitos de este grupo (Kuk Dzul *et al.*, 2006; Soto *et al.*, 2010, Pilar-Ruso *et al.*, 2011). Aunque no existen estudios previos enfocados a

conocer la riqueza de especies de poliquetos bentónicos de la Bahía, registros locales sirven de referencia como el realizado por López-Uriarte *et al.* (2009) con tres especies registradas en Punta La Rosada.

Los cnidarios requieren especial atención debido a su importancia ecológica, además, presentan especies sésiles que son vulnerables a disturbios ambientales por lo que han sido usadas como indicadoras, como es el caso de corales pétreos y gorgonáceos (Herrera-Moreno y Martínez-Estalella, 1986; Alcolado, 2001; White y Strychar, 2010). En Bahía Chamela se registraron 18 especies, de las cuales siete corresponden a corales pétreos de los géneros *Porites*, *Pocillopora* y *Tubastraea* lo que coincide con lo registrado por el plan de manejo (Miranda *et al.*, 2011).. Estas especies se encuentran distribuidas en todo el Pacífico mexicano, formando parches monoespecíficos y en algunas localidades verdaderos arrecifes como el de Playa Mora de la Bahía de Tenacatita (Reyes-Bonilla, 1993; López-Uriarte y Ríos-Jara, 2004). Hay que resaltar la presencia de una formación coralina en forma de barra cerca del Islote Novillos, al sureste de Isla Pajarera (19°33'15" N y 105°07'25" O). Esta "barra" tiene un tamaño de 21 x 7 m y se encontró a una profundidad no mayor de 5 m, su presencia en el área es muy importante ecológicamente, al ser hábitat de numerosas especies de interés comercial y por su capacidad para generar bienes y servicios.

La riqueza de peces es baja comparada con otros estudios para la región, como el de Moncayo-Estrada *et al.* (2006) donde realizaron un estudio en Bahía de Banderas registrando un total de 210 especies. También podemos citar el trabajo de Aguilar-Palomino *et al.* (2001), que reporta 245 especies para Bahía de Navidad.. Hay que destacar que en ambos estudios se utilizaron diferentes técnicas para el muestreo, así como distintas artes de pesca en combinación con censos visuales, a diferencia de este trabajo donde solo se utilizó esta última. Mientras que en el plan de manejo, Miranda y colaboradores (2011) mencionan que hay más de 100 especies de peces asociadas a diferentes hábitats. Los resultados de este estudio son acordes con lo expuesto por Galván-Villa (2010), donde se evaluó la diversidad de peces de arrecife de tres sistemas insulares. Este trabajo exhibe que Bahía Chamela presenta menor riqueza en comparación con las Isla Marietas e Isla Isabel;

esto puede deberse a varios factores entre ellos su cercanía con la costa, la baja presencia de coral y al impacto de actividades como el turismo y la pesca.

En la mayoría de los grupos taxonómicos estudiados la mayor riqueza se concentró en Isla Cocinas, lo cual coincide con los análisis de diversidad, distinción taxonómica y dualidad. La excepción fue el grupo de crustáceos asociados al intermareal, que tuvieron mayor riqueza en la localidad de Punta Pérula. También Isla Pajarera resultó tener el valor más alto de riqueza para el grupo de peces. Isla Cocinas fue la localidad con mayor superficie y heterogeneidad de sustratos, compuestos en gran parte por roca, arena, coral y macroalgas, lo que permite albergar a un gran número de especies por su gran variedad de hábitats.

Las especie más abundante para el grupo de moluscos fueron *Nodilittorina aspera* y *Bostrycapulus aculeatus*. En el caso de crustáceos *Coenobita compressus* y *Petrolisthes hirtispinosus*, resultaron ser las especies de mayor abundancia. *Pentamera chierchia* fue la especie más abundante en el caso de los equinodermos al igual que *Iphione ovata* para el grupo de los poliquetos. *Halichoeres dispilus* fue la especie con mayor representatividad del grupo de peces. Todas las especies mencionadas se encuentran asociadas a sustrato rocoso con excepción de *H. dispilus*, que si bien está presente en este tipo de sustrato, para efectos de alimentación prefiere desplazarse sobre la columna de agua.

La gran cantidad de especies encontradas de moluscos, sugieren que la diversidad en las técnicas de muestreo dio lugar a que se registraran especies que no están en otros estudios, lo que generó un alto porcentaje de especies únicas (38% en intermareal y 42% en submareal). Esto puede deberse a que son especies estacionales o esporádicas (muy común en este grupo), de hábitat restringido, o por el énfasis que se la da a los macromoluscos (Bouchet *et al.*, 2002). De igual manera, los crustáceos y poliquetos obtuvieron un porcentaje alto de especies únicas, y por ello su representatividad fue baja de acuerdo a los estimadores no paramétricos. Para equinodermos y peces, el porcentaje de especies únicas fue bajo, y las curvas de acumulación alcanzaron la asíntota sugiriendo una adecuada representatividad. Las representatividades bajas en la riqueza esperada se deben a la gran

cantidad de especies únicas. También puede influir que el objetivo del estudio era realizar un inventario de diferentes grupos de invertebrados y peces con el fin de obtener un listado de las especies marinas residentes de la bahía y no se hizo énfasis en un ensamblaje de manera particular.

El porcentaje de similitud entre las localidades de muestreo haciendo uso de la disimilaridad taxonómica o Gamma+ (Clarke *et al.*, 2006), obtuvo resultados que variaron entre los distintos grupos taxonómicos. Sin embargo, es importante considerar que estos análisis son sensibles a las especies raras que en muchos de los grupos estudiados representan una parte importante del ensamblaje. De esta manera, cada localidad presenta un elenco sistemático particular representado no solamente por las categorías taxonómicas de género y especies sino también por las más altas desde familia hasta clase. Por esta razón, las localidades se agruparon de acuerdo a la riqueza específica y a las categorías taxonómicas superiores. Las Islas Cocinas, Pajarera y Mamut frecuentemente salen asociadas debido su mayor tamaño y heterogeneidad ambiental, así como por su cercanía seguramente relacionada con una mayor conectividad entre estas localidades.

El análisis de distinción taxonómica promedio mostró a Isla Cocinas como el sitio de mayor riqueza para la mayoría de los grupos de organismos estudiados con excepción de los peces, por lo que su contribución es muy importante para la diversidad taxonómica promedio de la Bahía. En los grupos restantes se presentan algunas localidades donde la variación de la distinción taxonómica cae fuera del canal de probabilidad confirmando los resultados de los análisis de clasificación y NMDS. Es decir, hay una mayor representación en los taxa de mayor jerarquía, sugiriendo que estas localidades contribuyen de forma importante a la diversidad taxonómica de la Bahía. Este análisis ha sido empleado en una gran diversidad de ambientes (Sommerfield *et al.* 2008) y en trabajos con diferencias en el esfuerzo de muestreo (Sommerfield *et al.* 1997; Clarke y Warwick, 1998; Clarke y Warwick, 1999; Clarke y Warwick, 2001; Heino, 2005; Leonard *et al.*, 2006), donde ha demostrado ser bastante robusto. Tomando en cuenta que se utilizaron diversas técnicas y esfuerzo de muestreo, así como escala del tiempo, la distinción taxonómica resultó útil para darnos una

idea de la diversidad biológica de la Bahía para fines de conservación biológica donde es posible comparar en un futuro con monitoreos posteriores.

El análisis de dualidad fue útil para analizar la asociación entre las especies y la similitud entre las localidades. Para el grupo de moluscos, crustáceos y poliquetos muestra que la riqueza local es baja mientras la riqueza regional es alta ya que presentan un valor de beta alto. En el caso de equinodermos y peces es diferente, poseen un valor de beta bajo, por lo que la riqueza local es alta mientras que la regional es baja. Las localidades no muestran una similitud entre ellos lo que coincide con el análisis de distinción taxonómica promedio, donde cada uno de ellos tiene un elenco sistemático particular. En general, hay un alto reemplazo de especies entre cada localidad. Esto puede deberse a la heterogeneidad ambiental de la zona, donde se pueden encontrar fondos rocosos, arenosos, coral pétreo, escombros, macroalgas así como microhábitats como formaciones tubícolas y octocorales que sirven de albergue. Algunas especies muestran un traslape en sus rangos de distribución mucho más visible en los grupos de moluscos y peces. Borregaard y Rahbek (2010), mencionan que este traslape puede deberse a que éstas especies presentan una ecología similar, por razones históricas de dispersión o simplemente por azar. Recientemente este análisis de dualidad se ha propuesto para identificar y priorizar zonas de conservación, utilizando, la rareza y la riqueza como atributos importantes en la selección. De manera general para la mayoría de los grupos tenemos pocas especies de amplia dispersión y una gran cantidad de distribución intermedia; también hay especies de rango de distribución bajo consideradas como raras. Algunas de estas especies raras son segregadas (ocurren en sitio de baja diversidad) y la mayoría se encuentran en localidades de riqueza alta, resultados que coinciden con los obtenidos por Villalobos *et al.* (2013).

Los resultados de este trabajo mostraron que la localidad con mayor relevancia dentro del área estudio fue Isla Cocinas, al obtener la mayor riqueza de especies en la mayoría de los grupos estudiados. Por ello, es considerado un sitio prioritario para la conservación (Solís-Marín *et al.*, 2009) y podría asegurar una buena parte de la biodiversidad de la Bahía. Sin embargo, de acuerdo a la distribución de las especies al presentar en su mayoría una dispersión de tipo intermedio a bajo, y muy pocas de alta dispersión se debe considerar la

protección de todas las localidades para así asegurar la conservación de la biodiversidad en su totalidad.

CAPÍTULO II.

VALORACIÓN GLOBAL DEL ÁREA DE ESTUDIO TRAVÉS DEL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Introducción

Entre las nuevas políticas ambientales a nivel mundial se encuentra el creciente interés en desarrollar e implementar metodologías innovadoras que nos permitan no solo proponer, sino también evaluar las áreas que contienen una gran biodiversidad y con ello elaborar pautas para su mejor manejo y conservación. La planificación para la conservación, es un proceso que tiene como objetivo conocer la situación de un sitio o área específica. Este proceso toma en cuenta los factores ambientales que regulan las especies o comunidades a conservar, los impactos a los que están sujetas y las fuentes que los originan (Margules y Pressey, 2000; Granizo *et al.* 2006). En la planificación se incluyen factores socioeconómicos actuales y potenciales y, de ser posible, también los organizativos que podrían limitar o poner en riesgo el área. Este proceso es independiente de la escala en la que se está trabajando y contiene herramientas que son útiles para una administración adecuada de los recursos (The Nature Conservancy, 1999).

En la actualidad, existen diferentes metodologías para realizar diagnósticos ambientales, uno de ellos es la Guía de Análisis de Impactos y sus fuentes en Áreas Naturales (GAIFAN) (The Nature Conservancy, 1995; Andrade *et al.*, 1999). Esta guía permite analizar la problemática de un sitio, identificar y priorizar los objetos de conservación en los niveles de sistemas, grupos de especies con requerimientos similares, o una especie en particular. Con esta información determina cuáles son los elementos sociales, económicos y políticos que pueden afectar el área a conservar, y proponer estrategias que permitan un manejo sustentable de los recursos a través de su aplicación.

Como parte de la GAIFAN se desarrolló la Técnica Sintética de Diagnóstico Ambiental (TSDA), con la cual es posible definir y dar preferencia a los objetos de conservación asignando valores a los sitios de estudio definiendo así una expresión numérica; con el

valor resultante conocemos el grado de importancia del sitio (Ortiz-Lozano, 2000; Saénz, 2003). Es una técnica que aún se encuentra en desarrollo, esto le confiere la ventaja de poder modificarla para adaptarla a las características del ambiente en el cual estamos trabajando. Algunos investigadores que la han aplicado consideran que es equivalente a la primera etapa de un ordenamiento ecológico (Leyva-Aguilera *et al.*, 1997; Bravo, 1998; Bobadilla, 2000; Ortiz-Lozano, 2000; Saénz, 2003).

La TSDA considera cuatro atributos, el primero es la Contribución al Macroecosistema que enfatiza la importancia del sitio a nivel regional en relación a la riqueza de especies. El atributo de Rareza, toma en cuenta criterios como endemismo y especies en estatus de conservación, los cuales han sido los más utilizados para la implementación de áreas protegidas. El atributo de Valor como Herramienta hace posible ver los usos del sitio tanto actual como potencial haciendo visible cuales son los requerimientos de la población aledaña y los posibles impactos que pudieran ejercer. Finalmente, el atributo de Calidad considera el grado de conservación del sitio.

De acuerdo con Saénz (2003), la TSDA es segura, rápida y aporta los elementos necesarios para justificar una designación de área natural protegida. Esta técnica ha sido empleada con buenos resultados en el Estero de Punta Barda en Baja California (Leyva-Aguilera *et al.* 1997), la Bahía del Tobarí en Sonora (Bravo, 1998) y la Bahía Barra del Tordo en Tamaulipas (Ortiz-Lozano, 2000). También en el Ejido Eréndira y Punta Cabras, Baja California (Bobadilla, 2000), y recientemente en áreas protegidas y Sitios Ramsar del Perú (Saénz, 2003). En la costa de Jalisco se aplicó utilizando información de los peces arrecifales de Bahía Chamela (Galván-Villa, 2010).

Para fines de conservación es de gran importancia determinar el nivel de influencia de los actores que de alguna manera están relacionados con el sitio ya sea local, regional, nacional o transnacional. Conocer su capacidad de acción ya que éstas causan impactos (Ortiz-Lozano, 2000). Un actor es aquel individuos, grupos u organizaciones ya sean públicas, privadas o sociales que tengan relación directa o indirecta con el proyecto o programa, y su participación influye en el logro y éxito del mismo (Comisión Nacional del

Agua, 2013). El análisis de actores permite considerar su participación y lograr mejores alcances en cuanto a metas u objetivos e identificar posibles conflictos entre ellos.

El objetivo del presente trabajo es determinar el valor de importancia regional del ambiente marino de la Bahía Chamela, Jalisco con base en la técnica sintética de diagnóstico ambiental, así como caracterizar a los actores y su influencia real o potencial en la zona.

Materiales y métodos

Se implementó la Técnica Sintética de Diagnóstico Ambiental (The Nature Conservancy, 1995; Andrade *et al.*, 1999), para lo cual se reconocieron primeramente cuatro atributos:

1) Atributo Contribución al Macroecosistema que responde a la pregunta ¿Qué impacto causaría al sistema regional de sitios similares, si este sitio desapareciera? Para asignar los valores del primer atributo se tomó en consideración la versión modificada de Galván-Villa (2010), la cual consideró a los peces arrecifales de Bahía Chamela y se adecuó a los siguientes grupos taxonómicos: moluscos, crustáceos, peces, equinodermos, poliquetos y cnidarios. Estos grupos son conspicuos y representativos de la biota del Pacífico central mexicano. El total especies de toda la zona se evaluó por medio del porcentaje de especies registradas en cada localidad y se consideró si se encontraban elementos (e.g. especies de importancia ecológica o clave) que justificaban una puntuación más alta.

La técnica fue aplicada para toda la Bahía Chamela y se realizó un desglose para cada sitio. Se consideraron 14 sitios de la Bahía: Isla Cocinas (IC), Isla Pajarera (IP), Isla San Andrés, (IAN), Isla Colorada (ICO), Isla Mamut (IM), Isla San Agustín (ISA), Isla San Pedro (ISP), Isla Negra (IN), Islote Anegados (ITA), Islote Novillos (ITN), Punta Rosada (PR), Punta Pérula (PP), Playa Chamela (PC) y Playa Negritos (PN). Para tener una visión más detallada de la importancia de esta área protegida, se realizó un inventario de las especies marinas de los seis grupos taxonómicos considerados. Los datos se obtuvieron mediante trabajo de campo en un período de enero de 2007 a noviembre de 2011 para lo

cual se emplearon diferentes técnicas (censos visuales, colecta directa y video-transectos) en los ambientes intermareal y submareal somero (< 15 m). En total se registraron 517 especies marinas distribuidas en los seis phyla considerados en este estudio.

2) Atributo de Rareza, responde a la pregunta ¿existen en este sitio especies con algún estatus en particular en los criterios de conservación, designados por alguna agencia internacional o nacional?

Para dar respuesta a este atributo se utilizó la Evaluación de la Singularidad Ecológica (Saénz, 2003), con la cual se generó una lista de las especies que se encuentran en algún status de protección. Para ello se tomaron como referencias: 1) la Norma Oficial para la Protección Ambiental de Especies Nativas de México (NOM-059-2010) (SEMARNAT, 2010), 2) La lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2011) y 3) la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2011). Con esta información se elaboró una matriz de presencia y ausencia de las especies en cada uno de los sitios de estudio. Se realizó un análisis de escalonamiento multidimensional no métrico (NMDS) y un análisis de agrupamiento utilizando el índice de Jaccard con el método de agrupamiento de pares con la media aritmética no ponderada (UPGMA). Se utilizó la prueba SIMPROF con el objetivo de identificar grupos reales, basada en 1000 permutaciones promedio y 999 simulaciones con un nivel de significancia del 5% (Clarke y Gorley, 2006). En el NMDS fue excluida Isla San Agustín para observar a mayor detalle la distancia real entre las localidades. Ambos análisis se hicieron con el programa PRIMER v6 (Clarke y Gorley, 2006). De igual manera, se realizó una evaluación utilizando todas las especies registradas en la Bahía y los valores de similitud se convirtieron a expresiones verbales utilizando una tabla de equivalencias. Estos valores fueron comparados con los niveles de singularidad ecológica que son inversos a los campos de similitud (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Equivalencias entre los valores numéricos, los campos de similitud y los campos de singularidad ecológica.

Rango de valores numéricos	Campos de similitud	Campos de singularidad ecológica
0-25	Baja	Muy Alta
26-50	Media	Alta
51-75	Alta	Media
76-100	Muy Alta	Baja

Se estimó la diversidad beta para medir la heterogeneidad ambiental utilizando el cambio en la composición de especies entre los sitios del área de estudio. Para esta evaluación se hicieron las siguientes consideraciones respecto a la riqueza y diversidad de especies (Whittaker, 1975; Magurran, 1988; Escofet, 1994; Saénz, 2003).

Beta = Gamma/ Alfa promedio

Alfa promedio = Sumatoria del número de especies en cada sitios entre el número de sitios

Gamma = Lista total de especies acumuladas

Tasa de Adición = (Gamma – Alfa Promedio)/No. de sitios – 1

Los valores teóricos se calcularon con las siguientes fórmulas:

- 1) Beta máximo = Gamma/Alfa promedio mínima
- 2) Alfa promedio mínima = Gamma/número de sitios
- 3) Beta mínimo = Gamma/Alfa promedio máxima
- 4) Alfa promedio máxima = Gamma
- 5) Tasa de adición mínima = Cero
- 6) Tasa de adición máxima = Alfa promedio mínima

3) Atributo de Calidad que responde a la pregunta ¿Qué tan bien conservado se encuentra el sitio? Se consideraron las observaciones realizadas durante las salidas de campo a los 14 diferentes sitios de la Bahía durante los años de 2007 a 2011 en los ambientes intermareal y submareal somero. También la categoría de protección en la que se encuentra la Bahía y los impactos debidos a actividades antrópicas en los sitios.

4) Atributo de Valor como Herramienta, responde a la pregunta ¿El sitio, tiene valor actual o potencial de tipo económico, social, político, ecoturístico y/o educacional para influenciar las decisiones de conservación? Aquí se enlistan los usos actuales y potenciales que puede tener la Bahía de manera general y en cada sitio.

Una vez recabada toda la información, cada atributo fue valorado de acuerdo a una puntuación en escala de 0.5 a 4 (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2. Valor y consideraciones de los cuatro atributos utilizados en la Técnica Sintética de Diagnóstico Ambiental.

Atributo				
Puntaje	Contribución al macroecosistema	Rareza	Calidad	Valor como Herramienta
4	Contribución muy importante (76-100%)	Presencia de especies en peligro de extinción o endémicas. Apéndice I (CITES)	Uno de los mejores ejemplos o el único a escala regional	Muy importante o potencialmente importante
2	Contribución importante (51-75%)	Presencia de especies vulnerables o amenazadas. Apéndice II (CITES)	Buen ejemplo a escala regional	Útil o potencialmente útil
1	Poca contribución (26-50%)	Especies con protección especial, casi amenazadas o con poblaciones en decremento. Apéndice III (CITES)	Ejemplo promedio a escala regional	Valor limitado
0.5	Contribución despreciable o incierta (1-25%)	Especies bajo preocupación menor o estado indeterminado	Ejemplo no destacado a escala regional	Escaso valor

Una vez realizada la valoración de los cuatro atributos de la TSDA, se procedió a un análisis de clasificación utilizando el índice de Gower (Gower, 1971). Se construyó un dendrograma con el método de agrupamiento de pares con la media aritmética no ponderada (UPGMA) en el programa PRIMER v6 (Clarke y Gorley, 2006). Por último, se identificaron los actores, la información fue obtenida a través de consulta bibliográfica y de observación directa recabada en el área. Se realizó una clasificación de acuerdo a su nivel de influencia (Sorensen *et al.*, 1992), tomando en cuenta la modificación de Leyva-Aguilera *et al.* (1997) quien utiliza ocho categorías:

1. Funcionarios públicos
2. Agencias de gobierno
3. Sector privado

4. Instituciones de asistencia y préstamo
5. Comunidad científica
6. Organizaciones conservacionistas
7. Propietarios costeros
8. Usuarios artesanales y de subsistencia de recursos.

Se utilizó la Guía de Análisis de Actores de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2013), para jerarquizar a los actores de acuerdo a su nivel de influencia. Es decir, identificar el poder de los actores para facilitar o limitar acciones de conservación. Los resultados se clasificaron en alta, media o baja influencia.

Resultados

Evaluación general de Bahía de Chamela. A continuación se describen los resultados de la evaluación general de Bahía Chamela.

1.- **Contribución al macroecosistema.** Se le otorgó una puntuación máxima de 4 debido a que es la única Bahía en la Costa de Jalisco que presenta un grupo de sistemas insulares los cuales son considerados de gran importancia para la colonización y dispersión de diversas especies marinas entre ellas los peces (Galván-Villa, 2010) y aves acuáticas. En la Isla Pajarera se encuentran las únicas colonias de anidación de aves en un área de 100 Km (Miranda *et al.*, 2011). Además, existe una formación coralina bien desarrollada, así como algunas dispersas, que son considerados hábitats de gran importancia para el desarrollo de un gran número de especies de peces (Galván Villa, 2010) e invertebrados (Ríos-Jara *et al.*, 2013; Bastida-Izaguirre *et al.*, 2013).

2.- **Rareza.** En este atributo se asignó una puntuación máxima de 4. Se registraron cinco especies endémicas de México: tres peces, la guaseta *Alphestes immaculatus*, blenia *Acanthemblemaria macrospilus*, la jaqueta *Stegastes rectifraenum*, y dos gastrópodos, la

lapa gigante *Scutellastra mexicana* y el caracol de tinta *Plicopurpura pansa* (SEMARNAT, 2010). De acuerdo a la Lista Roja de UICN, 73 especies se encuentran bajo preocupación menor y sus poblaciones se han reportado como estables o sin datos actuales, entre estas los peces el jurel *Caranx sexfasciatus* y la cabrilla *Epinephelus labriformis*, están considerados bajo preocupación menor pero con poblaciones que van en decremento. Las especies raya águila *Aetobatus narinari* y la guitarra *Rhinobatos productus* se encuentran en la categoría de casi amenazadas (no califican como amenazadas pero sus poblaciones van decreciendo). En la categoría de vulnerables se encuentra la jaqueta *Stegastes leucorus* y *Pocillopora elegans*, por estar en circunstancias que amenazan su supervivencia y reproducción (UICN, 2011). Bajo la Norma Oficial para la Protección ambiental de Especies nativas de México de flora y fauna silvestres (2010) se encuentran las siguientes especies bajo protección especial: la madre perla *Pinctada mazatlanica*, la almeja burra *Spondylus calcifer*, la lapa gigante *S. mexicana*, el caracol gorrito *Crucibulum scutellatum*, el caracol de tinta *P. pansa*, el pez ángel rey *Holacanthus passer*, pez ángel *Pomacantus zonipectus* y el pepino de mar *Isostichopus fuscus*, esta última también se encuentra en la lista del Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) en el apéndice III, que corresponde a las especies incluidas a solicitud de una Parte que reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

3.- **Calidad.** Se asignó también un puntaje de 4. Las Islas e Islotes de Bahía de Chamela fueron declarados área natural protegida en la categoría de santuario en el año 2002 (Miranda *et al.*, 2011). Esta categoría es una de las seis contempladas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, específicamente en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente, donde se considera a sitios con gran riqueza tanto de flora y fauna, o que presentan especies de distribución restringida (LGEEPA, 1988).

Este santuario es una de las 18 áreas en el Estado de Jalisco que están protegidas bajo algún decreto, y una de las seis que contempla la zona costera y marina. Las cinco restantes son playas, por lo tanto, es la única Bahía protegida en toda la costa y el único ejemplo a escala regional. La Comisión Nacional para la Biodiversidad (Aguilar *et al.*, 2008) la

cataloga como un sitio prioritario de extrema importancia para la conservación de la biodiversidad marina lo que le confiere un alto potencial para ser decretada como reserva.

4.- **Valor como herramienta.** En el rubro socioeconómico las actividades principales son la pesquería para autoconsumo y para venta de peces de escama, pulpos, langostas y caracoles. Las dos islas principales son visitadas por turistas en temporada alta, situación que aprovechan los pescadores para obtener ingresos extras al trasladarlos a sus playas en las mismas embarcaciones con las que realizan sus pesquerías. Sin embargo, la falta de infraestructura y accesibilidad segura a las playas de las dos islas, restringe el número de visitantes ya que las lanchas embarcan y desembarcan a pie de playa. Las Islas Elefante y Cocinas son utilizadas para buceo libre y autónomo. La Isla Pajarera es utilizada para monitoreo y observación de aves con fines educativos por estudiantes de licenciatura y posgrado principalmente procedentes de la Estación de Campo de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ubicada en Chamela.

En cuanto a investigación en las islas y ecosistemas marinos, la Universidad de Guadalajara y la UNAM han realizado diversas investigaciones sobre el manejo de las pesquerías, productividad primaria, aves, invertebrados y educación ambiental. Por todos estos atributos se le otorga una puntuación de 4.

Evaluación de los sitios de Bahía de Chamela.

Para tener una visión más profunda del sistema y aunque la zona de estudio está catalogada como un área natural protegida y podría suponerse que la valoración sería la misma en todos los sitios. La TSDA es una herramienta útil para reconocer las características de cada sitio y evaluar su puntaje de contribución. Por lo tanto, se realizó un desglose para cada sitio de la Bahía, los resultados de esta valoración se explican en el Cuadro 2.3.

Cuadro 2.3. Valoración y desglose de los atributos por sitio.

Contribución al macroecosistema	Rareza	Calidad	Valor como herramienta
Isla Cocinas (IC)			
<p>Valor asignado:2</p> <p>Justificación: Registra el 52.15% del total registrado para el Santuario.</p>	<p>Valor asignado:4</p> <p>Justificación: Tiene 52 especies bajo preocupación menor, una de ellas con población en decremento. Cuatro especies en dos categorías diferentes. Tres especies con protección especial, una de ellas endémica para México.</p>	<p>Valor asignado: 2</p> <p>Justificación: Considerado como un buen ejemplo de conservación, presenta formaciones coralinas dispersas que sirven de hábitat para numerosas especies marinas. Se encuentra impactado por los desechos que los turistas suelen dejar en el sitio.</p>	<p>Valor asignado:4</p> <p>Justificación: El sitio es utilizado tanto por pescadores como por el turismo para actividades recreativas entre ellas el buceo y el snorkel, además posee una playa arenosa frecuentemente visitada por el turismo local.</p>
Isla Pajarera (IP)			
<p>Valor asignado:1</p> <p>Justificación: Registra el 37.14% del total de especies.</p>	<p>Valor asignado: 2</p> <p>Justificación: 50 especies bajo preocupación menor, dos de ellas con poblaciones en decremento. Cuatro especies en dos categorías. Una especie en la categoría de casi amenazada y dos catalogadas como vulnerables.</p>	<p>Valor asignado:4</p> <p>Justificación: Considerado como uno de los mejores ejemplos de conservación, sin impactos importantes.</p>	<p>Valor asignado:4</p> <p>Justificación: Muy importante a nivel educativo y de investigación debido a la presencia de aves, por lo cual tiene un uso potencial como laboratorio de observación, en la actualidad es visitado constantemente para monitoreo y prácticas de campo por investigadores y alumnos de licenciatura y posgrado.</p>
Isla San Andrés (IAN)			
<p>Valor asignado:1</p> <p>Justificación: Registra el 25.70%.</p>	<p>Valor asignado:4</p> <p>Justificación: Tiene 30 especies bajo preocupación menor, una de ellas con población en decremento. Dos especies en dos categoría. Cuatro especies con protección especial, dos de ellas endémicas para México.</p>	<p>Valor asignado:4</p> <p>Justificación: Representa uno de los mejores ejemplos de conservación, ya que se ha observado en el último año un crecimiento de coral, y una gran cantidad de reclutas en la zona.</p>	<p>Valor asignado: 0.5</p> <p>Justificación: No tiene un uso.</p>

Contribución al macroecosistema	Rareza	Calidad	Valor como herramienta
Isla Colorada (ICO)			
<p>Valor asignado: 0.5</p> <p>Justificación: Registra el 22.70% del total de especies para el Santuario.</p>	<p>Valor asignado: 1</p> <p>Justificación: 37 especies bajo preocupación menor, una de ellas con población en decremento. Una especie en dos categorías, protección especial y bajo preocupación menor. Una especie casi amenazada y dos bajo protección especial.</p>	<p>Valor asignado: 4</p> <p>Justificación: Considerado como uno de los mejores ejemplos de conservación, sin impactos.</p>	<p>Valor asignado: 0.5</p> <p>Justificación: No tiene uso. Al ser una isla rodeada de acantilados, no es visitada por turistas por ser inaccesible.</p>
Isla Mamut (IM)			
<p>Valor asignado: 1</p> <p>Justificación: Registra el 26.82% del total de especies para el Santuario.</p>	<p>Valor asignado: 2</p> <p>Justificación: En total presenta 44 especies bajo preocupación menor, una de ellas con población en decremento. Tres especies en dos categorías diferentes. Cuatro bajo protección especial, una en categoría de casi amenazada y una catalogada como vulnerable.</p>	<p>Valor asignado: 2</p> <p>Justificación: Buen ejemplo de conservación, presumiblemente impactado por el buceo recreativo.</p>	<p>Valor asignado: 4</p> <p>Justificación: Es visitado para actividades de buceo por su belleza escénica que la distingue de las demás islas por las grandes formaciones rocosas que presenta.</p>
Isla San Agustín (ISA)			
<p>Valor asignado: 0.5</p> <p>Justificación: Registra el 14.44% del total de especies para el Santuario.</p>	<p>Valor asignado: 2</p> <p>Justificación: 16 especies bajo preocupación menor, dos de ellas con poblaciones en decremento. Una especie bajo protección especial, y una catalogada como vulnerable.</p>	<p>Valor asignado: 2</p> <p>Justificación: Buen ejemplo a escala regional, impactado por el anclaje de las embarcaciones pesqueras, y la extracción de canto rodado.</p>	<p>Valor asignado: 4</p> <p>Justificación: Tiene uso pesquero tanto de escama como pulpo. Extracción de canto rodado para venta.</p>
Isla San Pedro (ISP)			
<p>Valor asignado: 0.5</p> <p>Justificación: Registra el 22.70% de la riqueza total.</p>	<p>Valor asignado: 4</p> <p>Justificación: 30 especies bajo preocupación menor, una de ellas con población en decremento. Tres especies con protección especial, una de las cuales es endémica para México.</p>	<p>Valor asignado: 2</p> <p>Justificación: Buen ejemplo a escala regional, impactado por el anclaje de las embarcaciones y la extracción de canto rodado.</p>	<p>Valor asignado: 4</p> <p>Justificación: Tiene uso pesquero principalmente pulpo. Extracción de canto rodado para venta.</p>
Isla Negra (IN)			
<p>Valor asignado: 0.5</p> <p>Justificación: Registra el 22.13%.</p>	<p>Valor asignado: 1</p> <p>Justificación: Presenta 34 especies bajo preocupación menor, una de ellas con población en decremento. Una especie en dos categorías. Dos especies con protección especial.</p>	<p>Valor asignado: 4</p> <p>Justificación: Uno de los mejores ejemplos de conservación.</p>	<p>Valor asignado: 0.5</p> <p>Justificación: No tiene uso actualmente.</p>

Contribución al macroecosistema	Rareza	Calidad	Valor como herramienta
Islote Anegados (ITA)			
<p>Valor asignado: 0.5</p> <p>Justificación: Registra el 20.82% del total de riqueza para el santuario.</p>	<p>Valor asignado: 1</p> <p>Justificación: Presenta 33 especies bajo preocupación menor, una de ellas con población en decremento. Dos especies con dos categorías. Dos especies bajo protección especial.</p>	<p>Valor asignado: 2</p> <p>Justificación: Presenta un buen estado de conservación, impactado por el anclaje de las embarcaciones pesqueras, que destruyen parte del sustrato coralino.</p>	<p>Valor asignado: 4</p> <p>Justificación: Es un sitio frecuentemente utilizado por pescadores tanto de escama como de pulpo. Presenta un alto potencial para observación y monitoreo de algunos grupos como gorgonáceos.</p>
Islote Novillos (ITN)			
<p>Valor asignado: 0.5</p> <p>Justificación: Registra el 11.06% del total de especies.</p>	<p>Valor asignado: 0.5</p> <p>Justificación: Una especie bajo preocupación menor.</p>	<p>Valor asignado: 4</p> <p>Justificación: Uno de los mejores ejemplos de conservación al presentar una barra de coralina, de gran importancia por formar redes alimentarias.</p>	<p>Valor asignado: 0.5</p> <p>Justificación: No presenta uso.</p>
Punta Rosada (PR)			
<p>Valor asignado: 1</p> <p>Justificación: Su representatividad es del 28.89%.</p>	<p>Valor asignado: 1</p> <p>Justificación: Presenta 34 especies bajo preocupación menor, una de ellas con población en decremento. Tres especies en dos categorías diferentes. Dos especies con protección especial y una en categoría de casi amenazada.</p>	<p>Valor asignado: 4</p> <p>Justificación: Uno de los mejores ejemplos de conservación, presenta una gran diversidad de gorgonáceos que sirven de hábitat y refugio para grupos como ofiuros.</p>	<p>Valor asignado: 0.5</p> <p>Justificación: Sin uso.</p>
Punta Pérula (PP)			
<p>Valor asignado: 0.5</p> <p>Justificación: 10.88% del número total de especies.</p>	<p>Valor asignado: 1</p> <p>Justificación: Una especie bajo protección especial.</p>	<p>Valor asignado: 2</p> <p>Justificación: Representa un buen ejemplo de conservación.</p>	<p>Valor asignado: 4</p> <p>Justificación: Playa con diversos usos, palapas, salida de embarcaciones pesqueras, sitio recreativo.</p>
Playa Chamela (PC)			
<p>Valor asignado: 0.5</p> <p>Justificación: Con 3.93 % del total de especies para la Bahía</p>	<p>Valor asignado: 4</p> <p>Justificación: Dos especies bajo protección especial, una de ellas endémica para México</p>	<p>Valor asignado: 4</p> <p>Justificación: Uno de los mejores ejemplos de conservación, se ha observado un incremento en las tallas de algunos organismos como <i>Plicopurpura pansa</i>.</p>	<p>Valor asignado: 2</p> <p>Justificación: Playa con acceso restringido, punto de salida de embarcaciones pesqueras.</p>
Playa Negritos (PN)			
<p>Valor asignado:</p>	<p>Valor asignado: 0.5</p>	<p>Valor asignado: 2</p>	<p>Valor asignado: 0.5</p>

0.5	Justificación: No presenta especies en status de protección.	Justificación: Representa un buen ejemplo de conservación.	Justificación: Playa con acceso restringido, sin uso en la actualidad.
Justificación: Representa el 8.25% de especies			

Evaluación sintética de la singularidad ecológica

Al evaluar el atributo de rareza se encontraron 84 especies en estatus de conservación, los cuales 75 corresponden al grupo de peces, cuatro cnidarios, cuatro moluscos y una especie de equinodermo (Cuadro 2.4). Estas especies fueron registradas en 10 de las 14 localidades muestreadas.

Cuadro 2.4. Distribución en los sitios de la Bahía de las especies en estatus de conservación. Grupo taxonómico: C= Cnidarios, M= Moluscos, E= Equinodermos y P= Peces. Categoría de acuerdo a UICN: LC= Bajo preocupación menor, LC (d)= Bajo preocupación menor con población en decremento, NT= Casi amenazadas, V= Vulnerables. De acuerdo a la NOM 059: Pr= Protección especial, E= Endémicas. Según CITES: Apéndice III= Especie protegida en al menos un país. Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Novillos= ITN y Punta Rosada= PR.

Grupo	Especie	Categoría	IC	IP	IAN	ICO	IM	ISA	ISP	IN	ITA	PR
CORAL												
C	<i>Pocillopora damicornis</i>	LC	*			*				*		
C	<i>Pocillopora elegans</i>	V		*								
C	<i>Pocillopora meandrina</i>	LC	*							*		
C	<i>Porites panamensis</i>	LC	*		*		*	*		*		
EQUINODERMOS												
E	<i>Isostichopus fuscus</i>	Pr, Apéndice III	*				*					*
MOLUSCOS												
M	<i>Crucibulum scutellatum</i>	Pr	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
M	<i>Pinctada mazatlanica</i>	Pr	*	*	*	*	*		*	*	*	*
M	<i>Plicopurpura pansa</i>	Pr, E	*		*				*			
M	<i>Spondylus limbatus</i>	Pr	*	*								
PECES												

P	<i>Abudefduf declivifrons</i>	LC			*		*		
P	<i>Abudefduf troschelii</i>	LC	*	*	*	*		*	*
P	<i>Acanthemblemaria macrospilus</i>	LC, E		*		*			*
P	<i>Aetobatus narinari</i>	NT		*		*	*		
P	<i>Alphestes immaculatus</i>	LC, E	*	*	*	*	*	*	*
P	<i>Apogon retrocella</i>	LC	*					*	*
P	<i>Balistes polylepis</i>	LC	*	*		*		*	*
P	<i>Bodianus diplotaenia</i>	LC	*	*	*	*	*	*	*
P	<i>Canthigaster punctatissima</i>	LC	*	*	*		*	*	*
P	<i>Caranx sexfasciatus</i>	LC (d)		*			*		
P	<i>Cephalopholis panamensis</i>	LC	*	*	*	*	*	*	*
P	<i>Chaetodon humeralis</i>	LC	*	*	*	*	*	*	*
P	<i>Chromis atrilobata</i>	LC	*	*	*		*	*	*
P	<i>Cirrhitus rivulatus</i>	LC	*	*	*	*	*	*	*
P	<i>Dermatolepis dermatolepis</i>	LC	*	*	*	*	*		
P	<i>Elacatinus puncticulatus</i>	LC	*			*		*	
P	<i>Epinephelus labriformis</i>	LC (d)	*	*	*	*	*	*	*
P	<i>Gymnothorax castaneus</i>	LC					*		
P	<i>Haemulon flaviguttatum</i>	LC	*	*		*	*		*
P	<i>Haemulon maculicauda</i>	LC	*	*		*	*	*	*
P	<i>Haemulon sexfasciatum</i>	LC	*	*			*	*	*
P	<i>Haemulon steindachneri</i>	LC	*	*	*	*	*	*	*
P	<i>Halichoeres chierchiae</i>	LC	*	*	*	*	*	*	*
P	<i>Halichoeres dispilus</i>	LC	*	*	*	*	*	*	*
P	<i>Halichoeres melanotis</i>	LC	*	*	*		*		
P	<i>Halichoeres nicholsi</i>	LC	*	*	*	*	*	*	*
P	<i>Halichoeres notospilus</i>	LC	*	*		*	*	*	*

P	<i>Holacanthus passer</i>	LC, Pr	*	*	*	*	*		*	*	*
P	<i>Hoplopagrus guentherii</i>	LC						*			
P	<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	LC	*	*		*				*	
P	<i>Kyphosus analogus</i>	LC	*			*	*	*			
P	<i>Kyphosus elegans</i>	LC		*		*			*	*	
P	<i>Labrisomus xanti</i>	LC									*
P	<i>Lutjanus argentiventris</i>	LC		*	*		*	*	*	*	*
P	<i>Lutjanus guttatus</i>	LC	*	*	*				*		
P	<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	LC				*		*			
P	<i>Lutjanus viridis</i>	LC	*	*			*				
P	<i>Malacoctenus ebisui</i>	LC	*			*	*			*	*
P	<i>Malacoctenus hubbsi</i>	LC								*	*
P	<i>Microlepidotus brevipinnis</i>	LC	*	*			*			*	
P	<i>Microspathodon bairdii</i>	LC	*	*		*					
P	<i>Microspathodon dorsalis</i>	LC	*	*	*	*	*	*	*	*	*
P	<i>Mulloidichthys dentatus</i>	LC	*	*	*	*	*	*	*	*	*
P	<i>Muraena lentiginosa</i>	LC		*	*	*	*	*			*
P	<i>Myrichthys tigrinus</i>	LC	*			*	*				*
P	<i>Myripristis leiognathus</i>	LC	*	*		*	*		*		
P	<i>Nicholsina denticulata</i>	LC	*					*		*	
P	<i>Novaculichthys taeniourus</i>	LC					*				
P	<i>Ophioblennius steindachneri</i>	LC	*	*		*	*	*	*	*	*
P	<i>Paraconger californiensis</i>	LC									*
P	<i>Paranthias colonus</i>	LC	*								
P	<i>Pareques viola</i>	LC							*		
P	<i>Plagiotremus azaleus</i>	LC	*	*	*			*			*
P	<i>Pomacanthus zonipectus</i>	LC, Pr	*	*						*	*
P	<i>Prionurus punctatus</i>	LC	*	*		*					*

P	<i>Pseudobalistes naufragium</i>	LC	*	*		*				
P	<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	LC				*				
P	<i>Rhinobatos productus</i>	NT								*
P	<i>Rypticus bicolor</i>	LC				*				
P	<i>Rypticus nigripinnis</i>	LC		*						
P	<i>Sargocentron suborbitalis</i>	LC	*	*	*	*	*	*	*	*
P	<i>Scarus ghobban</i>	LC	*							
P	<i>Scarus perrico</i>	LC		*	*			*		
P	<i>Scorpaena mystes</i>	LC		*	*					
P	<i>Serranus psittacinus</i>	LC	*	*	*	*	*	*	*	
P	<i>Sphoeroides annulatus</i>	LC	*						*	*
P	<i>Sphoeroides lobatus</i>	LC	*	*		*	*		*	
P	<i>Stegastes acapulcoensis</i>	LC	*	*	*	*	*	*	*	*
P	<i>Stegastes flavilatus</i>	LC	*	*	*	*	*	*	*	*
P	<i>Stegastes leucorus</i>	V, E		*		*	*			
P	<i>Stegastes rectifraenum</i>	LC, E		*				*		
P	<i>Sufflamen verres</i>	LC	*	*	*	*	*	*	*	*
P	<i>Synodus lacertinus</i>	LC				*				
P	<i>Thalassoma grammaticum</i>	LC				*				*
P	<i>Thalassoma lucasanum</i>	LC	*	*		*	*	*	*	*

La mayor parte de las 84 especies fueron compartidas entre los sitios (83%), el 17% restante son especies exclusivas. Isla San Andrés e Islote Novillos no presentaron especies exclusivas. Todos los sitios a excepción de Novillos presentaron al menos una especie endémica para México.

Cuando se consideran únicamente a las especies en algún estatus de conservación, el porcentaje de especies compartidas entre los sitios siempre fue muy alto (> 92%), mientras

que el de especies exclusivas osciló entre el 7 y el 2%. En cuanto a las especies endémicas, Isla Pajarera tuvo el mayor registro con cuatro especies (Cuadro 2.5).

Cuadro 2.5. Evaluación de la singularidad ecológica con las especies en estatus de conservación. Isla Cocinas (IC), Isla Pajarera (IP), Isla San Andrés, (IAN), Isla Colorada (ICO), Isla Mamut (IM), Isla San Agustín (ISA), Isla San Pedro (ISP), Isla Negra (IN), Islote Anegados (ITA), Islote Novillos (ITN), Punta Rosada (PR), Punta Pérula (PP), Playa Chamela (PC) y Playa Negritos (PN).

	Compartidas	Exclusivas	Endémicas	Total
Sitios	70 (83%)	14 (17%)	5 (5.95%)	84
IC	56 (96.55%)	2 (3.45%)	2	58
IP	54 (96.42%)	2 (3.58%)	4	56
IAN	33 (100%)	0	2	33
ICO	38 (92.68%)	3 (7.32%)	1	41
IM	48 (97.95%)	1 (2.05%)	3	49
ISA	19 (95%)	1 (5%)	2	20
ISP	32 (96.96%)	1 (3.04%)	1	33
IN	35 (97.22%)	1 (2.88%)	1	36
ITN	35 (100%)	0	0	35
PR	37 (92.5%)	3 (7.5%)	2	40

El mismo análisis se realizó con todas las especies registradas en la Bahía (Cuadro 2.6). Del total de 517 especies, 209 (40.42%) son exclusivas de alguna localidad y 308 (59.58%) son compartidas; esto sugiere que una alta singularidad entre los sitios. Isla Cocinas sobresale con 55 especies exclusivas, equivalente al 19.85% del total de especies registradas para esa localidad, mientras que Playa Chamela cuenta con el menor registro de especies exclusivas (4). En cuanto a las especies compartidas, Isla Cocinas presentó el registro más alto con 222 especies (42.94%).

Cuadro 2.6. Evaluación de la singularidad ecológica con todas las especies registradas para la Bahía. Isla Cocinas (IC), Isla Pajarera (IP), Isla San Andrés, (IAN), Isla Colorada (ICO), Isla Mamut (IM), Isla San Agustín (ISA), Isla San Pedro (ISP), Isla Negra (IN), Islote Anegados (ITA), Islote Novillos (ITN), Punta Rosada (PR), Punta Pérula (PP), Playa Chamela (PC) y Playa Negritos (PN).

Sitios	Total	Compartidas	Exclusivas	Porcentaje
IC	277	222	55	19.85
IP	198	174	24	12.12
IAN	139	122	17	12.23
ICO	108	103	5	4.62
IM	117	107	10	8.54
ISA	79	66	13	16.45
ISP	139	132	5	3.59
IN	115	103	12	10.43
ITA	122	115	7	5.73
ITN	58	46	12	20.68
PR	152	124	28	18.42
PP	59	49	10	16.94
PN	44	37	7	15.9
PC	21	17	4	9.09

Análisis de clasificación y ordenación

El dendrograma mostró que Isla San Agustín (grupo 2) se separa del resto de los sitios a un nivel de similitud del 45% (SIMPROF, $\pi = 1.06$, $p = 0.16$) por ser el sitio que alberga la menor riqueza. Este asilamiento se debió a la presencia del pez *Hoplopagrus guentherii*, mientras que las especies *Sargocentron suborbitalis*, *Sufflamen verres* y *Pinctada mazatlanica* no fueron registradas t lo que hizo a San Agustín separarse del resto de los sitios. En el dendrograma, la similitud osciló entre el 45 y 64% formando un solo grupo (1) dividido en cuatro subgrupos (Figura1).

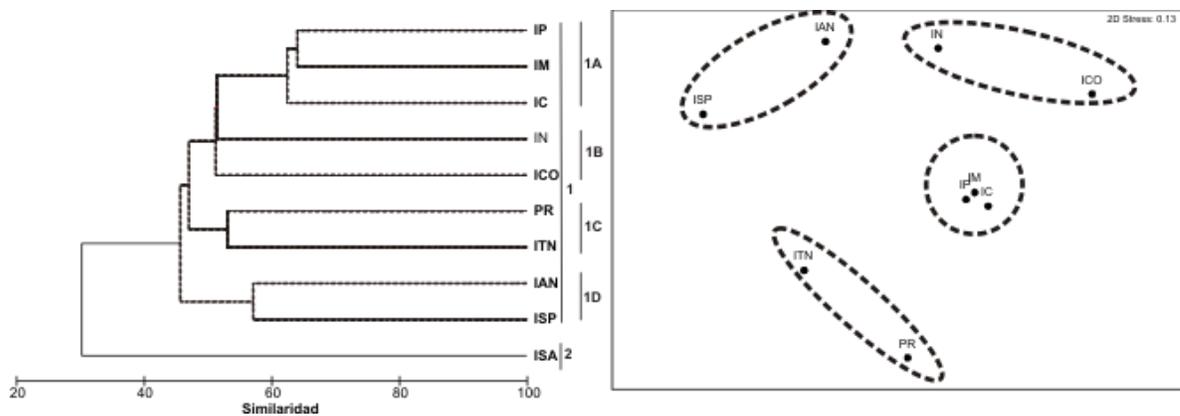


Figura 2.1. NMDS y análisis de clasificación que muestran la similitud en los sitios de utilizando las especies con algún estatus de conservación o protección.

Isla Pajarera, Isla Mamut e Isla Cocinas conformaron el subgrupo 1^a. Estas islas se encuentran muy cercanas espacialmente compartiendo especies como *Lutjanus viridis*, y *Aetobatus narinari*. El caracol *Plicopurpura pansa* fue registrado solo en Isla Cocinas situación que la separó de las otras islas.

El subgrupo 1B se conformó por Isla Negra e Isla Colorada por la presencia de especies como *Pocillopora damicornis*. El subgrupo 1C, Islote Novillos y Punta Rosada, registraron la presencia de la especie *Malacoctenus hubbsi*. Y por último, el subgrupo 1D formado por Isla San Andrés e Isla San Agustín que compartieron el 70% de las especies.

Cuadro 2.7. Equivalencia de acuerdo a los niveles de similitud

Grupo	Sitios	Resultados numéricos	Resultados verbales	Niveles de singularidad
1A	IP, IM, IC	62	Alta	Media
1B	IN, ICO	51	Alta	Media
1C	PR, ITN	53	Alta	Media
1D	IAN, ISP	57	Alta	Media
2	ISA	45	Media	Alta

La mayoría de los sitios presentaron un nivel de singularidad de tipo medio, con excepción de Isla San Agustín que presentó un valor de singularidad alto. De acuerdo con

el porcentaje de especies exclusivas en los diferentes sitios, la singularidad fue de media a alta ya que la mayoría se encuentran distribuidas en toda la Bahía. (Cuadro 2.7).

Riqueza beta

El valor de la riqueza promedio no tiene una tendencia hacia la alfa promedio mínima o máxima por lo que el nivel de singularidad de la Bahía es considerado como medio. La mayoría de las especies se comparten y un pequeño porcentaje es exclusivo para cada isla (Cuadro 2.8).

Cuadro 2.8. Resultados teóricos y observados de la riqueza Alfa, Beta y Gamma.

Tipo de riqueza	Teorico		Observado
	Mínimo	Máximo	
Alfa local			58, 56, 33, 41, 49,20,33,36,35, 40
Alfa promedio	8.4	84	40
Gamma			84
Beta	1	10	2.1
Tasa de adición	0	8.4	4.4

El valor Beta se encontró cercano al valor mínimo, sugiriendo que la composición de especies es muy similar entre cada sitio. La tasa de adición fue de cuatro especies, este es un valor situado entre el mínimo y el máximo teórico (Saéñz, 2003). Los resultados indicaron que los sitios presentan una singularidad ecológica media.

Agrupamiento de unidades ambientales.

Para construir el dendrograma se utilizaron los valores registrados para los atributos que se muestran en el Cuadro 2.9. El dendrograma define nítidamente dos ramas, con base en Valor como Herramienta (VH) este atributo define el valor como uso que presentan los sitios. En la rama derecha se encuentran los sitios con alto uso (7 sitios) que presentan valores igual, mientras que en la rama de la izquierda se encuentran los sitios (7 sitios) que presentan un uso bajo o potencial.

Cuadro 2.9. Resumen de la valoración de los atributos para cada localidad. Isla Cocinas (IC), Isla Pajarera (IP), Isla San Andrés, (IAN), Isla Colorada (ICO), Isla Mamut (IM), Isla San Agustín (ISA), Isla San Pedro (ISP), Isla Negra (IN), Islote Anegados (ITA), Islote Novillos (ITN), Punta Rosada (PR), Punta Pérula (PP), Playa Chamela (PC) y Playa Negritos (PN).

Sitio	Contribución al macroecosistema	Rareza	Calidad	Valor como herramienta
IC	2	4	2	4
IP	1	2	4	4
IAN	1	4	4	0.5
ICO	0.5	1	4	0.5
IM	1	2	2	4
ISA	0.5	2	2	4
ISP	0.5	4	2	4
IN	0.5	1	4	0.5
ITA	0.5	1	2	4
ITN	0.5	0.5	4	0.5
PR	1	1	4	0.5
PP	0.5	1	2	4
PC	0.5	4	4	2
PN	0.5	0.5	2	0.5

En la rama derecha destaca la presencia de Calidad (C) menor a 4 en cinco sitios, y valor de Rareza (R) alto (4) en dos de ellos. Considerando que todos los sitios tienen alto VH, se recomendaría una política primariamente de Restauración (énfasis en recuperación y restablecimiento) y en segundo grado de Preservación (énfasis en mantenimiento). La primera tendría que estar orientada a aumentar la calidad en los sitios Isla Mamut, Isla San Agustín, Islote Anegados y Punta Pérula, mientras que la segunda estaría orientada a mantener la alta rareza de los sitios Isla Cocinas e Isla San Pedro.

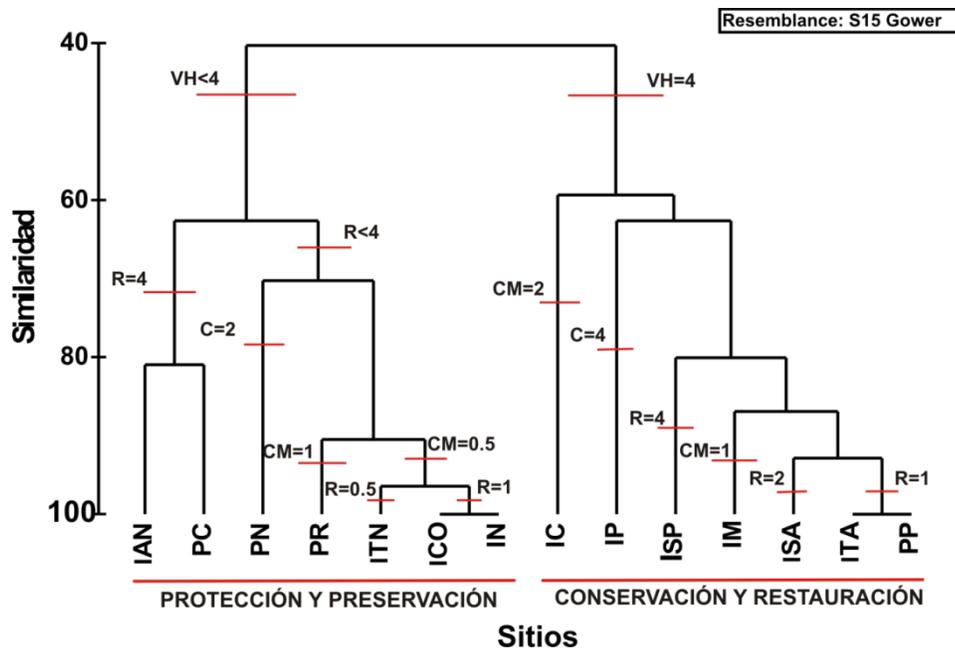


Figura 2.2. Agrupamiento de unidades ambientales con base en los cuatro atributos. VH=Valor como Herramienta, CM= Contribución al macroecosistema, C=Calidad, R=Rareza. Isla Cocinas (IC), Isla Pajarera (IP), Isla San Andrés, (IAN), Isla Colorada (ICO), Isla Mamut (IM), Isla San Agustín (ISA), Isla San Pedro (ISP), Isla Negra (IN), Islote Anegados (ITA), Islote Novillos (ITN), Punta Rosada (PR), Punta Pérula (PP), Playa Chamela (PC) y Playa Negritos (PN).

En el conglomerado izquierdo destaca la presencia de cuatro sitios con C=4 y dos sitios con R= 4. Considerando que todos los sitios tienen un valor de VH medio o bajo, se recomendaría una política primariamente de preservación (énfasis en mantenimiento) y secundariamente de Protección (énfasis en mejoramiento). La primera estaría orientada a mantener la calidad de los sitios Punta Rosada, Islote Novillos, Isla Colorada e Isla Negra, y también a mantener la rareza de los sitios Isla San Andrés y Playa Chamela. La segunda estaría orientada a mejorar la calidad del único sitio con calidad baja que corresponde a Playa Negritos. En la figura 2.3 se puede observar en el mapa la clasificación de los sitios de acuerdo a las políticas ambientales.

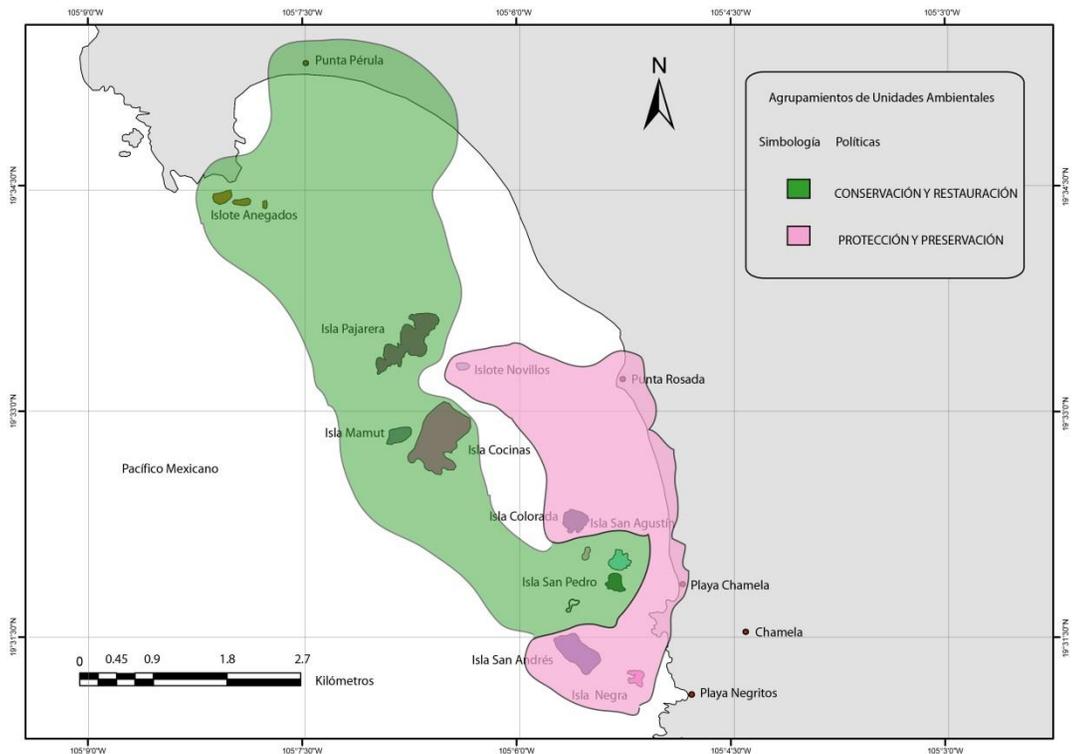


Fig. 2.3. Mapa que muestra las políticas para los agrupamientos de unidades ambientales

Con base en lo anterior, se visualizan las siguientes acciones que podrían vehicular las políticas propuestas:

Protección

El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro contempla acciones preventivas y correctivas, prioritarias para el buen funcionamiento de los ecosistemas. Esto debido a que las principales fuentes de deterioro ambiental son actividades productivas desarrolladas sin planificación y manejo adecuado que generan alteraciones y desequilibrios en el ecosistema. Estas acciones son de inspección, vigilancia, prevención de ilícitos, contingencias y la protección contra especies invasoras y especies nocivas asegurando la continuidad de los procesos evolutivos en el área protegida.

Generales

- Establecer programas de vigilancia y monitoreo de actividades.

- Establecer programas de protección a especies en riesgo e invasoras.

Específicos

- Establecer un programa de vigilancia en la Bahía haciendo énfasis en los sitios más concurridos como son Isla Cocinas e Isla Pajarera, donde es necesario señalización adecuada e información de las actividades permitidas y no permitidas.
- A través del registro de las actividades más frecuentes que se desarrollan en la Bahía. Es necesario establecer las reglas para que cada actividad se lleve a cabo de forma segura para generar el menor impacto.
- Establecer un programa entre las autoridades y la comunidad para la vigilancia del sitio.
- La extracción de materiales es una actividad de alto impacto por lo que se recomienda la concienciación de la dinámica de las playas a la población.
- Establecer programas de monitoreo de las poblaciones de especies comerciales que se encuentren bajo riesgo.
- Realizar estudios poblacionales sobre las especies que se encuentran en estatus de conservación para evaluar su riesgo.
- Hacer una revisión de la especie invasora *Branchiomma bairdi* presente en el sitio.

Preservación

El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de ellos.

Generales

- Fomentar la investigación básica y aplicada, con la finalidad de conocer y valorar los recursos naturales.

Específicos

- Establecer medidas más eficientes para el control, restricción y vigilancia de actividades referentes al aprovechamiento de especies comerciales
- Establecer programas de monitoreo y evaluación del hábitat de especies prioritarias.
- Programa de monitoreo con la finalidad de incrementar los registros de las especies catalogadas como raras.

Conservación

Definida como toda acción humana que mediante la aplicación de los conocimientos científicos y Técnicos contribuye al óptimo aprovechamiento de los recursos existentes en el ambiente. Propiciando el desarrollo integral del hombre y de la sociedad, el mantenimiento de todos los componentes biológicos de la diversidad, de sus hábitats y de los procesos de interacción entre ellos. Además favorece el uso sostenible de estos componentes y su recuperación o restauración.

Generales

- Diseño de programas de educación ambiental dirigidos a la conservación de la Bahía y a un aprovechamiento sustentable de la misma.

Específicos

- Implementar programas de evaluación de servicios ambientales y bienestar humano y programas dirigidos a jóvenes para que puedan desarrollar actividades de ecoturismo.
- Establecer acciones de educación ambiental con el fin de incrementar una conciencia de conservación y respeto a los recursos naturales.
- Se debe impulsar la gestión ambiental participativa a través de comités de manejo y conservación
- Estrategias para la conservación de especies marinas amenazadas

- Diseño de una guía de especies marinas y de actividades permitidas y no permitidas para el turismo de aventura.

Restauración

Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. Para lograr la protección y conservación de los ecosistemas y su biodiversidad presentes en el área, es necesario por un lado, frenar el deterioro ambiental y por otro lado recuperar las condiciones originales de las áreas que presentan algún tipo de impacto.

Para obtener resultados permanentes la conservación debe basarse en el diálogo y la concertación con diversos actores e intereses.

Las instituciones académicas y conservacionistas deben contar con programas y proyectos de difusión de sus actividades, así como programas de vinculación con las problemáticas locales.

Generales

- Mantenimiento de un espacio lo más apto posible para el desarrollo de actividades lúdicas sociales, necesarias para el bienestar y salud de la población

Específicos

- Programa de limpieza y mantenimiento de Isla Cocinas e Isla Pajarera por ser los sitios más visitados.
- Detección de áreas degradadas y su propuesta de restauración.

Identificación de actores

Se identificaron los actores reales y potenciales en los niveles local, regional y nacional, así como en las categorías de funcionarios públicos, agencias de gobierno, sectores privados y públicos de investigación científica y uso de los recursos (Cuadro 2.10). Esta

ordenación y categorización de actores permitió reconocerlos en número y tipo, así como su nivel de influencia en la Bahía. En cuanto a funcionarios públicos se identificaron tres locales, tres regionales y uno nacional. En cuanto a las agencias de gobierno, hubo tres locales, tres regionales y dos a nivel nacional. Para el sector privado, siete locales y dos regionales. Se identificaron tres Instituciones de asistencia y financiamientos a nivel regional. En cuanto a la comunidad científica, se registraron tres a nivel local, dos regionales y tres nacionales. Se registró una organización conservacionista, tres tipos de propietarios costeros y cinco categorías de usuarios artesanales y de subsistencia de recursos, todos ellos a nivel local.

De acuerdo al Plan de Manejo del Santuario (Miranda *et al.*, 2011) hay ocho localidades que tienen influencia en Bahía Chamela. A continuación se hace mención de estas localidades con su número de habitantes: Francisco Villa (898), Emiliano Zapata (1339), Punta Pérula (793), San Mateo (647), La Fortuna (223), Quémaro (92), Chamela (143) y Pueblo Careyes (22). Esta información fue obtenida a través del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010). De acuerdo al Sistema Nacional de Estadística y Geografía (SIEG, 2012), entre las actividades de la zona destacan los servicios (hotelería), pesca y caza, comercio, agricultura y la industria en ese orden de importancia.

De acuerdo al cuadro en primer orden se encuentran los funcionarios públicos.

Actor: Comisionado de la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP)

Nivel: Nacional

Función: Establecer y dirigir las políticas ambientales.

Influencia: Alta

Explicación: Tiene el poder de aprobar programas y apoyos económicos.

Actor: Delegado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Nivel: Regional

Función: Realizar diagnósticos sobre la problemática regional y hacer propuestas que conlleven al desarrollo sustentable en el estado

Influencia: Alta

Explicación: Poder en cuanto a toma de decisiones que pueden ya sea afectar o contribuir a la conservación del sitio.

Actor: Secretario de Turismo de Jalisco

Nivel: Regional

Función: Promover el desarrollo turístico con enfoque sustentable.

Influencia: Alta

Explicación: Al ser una zona turística, puede aprobar actividades a favor del turismo.

Actor: Secretario de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco (SEMADET)

Nivel: Regional

Función: Encargado de formular y dirigir las políticas ambientales del estado.

Influencia: Alta

Explicación: Tiene una alta influencia ya que sus acciones son con el fin de mantener el equilibrio ecológico en el estado.

Actor: Jefe de la Estación de Biología Chamela de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Nivel: Local

Función: Administración de la estación creada para apoyar la investigación biológica así como la de preservar los ecosistemas aledaños a estación.

Influencia: Alta

Explicación: Su participación es muy importante en la conservación de los ecosistemas de la zona.

Actor: Director de la Fundación Ecológica Chamela-Cuixmala

Nivel: Local

Función: Responsable de la ejecución del Plan de Manejo del santuario.

Influencia: Alta

Explicación: Se encuentra a cargo del Santuario donde participa en las labores de monitoreo y vigilancia.

Actor: Presidente Municipal

Nivel: Local

Función: Administra los bienes del municipio y proporciona servicios y seguridad a la población.

Influencia: Alta

Explicación: Su nivel le permite atender de manera inmediata a las demandas e iniciativas locales

En segundo orden se encuentran las agencias de gobierno.

Actor: CONANP

Nivel: Nacional

Función: Encargada de la revisión de los planes de manejo de las áreas protegidas así como de otorgar financiamiento

Influencia: Alta

Explicación: De ellos depende la aprobación del plan de manejo, los programas y lineamientos que se deben seguir en materia de áreas protegidas.

Actor: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)

Nivel: Nacional

Función: Vigilar el cumplimiento de la legislación ambiental sancionando a quienes incumplan con estas leyes

Influencia: Alta

Explicación: Hacer cumplir la ley en materia ambiental

Actor: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)

Nivel: Nacional

Función: Promover los apoyos para las actividades productivas mediante un uso sustentable de los recursos naturales

Influencia: Baja

Explicación: Sus decisiones no impactan directamente el área.

Actor: SEMARNAT

Nivel: Regional

Función: Aprobar los permisos para la realización de actividades al interior del Santuario

Influencia: Alta

Explicación: Poder en cuanto a toma de decisiones que pueden ya sea afectar o contribuir la conservación.

Actor: Secretaria de Desarrollo Rural (SEDER)

Nivel: Regional

Función: Fomentar el desarrollo rural de manera sustentable en el Estado de Jalisco

Influencia: Baja

Explicación: Proporcionan asesoría a usuarios relacionado con sus actividades productivas más no directamente en la zona.

Actor: El Consejo Estatal de Promoción Económica (CEPE)

Nivel: Regional

Función: Incentivar la promoción económica del estado para atraer a inversión tanto nacional como extranjera

Influencia: Baja

Explicación: No participa en la toma de decisiones en materia de conservación.

Actor: Autoridades locales y Ayuntamiento municipal

Nivel: Local

Función: Administración de los recursos, de la seguridad y de los servicios en las distintas poblaciones

Influencia: Alta

Explicación: La primera instancia a la que se dirige para atender una emergencia ambiental.

Cuadro 2.10. Actores reales y potenciales en los niveles local, regional y nacional que tienen influencia en el Santuario Islas e Islotes de Bahía Chamela. Jerarquización de su influencia:

Alto (A) Medio (B) Bajo (C) (CONAGUA, 2013).

Actores	Locales	Regionales	Nacionales
Funcionarios públicos	Jefe de Estación de Biología Chamela UNAM (A) Director del Santuario (EPM) (A) Presidente Municipal (A)	Delegado SEMARNAT Jalisco (A) Delegado de la Secretaría de Turismo (A) Delegado de la Secretaría de SEMADET (A)	Comisionado de la CONANP (A)
Agencias de Gobierno	Autoridades locales (A) Ayuntamiento municipal (A)	SEMARNAT (A) SEDER (C) CEPE (C)	CONANP(A) PROFEPA(A) SAGARPA (C)
Sector Privado	Pescadores independientes de escama (A) Pescadores independientes de pulpo y langosta (A) Cooperativas de pescadores (pesca de pulpo y escama, servicios de recorridos turísticos, cultivo de huachinango) (A) Hoteleros (A) Agencia de buceo de recreativo (A) Restauranteros (A) Concesionarios de playa Desarrollos turísticos (Zafiro y la Rosada) (A)	Intermediarios de pescadores (B) Agencias de viajes (B)	

Instituciones de asistencia y financiamiento		SEDER (C) SAGARPA (C) Secretaría de Economía (C) Gobierno estatal (C)	
Comunidad científica	Estación de Biología de Chamela-UNAM (A) Estación de Biología de la Universidad de Guadalajara (A)	UdeG (A) Universidad de Colima (A)	UNAM (A) CONABIO (A) CONACYT (A)
Organizaciones conservacionistas	Fundación Ecológica Chamela-Cuixmala (A)		
Propietarios costeros	Dueños de hoteles (A) Restauranteros (A) Desarrollos turísticos a pie de playa (A)		
Usuarios artesanales y de subsistencia de recursos.	Pescadores (A) Buzos (A) Recolectores de canto rodado (A) Población local (A) Ejidatarios (A)		

En el tercer orden se encuentra el sector privado.

Actor: Intermediarios de pescadores

Nivel: Regional

Función: Distribuyen el producto en la región.

Influencia: Media

Explicación: Dependen de la oferta y la demanda

Actor: Agencias de viaje

Nivel: Regional

Función: Promueven la visita a las islas como un atractivo turístico

Influencia: Media

Explicación: Se ha reportado poco turismo en la zona por lo que su impacto se considera como medio ya que solo se refleja por temporadas.

Actor: Pescadores independientes de escama, pulpo y langosta, cooperativas pesqueras

Nivel: Local

Función: La actividad principal es la pesca aunque suelen ofrecer recorridos al turismo y al cultivo de huachinango mediante jaulas.

Influencia: Alta

Explicación: Se benefician directamente de los recursos del sitio.

Actor: Hoteleros, restauranteros, concesionarios de playa y agencias de buceo

Nivel: Local

Función: Proporcionar los servicios turísticos en la Bahía, en cuanto a hospedaje, alimentación y paseos a las islas para snorkel o buceo.

Influencia: Alta

Explicación: Se benefician de los recursos y por lo tanto generan un impacto potencial considerable.

Actor: Desarrollos turísticos

Nivel: Local

Función: Grandes construcciones hoteleras

Influencia: Alta

Explicación: Ejercen gran presión sobre los recursos por las modificaciones que hacen al ecosistema.

En el cuarto orden se encuentran las instituciones de asistencia y financiamiento.

Actor: SAGARPA, SEDER, la Secretaría de Economía y el Gobierno estatal

Nivel: Regional

Función: A través de los diversos programas que manejan, apoyan e incentivan el desarrollo económico.

Influencia: Baja

Explicación: No tienen una influencia directa sobre las actividades, que impliquen contribuir o afectar la conservación del sitio.

En el quinto orden se encuentra la comunidad científica.

Actor: Estación de Biología Chamela (UNAM), la Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO) y la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

Nivel: Nacional

Función: Promover la investigación.

Influencia: Alta

Explicación: Los estudios que generan contribuyen al conocimiento del sitio.

Actor: Universidad de Guadalajara y la Universidad de Colima

Nivel: Regional

Función: Promover y desarrollar proyectos de investigación

Influencia: Alta

Explicación: Generación información de gran utilidad para la conservación del sitio.

Actor: Estación de Biología de Chamela (UNAM) y la Estación de Chamela (Use)

Nivel: Local

Función: Fomentar la investigación y apoyar a la comunidad en las labores de conservación del sitio.

Influencia: Alta

Explicación: Son espacios de gran importancia para la comunidad ya que ahí se genera información que sirve en apoyo a la conservación, además de compartir estos conocimientos con la comunidad.

Al sexto orden corresponde la participación de organizaciones conservacionistas

Actor: Fundación Ecológica Chamela-Cuixmala

Nivel: Local

Función: Encargada de operar el plan de manejo del Santuario.

Influencia: Alta

Explicación: Tienen a responsabilidad de llevar a cabo los programas de zonificación, vigilancia y monitoreo.

Para el séptimo orden se ubicaron a los propietarios costeros.

Actor: Dueños de hoteles, restaurantes y desarrollos turísticos a pie de playa

Nivel: Local

Función: Proporcionan servicios de alojamiento, alimentación entre otros.

Influencia: Alta

Explicación: Encargados de atender principalmente al turismo, tienen una influencia alta ya que sus acciones impactan el sitio.

En el octavo orden se encuentran a los usuarios artesanales y de subsistencia

Actor: Pescadores, buzos, recolectores de canto rodado, población local y ejidatarios

Nivel: Local

Función: Actividades de subsistencia.

Influencia: Alta

Explicación: Tienen la mayor influencia en la Bahía ya que se benefician directamente de los recursos naturales.

Discusión

La técnica selecta de diagnóstico ambiental nos permite detectar los puntos de interés a conservar, planificar el uso de la Bahía para un aprovechamiento sustentable y con ello entender cuales son las prioridades en materia de conservación (Leyva-Aguilera *et al.*, 1997; Bravo, 1998; Bobadilla, 2000; Ortiz-Lozano, 2000; Saénz, 2003 y Galván-Villa, 2010). Además, al identificar los problemas y/o usos potenciales, es posible proponer estrategias de manejo adecuadas de manera que no se tenga que interrumpir las actividades que ya se desarrollan en el área.

La Bahía de Chamela presenta características geomorfológicas que la distinguen de otras Bahías de la costa de Jalisco, además de tener la particularidad de estar catalogada como área natural protegida. Debido a que presenta un sistema insular con islas e islotes de distintos tamaños distribuidos a lo largo de toda su línea de costa, su heterogeneidad ambiental es notable, por lo que alberga una gran cantidad de especies, muchas de ellas de importancia comercial (López-Uriarte *et al.*, 2009). Además, el 16% de las especies registradas en este estudio se encuentran en algún estatus de conservación lo que le confiere mayor relevancia. Aunque las islas se encuentran bastante cercanas al continente y son relativamente accesibles, existe relativamente poca información sobre la biota marina. Durante el presente estudio se recolectaron especies nuevas para la ciencia lo que indica que hace falta investigación sobre la diversidad de toda esta región.

La Bahía presenta un estado de conservación aceptable y muestra poco uso actual. La actividad turística es una de las más relevantes, y aún así, de acuerdo con Arreola (2010), su impacto es mínimo al ser visitada en su mayoría por turismo local que buscan este lugar por su belleza escénica. La Bahía tiene mucho potencial para el desarrollo de actividades por lo que hay que considerar una propuesta de regulación para evitar la degradación del ambiente.

Durante el periodo de estudio ha habido notables cambios en Playa Chamela y Playa Negritos, desde hace aproximadamente tres años fueron cerradas al público, impidiendo el acceso al turismo y han sufrido fuertes modificaciones. De acuerdo con Castillo *et al* (2009)

estas playas serán destinadas a desarrollos turísticos que impactarán fuertemente a la Bahía. Esto puede ocasionar severos daños como deforestación, incremento de desechos sólidos, contaminación de reservas de agua, que atentan contra el equilibrio ecológico y pueden provocar la pérdida de hábitats terrestres y acuáticos (Arreola, 2010; Boege *et al.*, 2010).

De acuerdo a la valoración de cada atributo por localidad podemos considerar que en la Contribución al Macroecosistema la mayoría de las islas tiene poca contribución, esto se traduce en que cada isla tiene un elenco sistemático muy particular ya que no comparten muchas especies del listado general. Por lo tanto, y de acuerdo con Galván-Villa (2010), todos los sitios son muy importantes para la conservación de la biodiversidad total del área. También se debe considerar que algunos sitios como Anegados, Mamut y Rosada tienen una pequeña extensión en comparación con el resto. Aunque es de considerar que estos sitios poseen una alta diversidad y presentan al menos una especie en estatus de protección. En parte estos resultados pueden atribuirse a las diferencias de esfuerzo de muestro entre los diferentes sitios, aunque como se ha mencionado anteriormente, el objetivo no fue realizar un muestreo estandarizado sino relizar un inventario que nos permitiera abarcar un gran número de sitios y obtener la mayor información sobre la diversidad biológica.

Algunos autores señalan que el estado de conservación de la bahía es aceptable ya que presenta sitios con poco impacto por actividad turística debido a que la mayoría son inaccesibles para el turismo (Arreola, 2010; Galván-Villa, 2010). Sin embargo, la Bahía presenta un impacto por pesquerías lo que podría originar una disminución en la abundancia de las especies y algunos invertebrados de importancia comercial principalmente langostas, pulpos, caracoles y pepinos de mar. El buceo y el snorkel son actividades que se practican de manera poco frecuente; al encontrarse en la Bahía algunas zonas con formaciones coralinas es de esperarse que se utilicen para atraer turistas, sin embargo hay que considerar el daño que podría ocasionar y la posibilidad de hacer un estudio para minimizar los impactos que pudieran darse como se ha hecho en otros sitios (Alonso-Domínguez, 2009). Hay sitios que no tienen un uso actual pero si potencial para actividades recreativas o de investigación.

La evaluación de la singularidad ecológica ha demostrado ser una buena herramienta para hacer una evaluación de la biodiversidad tomando en cuenta las especies en estatus de protección, esta característica es utilizada para la designación de un área protegida y para las propuestas de conservación (Saénz, 2003; CONANP, 2013). En Bahía Chamela, de las 84 especies en estatus de protección, un 83% corresponde al grupo de peces. De acuerdo a lo observado en campo, vale la pena considerar otras especies que están siendo fuertemente explotadas como el caracol calavera *Malea ringens*, y evaluar a fondo las características que justificaron la inclusión especie de caracol gorrito *Crucibullum scutellatum* para ser catalogada en la NOM 059 bajo protección especial. Este caracol es muy abundante en la Bahía y en otras localidades del Pacífico central además de no ser explotada. Esta especie es difícil de reconocer a simple vista con otras especies del mismo género.

Se observó una alta cantidad de especies compartidas, esto se traduce en una singularidad representada por valores medios para la mayoría de los sitios, resultados que concuerdan con el trabajo de Galván-Villa (2010). También hay una concordancia con la valoración de 4 en el atributo de calidad. Esto puede deberse a que al ser especies en estatus de conservación, la mayoría se encuentran distribuidas dentro de la Bahía, lo que habla del buen nivel de conservación en el que se encuentra.

El análisis de clasificación y ordenación confirmaron que la amplia distribución de las especies en protección hace que se forme un solo grupo del cuál se desprende Isla San Agustín. Este sitio tuvo una baja riqueza y una alta singularidad debido a la presencia de la especie *Hoplopagrus guentherii*, único sitio donde se registró. Las demás localidades tendieron a formar subgrupos de acuerdo a las especies que comparten y su singularidad es de tipo medio. Lo que es corroborado en la diversidad beta, la cual es muy baja debido a que la mayoría de las especies presentan una amplia distribución en la Bahía y pocas son exclusivas para cada isla en lo que se refiere a aquellas que están en un estatus de conservación. Sin embargo, el listado general sí presenta una alta singularidad ya que son escasas las especies compartidas entre los sitios.

El empleo de la similitud entre sitios en un modo relacionable con diagnóstico para toma de decisiones, es una aproximación muy operativa. Recientemente, Mondragón y Escofet (2013) la emplearon para mostrar que los sitios impactados por un accidente marítimo en Bahía de Todos Santos (Baja California) eran suficientemente diferentes como para haber ameritado evaluaciones separadas, y sobre esa base concluyen que la fianza ambiental aplicada, no había sido sobreestimada. Las mismas autoras recapitulan los usos anteriores de la aproximación, señalando que Betters y Rubing (1978) la emplearon en modo pionero para relacionar parcelas homogéneas, con unidades de manejo, y que Ortiz Lozano (2006) hizo lo propio con asignación de políticas de manejo según unidades homogéneas de arrecifes coralinos. El caso de Ortiz Lozano (op. cit) es particularmente relevante para esta tesis, ya que fue pionero en hacer un análisis de similitud con base en los descriptores sintéticos de la TSDA, del modo en que se ha hecho.

Un actor social es aquel individuo o grupo que toma decisiones sobre los socioecosistemas o influye en estos (Castillo *et al.*, 2005). Es necesario identificar a los actores ya que ellos deben estar implicados en la toma de decisiones. Ortiz-Lozano (2000) menciona que es preferible que la mayoría de los actores sean locales porque favorece los arreglos de manejo ya que son en primera instancia los involucrados directamente y se benefician de los recursos. De esta manera su participación es fundamental para la conservación de la Bahía, todo esto con el apoyo de la ONG y las Universidades involucradas en la investigación. En cuanto a los actores a nivel nacional se detectaron las secretarías gubernamentales que de alguna manera pudieran intervenir para proporcionar capacitación a los actores, en cambio no se encontraron actores internacionales involucrados en la región. El análisis de actores resultó de gran utilidad para conocerlos, saber su posible influencia, el impacto sobre los recursos y la manera en que pueden participar y así evitar usos conflictivos.

Para lograr implementar el proceso de planificación, es necesario promover la participación de todos los actores, ya que ellos determinarán el apoyo o la oposición a las estrategias de conservación. Además, es necesario realizar trabajo de investigación y monitoreo ambiental que genere información ecológica más completa así como

implementar políticas ambientales para lograr el desarrollo sostenible. Parte de la información que se analiza en este estudio se obtuvo a través del plan de manejo (Miranda *et al.*, 2011). Sin embargo, este plan tiene deficiencias en cuanto a información marina, por ejemplo, señalan que no hay actividades productivas que se vinculen a la pesca cuando se tiene registrado el turismo de pesca deportiva y la maricultura. También se mencionan que hay 104 especies que son aprovechadas en la pesca sin presentar una lista de estas especies. De igual manera aborda la problemática del turismo y las actividades recreativas, donde propone una zonificación basándose en la poca información que posee sobre el ambiente marino. Es por ello, que esta investigación tiene la finalidad de complementar la información para que posteriormente se diseñe un plan de manejo más acorde a la situación de Bahía Chamela.

La Bahía presenta una gran diversidad biológica y paisajística, existen evidencias de otros trabajos que señalan que en la actualidad no hay un impacto fuerte sobre los ecosistemas de la región (Arreola, 2010; Galván-Villa, 2010; Miranda *et al.*, 2011), lo cual requiere de una evaluación mas detallada ya que efectivamente diferentes actividades productivas, principalmente la pesca artesanal y el turismo, ejercen estrés ambiental importante. Además, se ha permitido el establecimiento de nuevos desarrollos turísticos que podrán ejercer un impacto negativo adicional. De acuerdo a los resultados de la singularidad ecológica, la mayoría de las localidades obtuvieron valores de tipo medio, esto significa que todas aportan de igual manera a la diversidad del sistema. Se propone como objetos de conservación a las especies en estatus de protección y a la rareza ecológica, con la meta de lograr la protección total de la biodiversidad registrada. De esta manera se concluye que para lograr la protección de las especies residentes es necesario que se conserven todos los sitios, así como regular las actividades que se desarrollan en ellos.

CAPÍTULO III.

EVALUACIÓN DE PROCESOS DE GESTIÓN MARINO-COSTEROS A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE UN ORDENAMIENTO ESPACIAL MARINO

Introducción

La diversidad biológica que poseen los océanos se encuentra ligada a los servicios ecosistémicos (MEA, 2005; Thrush y Dayton, 2010) que se refieren a la producción de bienes (productos) y servicios (funciones), fundamentales para mantener los suministros y los ciclos globales de la humanidad (Halpern *et al.*, 2008; Heip *et al.*, 2009). Estos bienes y servicios son una herramienta útil para la conservación de los ecosistemas, ya que pueden ser cuantificados y proporcionan información sobre el impacto de la actividad humana (Beaumont *et al.*, 2006).

El litoral de los océanos también llamado zona costera, tiene importancia ecológica y económica, en ella se presenta la mayor productividad biológica, por lo que provee gran parte de las capturas pesqueras. Esta región es esencial para el desarrollo de muchos países. México presenta una extensa área marino-costera con cerca del 65% en comparación con la parte terrestre que corresponde al 35% lo que origina una gran riqueza en cuanto servicios ecosistémicos (Lara-Lara, 2008). Es así como la pesquería se convierte en una de las actividades predominantes en las zonas costeras y fuente de empleo para muchas familias.

No solo la actividad pesquera es importante en estas áreas, también el turismo de playa (hoteles y restaurantes), así como otras actividades de tipo agrícola y ganadero que se realizan en sus cercanías tienen relevancia ecológica y económica. La sobreexplotación de los recursos por la constante demanda, la contaminación, el desarrollo urbano y las diferentes actividades, a veces resultan ser incompatibles entre ellas. Esto genera conflictos en el ambiente y los usuarios, produciendo impactos acumulativos que deterioran la calidad de los bienes y servicios. (Blæsbjerg, 2009; Ehler y Douvere, 2009; Douvere, 2010).

Garantizar una calidad de vida óptima para los usuarios de la zona litoral y el aprovechamiento sustentable de los bienes y servicios, requiere el mantenimiento de los

procesos ecológicos de los ecosistemas así como de las especies que habitan estas zonas. Por ello es importante la aplicación de políticas y programas cuyo objetivo sea el aprovechamiento sustentable de los recursos y recuperar aquellos ecosistemas que han sido dañados por las actividades antropogénicas.

El ordenamiento ecológico del territorio es el primer instrumento para establecer un marco regulatorio de las actividades que se desarrollan en una zona, ya que tiene el propósito de preservar los recursos sin obstruir el desarrollo económico y social. Esta herramienta ha sido usada comúnmente en ambientes terrestres, a diferencia de medio marino donde aún no se han desarrollado completamente estos marcos regulatorios. Esta ausencia en la regulación de los ecosistemas costeros ha generado conflictos entre los diferentes usuarios, donde las autoridades no han establecido una adecuada planeación reflejándose en una sobreexplotación de los recursos, que conlleva a la destrucción de hábitats y la pérdida de la biodiversidad.

Recientemente, se ha propuesto que el Ordenamiento Espacial Marino (OEM) es un proceso de planificación que permite establecer prioridades, hacer un uso eficiente de los recursos, conocer los usos y las actividades potenciales de un área y con ello dar una dirección real y posible de los bienes y servicios de la zona costera (Douvere, 2008; Smith, 2011; *et al.*, Lester *et al.*, 2012; MarViva, 2013). En ambientes marinos los procesos que regulan las actividades antropogénicas tienen lugar en diferentes escalas geográficas, desde algunos metros hasta kilómetros (Beck *et al.* 2009). El OEM analiza y hace una distribución espacial de las actividades humanas de acuerdo a objetivos ecológicos, económicos y sociales; su finalidad es lograr el desarrollo sostenible a través de una disminución de los conflictos entre las diferentes actividades y minimizar el impacto que generan en los ecosistemas promoviendo un adecuado uso del espacio y los recursos (Gilliland y Laffoley, 2008; Ehler y Douvere, 2009).

Este ordenamiento es considerado un proceso integral donde debe involucrarse a todos los actores que de alguna manera tienen participación en el área. Durante este proceso, se requiere primeramente la selección del área de estudio de acuerdo con ciertas

características. Posteriormente, se procede a un análisis de los hábitats marinos incluyendo su ubicación e importancia, para finalmente, llevar a cabo una revisión de las actividades humanas y sus usos, así como un análisis de compatibilidad entre ambas y proyectar un escenario a futuro (Figura 3.1).

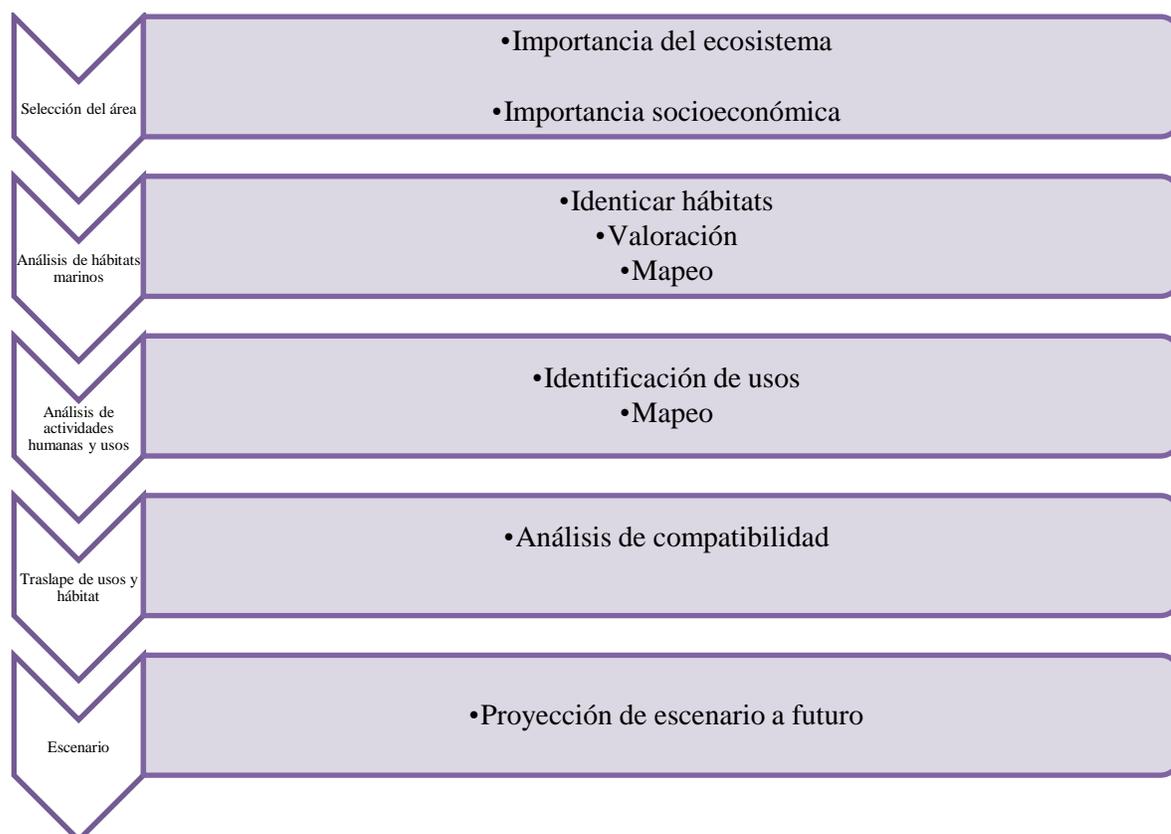


Figura 3.1. Proceso del Ordenamiento Espacial Marino (OEM) basado en el manual de MarViva (2013).

MarViva es una Fundación que tiene la finalidad de conservar y hacer un uso sostenible de los recursos naturales marinos en el Pacífico Tropical Oriental (Colombia, Panamá y Costa Rica). Su objetivo principal es brindar asesoría tanto técnica como científica, para ello, elaboró un manual de Ordenamiento Espacial Marino que sirve de guía durante el proceso. Esta metodología se está aplicando en áreas protegidas de Panamá y Costa Rica quienes ya iniciaron un programa piloto de OEM. Este manual tiene la ventaja de que puede adaptarse al sitio de interés y a la información disponible.

En México se han realizado trabajos que implican este tipo de procedimiento como es el caso del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (Universidad de Quintana Roo, 2008), y el de Planificación de la conservación marina en el Golfo de California (Siegel, 2013). En la Costa de Jalisco existe un Programa de Ordenamiento Ecológico (1999). En este trabajo el menciona que una de las principales problemáticas para la región es el crecimiento demográfico, que a su vez conlleva a una explotación de los recursos naturales, originando incrementar las actividades como la ganadería y la agricultura con el consecuente cambio de uso de suelo. Esto trae como consecuencias, pérdida de suelo y hábitat, así como contaminación en los sistemas hidrológicos. Existe también una falta de planeación en cuanto a la actividad pesquera, donde se utilizan pocas artes de pesca y se centran en algunas especies lo que genera una sobreexplotación. Por último el turismo, actividad fuerte en la región, se encuentra de manera incipiente en la Bahía. Con base en esto, una propuesta para impulsar el turismo de tipo ecológico se hace necesaria, esto sin dejar a un lado los decretos para protección de flora y fauna.

Bahía Chamela debido a su importancia ecológica y con alto potencial para el desarrollo de diversas actividades y usos, ha resultado ser un sitio adecuado para aplicar este tipo de metodología, cuenta con un área protegida en la categoría de santuario y existe un plan de manejo y zonificación. Sin embargo, este plan carece de los elementos referentes a la descripción de los hábitats marinos y las especies residentes, los cuales fueron parte de los objetivos de este trabajo y que han servido de insumo para un análisis más integral. De esta manera, el objetivo principal de este estudio es generar una propuesta base de ordenamiento espacial marino como un ejercicio para la regulación de la zona costera-marina de Bahía de Chamela.

Metodología

Se siguió la metodología propuesta por MarViva (2013) con modificaciones para adaptarla al área de estudio, Se utilizó información obtenida en campo y como bibliográfica. Se consideró para este análisis a las especies en estatus de conservación y se

estableció como meta incluir al menos el 30% de hábitats protegidos que sean representativos de la Bahía.

Identificación de hábitats.- El trabajo de campo para la identificación de los hábitats bentónicos se llevo a cabo de 2009 a 2010 con un total de 240 observaciones, se tomaron datos de su cobertura en el área de estudio a partir de observaciones directas en ocho localidades seleccionadas (Islote Anegados, Isla Pajarera, Isla Cocinas, Isla Elefante, Isla Colorada, Isla San Pedro, Isla San Andrés e Isla Negra). En cada localidad de muestreo se realizaron tres transectos con 10 cuadrantes de 1 m² utilizando equipo SCUBA. En cada ocasión, se estimó de manera visual el porcentaje de cobertura de los seis tipos de sustrato principales: roca, coral, arena, escombros (restos de conchas), algas y otros, en este último se consideró formaciones tubícolas, canto rodado, etc.

Para determinar posibles diferencias entre los tipos de sustrato de acuerdo a su contribución, se analizaron los datos de cobertura de cada sitio y se elaboró una matriz donde las variables fueron los tipos de sustrato de las 240 observaciones de las localidades. Los datos expresados en porcentaje fueron transformados mediante arcoseno debido a los valores cercanos a cero y a que los datos fueron tomados en porcentajes. Se utilizó el procedimiento de análisis de porcentaje de similitudes (SIMPER) de una vía, usando distancias euclidianas como estimador y seleccionando sitios como. Este análisis es útil para cuantificar la contribución de cada tipo de sustrato a la diferenciación o similitud. Por último se generó un análisis de escalonamiento multidimensional no métrico (NMDS) para identificar el nivel de asociación. Todos los análisis fueron realizados con el programa PRIMER v6 (Clarke y Gorley 2006).

Valoración de hábitats.- No solo es importante identificar los hábitats también es necesario conocer la importancia ecológica relativa de cada uno de ellos, se le dice relativa porque es con respecto al criterio utilizado para la valoración, Para este análisis se consideraron los siguientes criterios y valores (Cuadro 3.1):

Cuadro 3.1. Criterios empleados para el análisis de valoración de hábitat.

Criterio	Valoración	Valor
	Alto 67 – 100%	3
Riqueza	Media 33 - 66%	2
	Baja 0-32%	1
	Mantiene sus características originales	3
Estado de conservación	Moderadamente afectado	2
	Muy afectado	1
El número	Alto 57- 84	3
de especies poco	Medio 29- 56	2
comunes, amenazadas	Bajo 1-28	1
o endémicas		
	Grande	3
Tamaño del sitio	Mediana	2
	Pequeña	1
	4 tipos de sustrato > 5% de cobertura	3
Heterogeneidad, disponibilidad de hábitat y nichos ecológicos	3 tipos de sustrato > 5% de cobertura	2
	2 tipos de sustrato > 5% de cobertura	1

La valoración de la riqueza se obtuvo dividiendo el número de especies en estatus de protección de cada localidad entre el total de especies registrado (439) y multiplicado por 100 para obtener el porcentaje. Posteriormente, se establecieron rangos para determinar los sitios con valores bajos o altos en cuanto a las especies protegidas: alto ($\geq 67\%$), medio (33-66%) y bajo ($\leq 32\%$), y se asignaron valores de 3, 2 y 1, respectivamente.

El estado de conservación de la localidad se determinó siguiendo la propuesta específica de Marviva (2013), modificado de acuerdo las características de la Bahía y a la información disponible considerando las actividades que dejaran algún impacto en los ecosistemas del sitio. Por ejemplo, si no había una actividad registrada para el sitio se consideró que mantenía sus características originales, si existía algún tipo de actividad y/o uso y al número de estos, se consideró moderadamente o muy afectado.

Se estableció el número de especies en estatus de conservación por localidad. Con el total de especies para la bahía (84), se estableció la siguiente valoración: entre 57-84 especies se determinó que era alto, entre 29 y 56 de tipo medio, y menor a 28 especies fue bajo. Para el tamaño del sitio se tomó en cuenta el área terrestre que ocupa, las de mayor extensión se les valoró como grandes, enseguida medianas y por último las formaciones rocosas (islotos) se categorizaron como pequeñas. La heterogeneidad o disponibilidad de hábitat se evaluó tomando en cuenta la presencia mayor al 5% de seis tipos de sustrato: roca, coral, arena, escombros (restos de conchas), algas y otros, en este último se consideró formaciones tubícolas, canto rodado, etc. El hábitat que presentó más de cuatro tipos de sustrato se le asignó un valor de 3, con tres tipos un valor de 2 y con un tipo de sustrato el valor fue de 1.

Mapeo.- Cada hábitat tuvo un valor que fue el resultado del promedio de las puntuaciones de cada criterio y es representado en un mapa para ver su ubicación, sus límites y su importancia ecológica. Las puntuaciones asignadas serán: alta (valores 3.0-2.6, media (valores 2.5-1.6) y baja (valores 1.5-1).

Análisis de las actividades humanas y usos.- En este análisis es importante que los usos estén identificados y delimitados espacialmente, para ello se organizó la información

mediante categorías. Una vez identificados actividades y usos, se procedió al mapeo para ubicarlos geográficamente y detectar posibles traslapes.

Cuadro 3.2. Criterios y valoración empleados en el análisis de actividades humanas y sus usos.

Criterio	Definición	Puntuación
Número de usuarios beneficiados	Número de turistas, pescadores, desarrolladores turísticos, prestadores de servicio	Muy alto
		Alto
		Medio
		Bajo
		Muy bajo
Número de personas que dependen de la actividad	Auto-empleo, empleo directo, empleo indirecto	Muy alta cantidad
		Alta cantidad
		Mediana cantidad
		Baja cantidad
		Muy baja cantidad
Importancia económica	Capital financiero potencial que podrá ser generado en el sitio	Muy alto
		Alto
		Medio
		Bajo
		Muy bajo
Importancia sociocultural	Dependencia económica de grupos vulnerables	Muy alto
		Alto
		Medio
		Bajo
		Muy bajo

Cada uso fue evaluado mediante cuatro criterios. El primero fue el número de usuarios que se benefician con la actividad como puede ser turistas, pescadores, prestadores de servicio entre otros. Segundo, el número de personas que dependen al ser autoempleo, o trabajan para alguien más directa o indirectamente. Tercero, la importancia económica y sociocultural que analiza los bienes económicos que se generan, y por último la dependencia de grupos vulnerables hacia estos. El valor final es el promedio del valor resultante de los cuatro criterios. (Cuadro 3.2).

Traslape de usos y hábitat.- El impacto de un uso depende de las características del mismo y del hábitat donde se desarrolla, así cuando un sitio se encuentra con cierto nivel de degradación, la frecuencia y la extensión de un determinado uso nos dirá si es compatible o no, o si requiere de algún tipo de manejo. Para este análisis, es necesario conocer como ocurren las distintas actividades en tiempo y espacio y de que manera afectan los hábitats. Que dos tipos de uso se traslapen no significa que haya un conflicto entre ellos, ya que en realidad, el impacto depende de las características tanto del hábitat como de la propia actividad.

Para el traslape se propuso una serie de criterios que evalúan la presión que ejerce el uso y la capacidad del sitio para resistir el impacto de dicha actividad, es decir, su fragilidad (Cuadro 3.3). El valor final para cada hábitat y uso es el resultado del promedio de la puntuación de cada criterio.

Cuadro 3.3. Criterios utilizados para valorar la fragilidad de hábitat y la presión ejercida por los usos.

Criterio	Definición	Valoración verbal	Valoración numérica	
Degradación	Estado actual del hábitat como consecuencia de acciones antrópicas (efectos acumulativos). Los hábitats más degradados son más susceptibles a las futuras presiones.	Muy alto	10	
		Alto	8	
		Mediano	6	
		Bajo	4	
		Muy bajo	2	
Hábitat	Nivel de tensión ambiental	Muy alto	10	
		Alto	8	
		Mediano	6	
		Bajo	4	
		Muy bajo	2	
Intensidad	Cantidad, volumen, peso, número de usuarios u otras variables que ayudan a medir el tamaño o extensión de la actividad	Muy alto	10	
		Alto	8	
		Mediano	6	
		Bajo	4	
		Muy bajo	2	
Actividades antrópicas	Frecuencia	Regularidad con la cual la actividad antrópica desarrolla	Permanente	10
			9-11 meses del año (diaria)	8
			6-8 meses del año, (regular a frecuente)	6

		2-5 meses del año,	4
		Esporádico	2
		>75% del área	10
Extensión	Proporción entre la actividad antrópica y el hábitat	55-74% del área	8
		35-54% del área	6
		15-34% del área	4
		5-14% del área	2

No solo es importante conocer el grado de presión ejercida por un uso, también es necesario analizar los impactos acumulativos de la presión ejercida por los diferentes usos en combinación con la fragilidad de cada hábitat. Para conocer este impacto acumulativo se hizo una sumatoria de las actividades que se desarrollan en cada localidad, obteniendo una expresión tanto verbal como numérica. El resultado se identificó en los rangos de impacto (Cuadro 3.4) que se determinaron de acuerdo al valor de la suma de todas las actividades (62). El resultado fue un mapa donde se observa el nivel de acumulación de los impactos en un hábitat al traslape de usos en cada localidad.

Cuadro. 3.4. Rangos para el análisis de impactos acumulativos de hábitats

Sumatoria	Valoración verbal
51 - 62	Muy alto
38-50	Alto
26-38	Medio
13-25	Bajo
0 - 12	Muy bajo

Se realizó una matriz de compatibilidad de usos considerando que un uso puede competir por los recursos que utiliza otro o que puede impedir su desarrollo al utilizar el mismo espacio físico o impedir su movilidad. En esta matriz se puede observar cual es el impacto que pueden generar y también es posible reconocer cuales no tienen relación aparente, cuales son compatibles, compatibles bajo regulación o definitivamente incompatibles.

Proyección de escenario a futuro.- Se construyó un escenario de acuerdo al objetivo y la meta propuesta que es la conservación de los recursos naturales. En este escenario se trató de ser lo más incluyente posible, integrando la seguridad de los ecosistemas y el aprovechamiento sustentable de los recursos. Los resultados se reflejaron en un mapa de aspiraciones. En este mapa se señalaron las zonas de no extracción, los lugares específicos para que se desarrollen las distintas actividades, protegiendo las formaciones coralinas y arrecifes rocosos con la finalidad de reducir riesgos y favorecer la conectividad entre localidades.

Resultados

Selección del área de estudio

El área de estudio corresponde al Santuario Islas e Islotes de Bahía Chamela, la cual es un área natural protegida (ANP) decretada el 13 de junio de 2002. La categoría en la que se encuentra, considera áreas de gran riqueza de flora y fauna o por presencia de especies o subespecies de hábitat restringido (e.g. cañadas, grutas, relictos, cenotes) (LGEEPA, 1988). Se eligieron las localidades, Islote Anegados, Isla Pajarera, Isla Cocinas, Isla Elefante, Isla Colorada, Isla San Pedro, Isla San Andrés e Isla Negra en los cuales se llevó a cabo un inventario de la biota marina conspicua de los grupos taxonómicos mas representativos peces, crustáceos, moluscos, equinodermos, poliquetos y cnidarios. Este inventario demostró la presencia de una gran riqueza de especies marinas de las cuales un alto porcentaje se encuentra en algún estatus de conservación. Aunque es considerado como un sitio de importancia pesquera y turística, en la actualidad presenta un buen estado de conservación de acuerdo al diagnóstico ambiental cuyos resultados se exponen en el capítulo II, estos usos actuales y potenciales son la que la hacen el lugar ideal para este análisis.

Análisis de hábitats marinos

Identificación de hábitats.- En el gráfico de NMDS (Figura 3.2), la distancia entre ellos refleja la semejanza entre las localidades en relación a la cobertura de los distintos tipos de

sustrato. Se observa que en la mayoría de las localidades hay una tendencia en cuanto a una cobertura más homogénea, mientras que algunas muestras se dispersan debido a que presentan una mayor heterogeneidad en los tipos de sustrato.

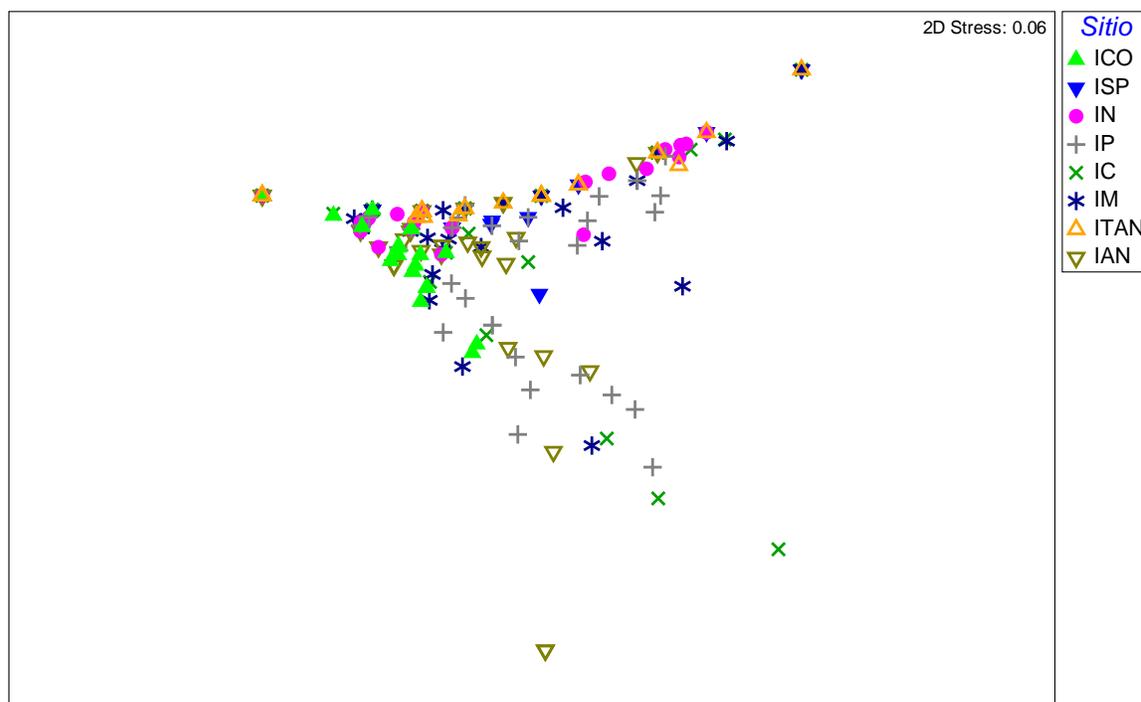


Figura 3.2. Resultados del NMDS con datos del sustrato utilizando distancias euclidianas. IC= Isla Cocinas, ISP= Isla San Pedro, IM= Isla Mamut, ISA= Isla San Andrés, IN= Isla Negra, IP= Isla Pajarera, ICO= Isla Colorada e ITA= Islote Anegados.

En el cuadro 3.4. se presentan los porcentajes para cada tipo de sustrato, la riqueza por sitio y el tamaño del sitio, en el se aprecia que las islas más grandes son aquellas que poseen la mayor riqueza de especies. El fondo marino de las localidades estudiadas está representado principalmente por sustrato rocoso (34.4-78.9%) y arenoso (48.9-0.9%). Hay que resaltar que en Isla San Andrés el coral duro (40.2%) contribuyó de manera importante al sistema (Cuadro 3.5).

Cuadro 3.5. Porcentajes de tipo de sustrato, incluyendo la R= Riqueza y el T= Tamaño de localidad. IC= Isla Cocinas, ISP= Isla San Pedro, IM= Isla Mamut, ISA= Isla San Andrés, IN= Isla Negra, IP= Isla Pajarera, ICO= Isla Colorada e ITA= Islote Anegados.

Localidad	Roca	Arena	Escombros	Coral Duro	Macroalgas	Otros	R	T
IC	42.00%	30.30%	0.10%	3.20%	9.20%	15.20%	277	G
IP	34.40%	26.00%	6.00%	12.30%	16.50%	4.80%	198	G
IAN	42.90%	12.40%	1.30%	40.20%	3.50%	0%	139	M
ICO	78.90%	0.90%	15.60%	0.10%	1.20%	3.30%	108	M
IM	52.90%	36.40%	0.80%	3.30%	0.30%	6.90%	117	CH
ISP	57.90%	39.50%	2.20%	0.10%	0.10%	0.10%	139	M
IN	49.40%	48.90%	1.20%	0.30%	0.10%	0%	115	M
ITA	62.60%	37.20%	16.00%	0%	0%	0.60%	122	CH

Valoración de hábitats.- La complejidad del hábitat se ha relacionado con la riqueza de especies bentónicas; en ambientes someros la heterogeneidad del fondo marino indica un mayor número de micro-hábitats que favorece la coexistencia de más especies, cada una con adaptaciones muy particulares a los distintos tipos de sustrato. El reparto de estos micro-hábitats permite el incremento de la biodiversidad ya que cada especie ocupa un nicho ecológico diferente. De esta manera, la gran heterogeneidad de sustratos de Bahía Chamela contribuye a explicar la diversidad de su biota marina. Adicionalmente, la presencia de islas e islotes de diferentes tamaños con playas rocosas y arenosas expuestas y protegidas contribuyen también a incrementar la heterogeneidad espacial de la Bahía. La mayoría de las localidades de la Bahía presentaron todos los tipos de sustrato y en general una riqueza de especies y diversidad alta (Cuadro 3.6).

Cuadro 3.6. Valoración de las localidades de acuerdo a los criterios de riqueza. Estado de conservación, número de especies en estatus de conservación, tamaño del sitio y heterogeneidad. IC= Isla Cocinas, ISP= Isla San Pedro, IM= Isla Mamut, ISA= Isla San Andrés, IN= Isla Negra, IP= Isla Pajarera, ICO= Isla Colorada e ITA= Islote Anegados.

Localidad	Riqueza de especies	Estado de Conservación e Impacto	Número de especies poco comunes, amenazadas o endémicas	Tamaño del sitio	Heterogeneidad, disponibilidad de hábitat y nichos ecológicos	Valor final
IC	277 (63.09%)	Impactado por turismo	58	Grande	4 tipos de sustrato	2.6
	valor = 2	valor = 2	valor = 3	valor = 3	valor = 3	Alta
IP	198 (45.10%)	Sin impacto	56	Grande	5 tipos de sustrato	2.6
	valor = 2	valor = 3	valor = 2	valor = 3	valor = 3	Alta
IAN	139 (31.66%) valor = 1	Sin impacto	33	Mediano valor = 2	3 tipos de sustrato	2
		valor = 3	valor = 2		valor = 2	Media
ICO	108 (24.60%) valor = 1	Sin impacto	41	Mediano	2 tipos de sustrato	1.8
		valor = 3	valor = 2	valor = 2	valor = 1	Media
IM	117 (26.65%) valor = 1	Impacto por buceo y snorkel	49	Chica	3 tipos de sustrato	1.6
		valor = 2	valor = 2	valor = 1	valor = 2	Media
ISP	139 (31.66%) valor = 1	Extracción canto rodado y anclaje	33	Mediano valor = 2	2 tipos de sustrato	1.6
		valor = 2	valor = 2		valor = 1	Media
IN	115 (26.19%) valor = 1	Sin impacto	36	Mediano	2 tipos de sustrato	1.8
		valor = 3	valor = 2	valor = 2	valor = 1	Media
ITA	122 (27.79%) valor = 1	Impacto por anclaje	35	Chica	3 tipos de sustrato	1.6
		valor = 2	valor = 2	valor = 1	valor = 2	Media
TOTAL	439 (100%)		84 especies		6 tipos de sustrato	

En relación a la valoración de hábitat Isla Cocinas e Isla Pajarera obtuvieron la mayor puntuación. Ambas poseen una alta riqueza y una gran cantidad de especies en estatus de conservación. Fueron las islas de mayor tamaño y heterogeneidad ambiental (Cuadro 3.6., Figura 3.3). Solo Isla Cocinas presentó un impacto por actividad turística. El resto de las localidades presentaron un valor de tipo medio con niveles de riqueza bajos y con menor presencia de tipos de sustrato, algunos de ellos con impacto por actividades.

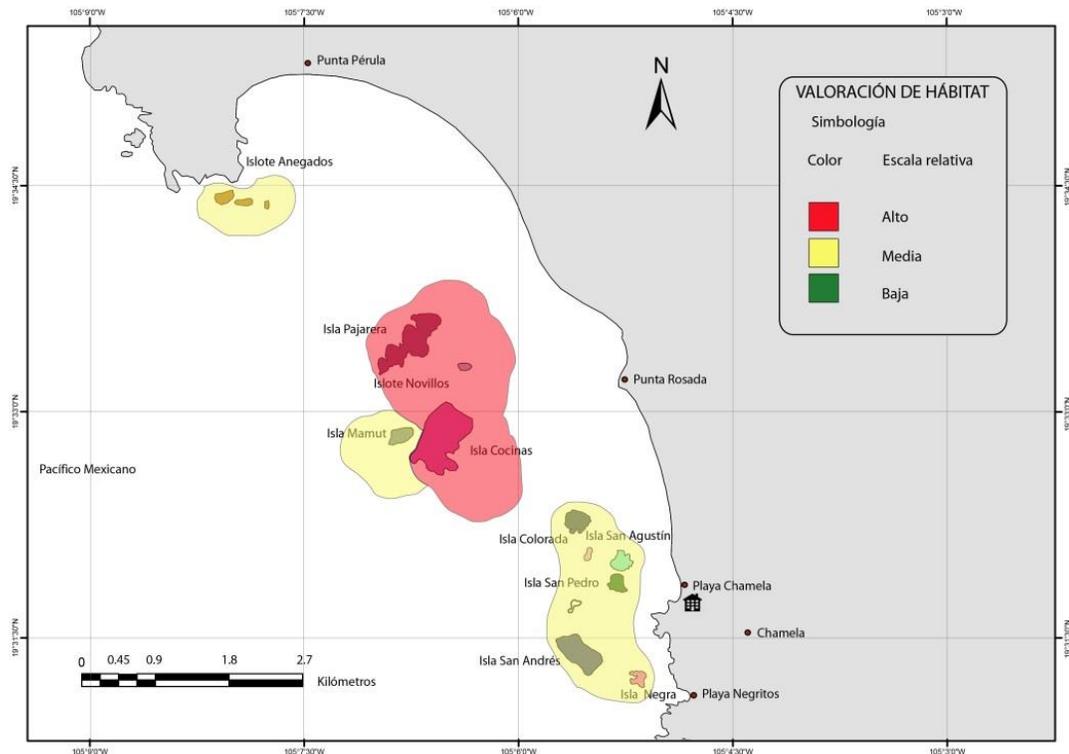


Figura 3.3. Mapa de valoración de hábitats.

Análisis de actividades humanas y usos

Identificación de usos.- En Bahía Chamela se han identificado diversos usos los cuales pueden ser clasificados de acuerdo a distintas categorías principales que a su vez corresponden a subcategorías más específicas de acuerdo a la actividad considerada (Cuadro 3.7). Algunos de los usos afectan a toda la Bahía como el tráfico de embarcaciones y la sedimentación debido a la escorrentía de sustratos terrígenos a lo largo de todo el litoral. También su efecto puede tener diferente intensidad dependiendo del origen, como la

contaminación química por pesticidas proveniente de los campos de cultivo adyacentes o la contaminación de aguas residuales urbanas y el desarrollo turístico.

Cuadro 3.7. Identificación de actividades y usos que se dan en la Bahía por categorías.

Categoría	Subcategoría	Localidades
Pesca	Deportiva	PN, IC, PC
	Artesanal (Arpón, atarraya, red agallera, línea de mano, trasmallo, trampas, línea de fondo, palangre, submarina)	ITA, ISP, ISA, IAN
	Maricultura (jaula)	PP
Infraestructura Portuaria	Marina, puertos, canales y muelles	No se registró
Turismo	Ecológico (Anidación de tortugas marinas, observación de cetáceos, observación de aves, buceo recreativo, snorkel)	ITA, IP, PP, IM, IC, ISA
	Tradicional (Sol y arena)	PP, IC
Rutas de navegación	Tráfico internacional	No se registró
	Tráfico local (personas, mercancías y motos)	Al interior de la Bahía
	Embarcaciones de pesca	Al interior de la Bahía
	Policía y patrullas militares	Al interior de la Bahía
Actividades terrestres con impacto marino	Contaminación química (pesticidas)	Hay dos esteros que desembocan en la Bahía y existen prácticas de agricultura en tierras altas
	Contaminación orgánica (aguas residuales)	No hay planta de tratamiento
	Sedimentación	Al interior de la Bahía
	Desarrollo urbano	PP, PC (turístico en construcción)

En Bahía Chamela (Figura 3.4, Cuadro 3.8) la pesca deportiva es una actividad circunstancial donde los pescadores del lugar participan de manera poco frecuente por lo que es de menor importancia económica y cultural, representando por lo tanto un bajo impacto en la región. Por otro lado, la pesca artesanal es una actividad de relevancia que se lleva a cabo principalmente mediante redes de trasmallo, trampa, etc. Este es el medio de subsistencia directa o indirecta de una gran parte de los pobladores ya sea para autoconsumo o venta, por lo que su importancia económica es muy alta. En las pesquerías, el problema no solo es la sobreexplotación del recurso, involucra el impacto que generan las embarcaciones en cuanto a contaminación y anclaje por lo que también se busca una regulación en este sentido.

En cuanto a las jaulas para maricultura de acuerdo a estudios que se han realizado, presentan un impacto ambiental significativo en la zona (D'Amours *et al.*, 2008; Tomassetti *et al.*, 2009), esta actividad tiene un bajo número de usuarios y su importancia económica es de tipo medio ya que solo beneficia a una parte muy pequeña de la población. En cuanto al turismo es escaso en su mayoría local y muy poco extranjero. El que es considerado como tradicional tiene un número alto de usuarios y personas que dependen de la actividad, generando una importancia económica y cultural alta, en cambio el turismo ecológico es poco promocionado por lo que su valoración es baja de acuerdo a los usuarios y personas que dependen de este tipo de actividad.

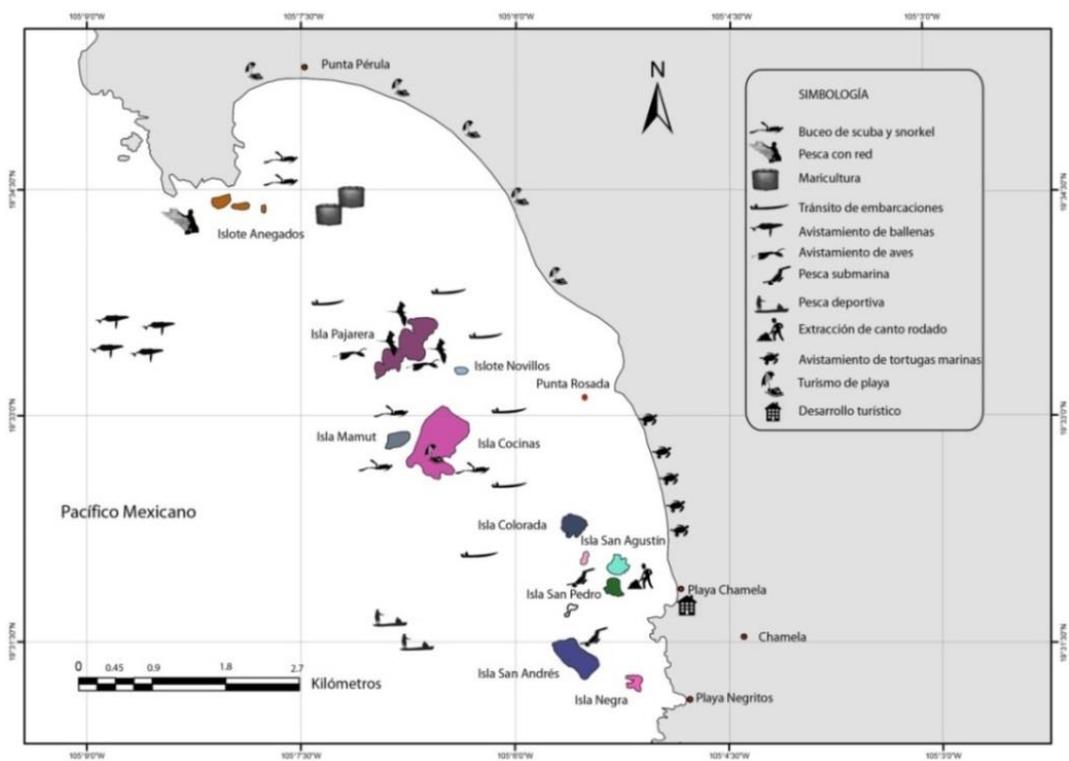


Figura 3.4. Mapa de usos en Bahía Chamela.

En la Bahía no hay infraestructura portuaria, existe una propuesta por parte de las autoridades para la construcción de una marina el cual ha sido atacado por agencias conservacionistas por los graves daños que genera en los ecosistemas. En el interior de la Bahía de manera permanente hay tráfico local tanto de motos, embarcaciones pesqueras o de prestadores de servicios, de las cuales dependen una alta cantidad de usuarios, y que son

muy importantes tanto económicamente porque es fuente de empleo de muchas familias así como cultural. En pocas ocasiones hay patrullas militares que vigilan la Bahía para evitar que se den actividades ilícitas.

Cuadro 3.8. Valores resultantes del análisis de usos.

Uso	Usuarios beneficiados	Personas que dependen de la actividad	Importancia económica	Importancia sociocultural	Valor final
Pesca deportiva	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Pesca artesanal	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Maricultura	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Bajo
Turismo ecológico	Bajo	Bajo ⁴	Bajo	Bajo	Bajo
Turismo tradicional	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Trafico local	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Embarcaciones	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Militar	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Desarrollo urbano	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	4Bajo

En cuanto a las actividades terrestres que tienen un impacto directo son los desarrollos urbanos que se encuentra en fase de construcción, por lo tanto el número de usuarios todavía es bajo al igual que su importancia económica. Referente a la contaminación química y orgánica, se desconoce si han generado un impacto significativo. En la Figura 3.8. se observa como la mayoría de las actividades se desarrollan en las localidades de muestreo, las dos islas de más alta valoración son las que presentan el mayor número de usos.

Traslape de usos y hábitats

Análisis de compatibilidad entre hábitats y usos.- Para este análisis se tomó en consideración el grado de deterioro que presenta cada sitio y se le relacionó con los otros factores (Cuadro 3.9). El criterio de degradación entendido como el estado en que se encuentra el hábitat debido a las acciones antrópicas. En los resultados se puede observar que Isla Cocinas, Isla Pajarera, Isla Mamut, Isla San Pedro e Islote Anegados presentan un

grado de tipo medio, ya que las actividades han generado un impacto aunque la frecuencia no es alta. Mientras que Isla San Andrés, Isla Negra e Isla Colorada presentaron un grado bajo de degradación al tener poco uso.

El nivel de tensión ambiental definida como aquellas condiciones naturales que tienen incidencia en las comunidades. Para evaluarlo se consideró el tipo de sustrato el cual puede incidir en la comunidad por procesos de erosión y sedimentación Debido a que la roca es el sustrato dominante en la mayoría de los sitios estos coincidieron en valores de tipo alto, con excepción de Islote Anegados con valor tipo medio.

Cuadro 3.9. Resultados de la valoración de la fragilidad de los localidades de muestreo.

Sitio	Degradación	Nivel de tensión ambiental	Valor final
IC	Medio	Alto	Alto
IP	Medio	Alto	Medio
IAN	Bajo	Alto	Medio
ICO	Bajo	Alto	Medio
IM	Medio	Alto	Alto
ISP	Medio	Alto	Alto
IN	Bajo	Alto	Medio
ITA	Medio	Medio	Medio

De acuerdo a los usos (Cuadro 3.10), la pesca deportiva tiene una baja frecuencia, extensión e intensidad. Se ha reportado para Chamela pesca deportiva de dorado y de jureles. La pesca artesanal es una actividad permanente, de alta intensidad que ocupa una buena extensión en la Bahía. Aunque la maricultura tiene una frecuencia permanente, su extensión es muy puntual en la Bahía y su intensidad es de tipo medio. El turismo ecológico es una actividad con frecuencia esporádica que se da en lugares muy puntuales, de baja intensidad. El turismo tradicional es permanente, en su mayoría de playa por lo que la extensión es considerablemente mayor y su intensidad es muy alta.

Cuadro 3.10. Resultados de la valoración de la presión ejercida por los distintos usos.

Usos	Frecuencia	Extensión	Intensidad	Valor final
Pesca deportiva	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Pesca artesanal	Muy alto	Alto	Muy alto	Muy alto
Maricultura	Muy alto	Muy bajo	Medio	Medio
Turismo ecológico	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
Turismo tradicional	Muy alto	Alto	Muy alto	Muy alto
Trafico local	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Embarcaciones	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Militar	Muy bajo	Bajo	Muy bajo	Bajo
Desarrollo urbano	Muy alto	Muy bajo	Medio	Medio

Tanto el tráfico local como las embarcaciones son permanentes y se dan al interior de la Bahía, con una intensidad muy alta. En cuanto a la vigilancia militar sucede de manera ocasional puntual. Los desarrollos urbanos están en construcción, son permanentes con extensión muy puntual, y una intensidad de tipo medio. Hasta la fecha no hay estudios que hayan evaluado la contaminación orgánica y la sedimentación por lo que no se conoce su extensión, ni la intensidad por lo que no fue incluida.

Cuadro 3.11. Resultado del análisis de impactos acumulativos entre la valoración de la fragilidad de los hábitats y la presión ejercida por los distintos usos en la Bahía de Chamela.

Usos	IC	IP	IAN	ISP	IM	ICO	IN	ITA
Pesca deportiva	2	0	0	0	0	0	0	0
Pesca artesanal	0	0	10	10	0	0	0	10
Maricultura	0	0	0	0	0	0	0	6
Turismo ecológico	4	4	0	0	4	0	0	4
Turismo tradicional	10	0	0	0	0	0	0	0
Trafico local	10	10	10	10	10	10	10	10
Embarcaciones	10	10	10	10	10	10	10	10
Militar	4	4	4	4	4	4	4	4
Desarrollo urbano	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor final	40	28	34	34	28	24	24	44

De acuerdo al análisis de impactos acumulativos (Cuadro 3.11, Figura 3.5), Isla Cocinas fue la localidad con el valor más alto de impactos por la presión de las actividades que se desarrollan en el sitio y el nivel alto de fragilidad. La mayoría de los sitios se encontraron dentro de los valores medios a bajos, ya sea porque se desarrollan menos actividades y/o tienen una baja presión.

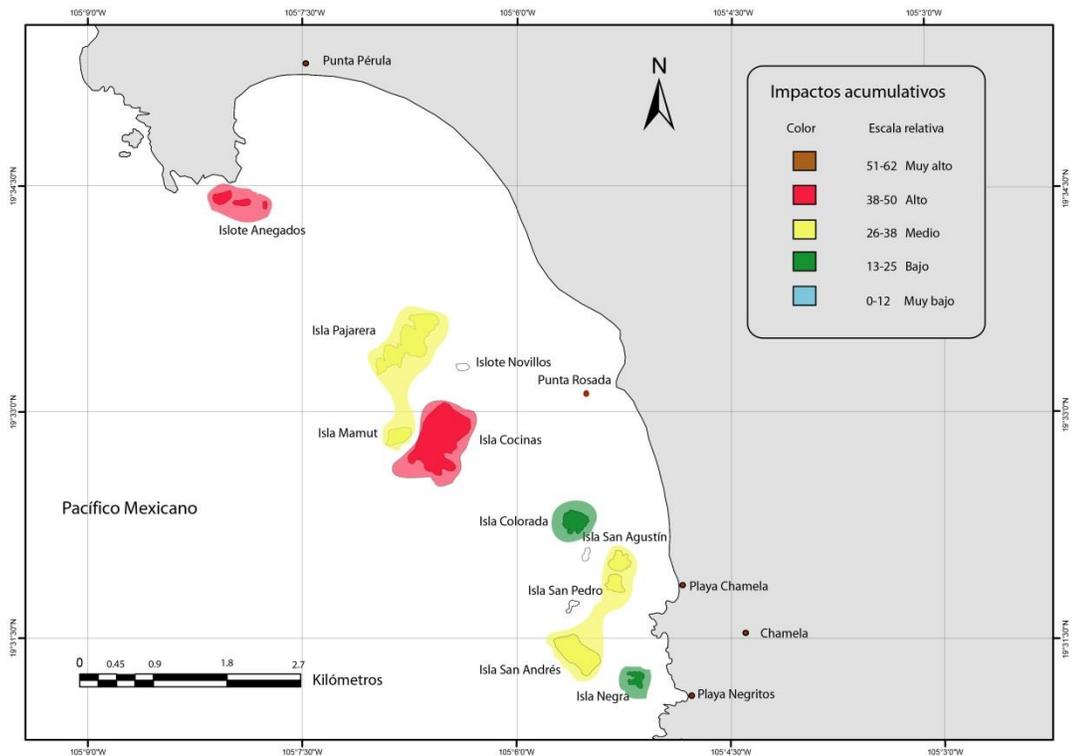


Figura 3.5. Mapa de análisis de impactos acumulativos entre la valoración de la fragilidad de los hábitats y la presión ejercida por los distintos usos en la Bahía Chamela.

Matriz de compatibilidad.- En la matriz se obtuvieron los siguientes resultados (figura 3.6). Como actividades incompatibles fueron la pesca submarina y el buceo o snorkel, con las embarcaciones de pesca o el tráfico local. El resto de las actividades son compatibles bajo regulación o simplemente compatibles como es el caso de el desarrollo turístico en relación con lo tipos de pesca. El buceo y snorkel deben estar regulados para evitar accidentes en relación con las actividades pesqueras o el paso de embarcaciones.

Incompatible	4
Compatible bajo regulación	2
Compatible	1
Sin aparente relación	0

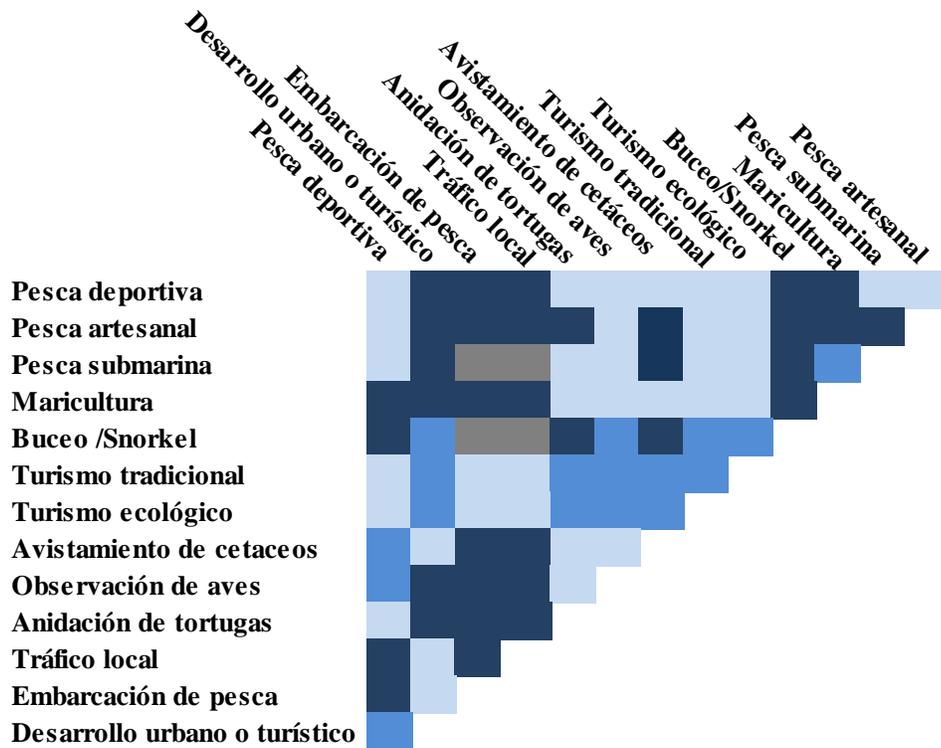


Figura 3.6. Matriz de compatibilidad de usos.

Escenario hipotético para conservación.- En el mapa de aspiraciones del escenario hipotético se consideró la protección a las formaciones coralinas más representativas de la Bahía, las localidades que presentaron la mayor riqueza de especies y de especies en estatus de conservación. Por ello se planteó un escenario (figura 3.7), que aborda las actividades y usos que promueven la conservación y protección de la Bahía, delimitando las especies destinados para la investigación. Isla Pajarera resultó ser un sitio ideal para observación de aves Para el turismo ecológico, Isla Mamut y la playa de Isla Cocinas podrían destinarse a esta actividad, para lo cual sería necesario hacer un estudio de capacidad de carga y contar

con un reglamento y vigilancia estricta. Como reserva (no se permite ningún tipo extracción) se propone un área entre Isla Pajarera y Cocinas, ahí se localiza la formación de coral más grande de la zona. Por último un espacio de playa en Punta Pérula quedaría destinado como área protegida para la anidación de tortugas marinas.

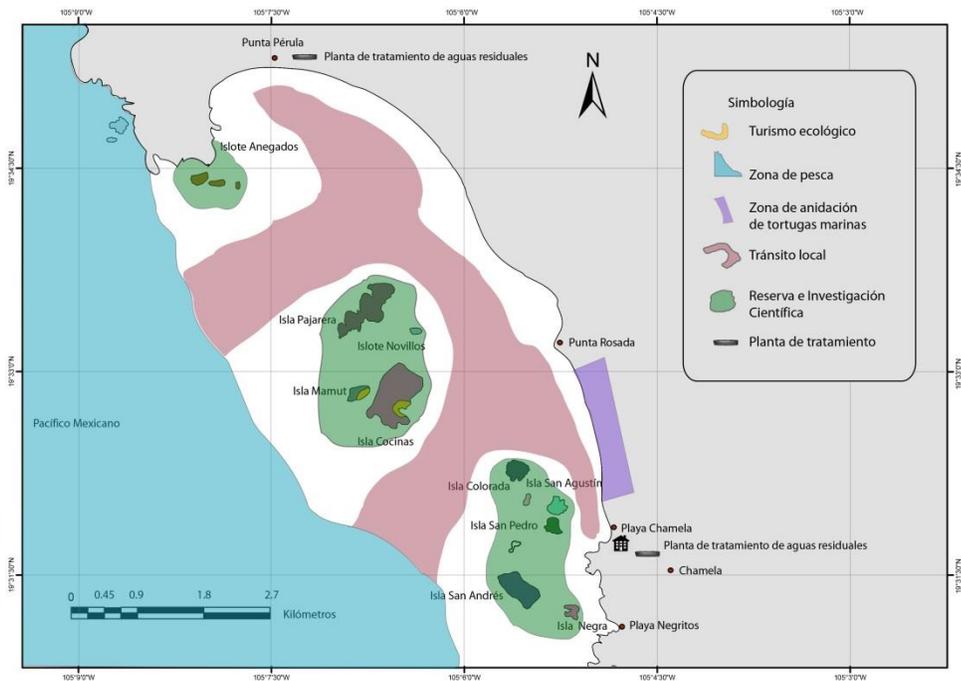


Figura 3.7. Representación espacial del escenario hipotético

También se delimitó el espacio para algunas de las actividades. La pesca artesanal debe realizarse en lugares fuera de la Bahía y respetando todas las leyes de pesca. Para esta actividad será necesario incluir un monitoreo constante de las especies capturadas y sus tallas. El tránsito local y el paso de embarcaciones que se da al interior de la Bahía deberán respetar la zona de protección, que en este caso sería las dos islas grandes y la reserva. Es importante incluir dos plantas de tratamiento, una en el desarrollo turístico y otra en Punta Pérula, que hasta el momento es donde se puede dar una mayor afectación al sistema. Este ordenamiento beneficiaría a la conservación de la biodiversidad y los hábitats a través de la regulación y el acomodo espacial de las actividades.

Discusión

El Ordenamiento Espacial Marino (OEM) es un análisis que surgió en los años 70's con la publicación de Young y Fricke (1973). Esta herramienta de gestión de usos se ha utilizado con anterioridad en Australia, Reino Unido, China, Países Bajos, Alemania, Dinamarca, Nueva Zelanda entre otros, donde se ha protegido la biodiversidad, disminuyendo el conflicto entre las diferentes actividades, sin dejar de lado el desarrollo económico de la región (Douvere, 2008; 2010).

El OEM es una herramienta óptima para la aplicación del enfoque ecosistémico (Gilliland y Laffoley, 2008).- En México los estudios técnicos en zonas marino-costeras son escasos, la mayoría se enfocan a resolver solo una problemática, principalmente pesquerías, turismo, acuicultura o contaminación (Rosete-Vergés *et al.*, 2005). El problema no solo es esta falta de visión integral donde se pueda analizar el espacio marino complementando los procesos ecológicos, económicos y sociales; sino también el escaso desarrollo de metodologías para este ambiente. Esta situación nos hace ir siempre un paso atrás en cuestión ambiental en comparación con otros países de América Latina.

Bahía Chamela resultó ser un sitio ideal para realizar este ejercicio de ordenamiento espacial. El sitio tiene un buen estado de conservación debido a que las actividades que se desarrollan no han impactado gravemente estableciendo un precedente de cómo se encuentra en la actualidad para posteriores estudios. Se debe tomar en cuenta que la tendencia de este tipo de lugares es hacia el desarrollo socio-económico que involucra crecimiento de los asentamientos humanos, actividades agropecuarias, infraestructura y turismo. Sin embargo, actualmente existe una baja intensidad y frecuencia de estas actividades lo cual ha mantenido a la Bahía en buenas condiciones ambientales pero probablemente en un futuro, de acuerdo a su alto potencial turístico y pesquero, esta situación cambiará, de manera que es primordial la regulación de todas estas actividades.

La valoración de los hábitats marinos permite reconocer las áreas de mayor diversidad, productividad y reproducción de especies por ello la heterogeneidad espacial es fundamental cuando se lleva a cabo un OEM (Douvere, 2010; Foley *et al.*, 2010; MarViva,

2013). Conservar la heterogeneidad de hábitats es importante para la conectividad de las especies al mantener la dispersión entre las poblaciones y la disponibilidad de refugios para cumplir sus ciclos de vida (Foley et al., 2010). En la Bahía, los tipos de sustratos más representativos fueron el rocoso, muy frecuente en la mayoría de las localidades, seguido por arena y coral duro. Precisamente estos sustratos tienen la mayor biodiversidad marina en los ecosistemas costeros del Pacífico tropical mexicano (Lara-Lara *et al.*, 2008). La conservación de arrecifes rocosos es de gran importancia ya son considerados áreas de dispersión, de crianza, así como de refugio de invertebrados y peces, por lo que son también una fuente de recursos para la pesca artesanal (Castañeda-Fernández de Lara *et al.*, 2008). El sustrato arenoso, aunque presenta generalmente menor riqueza de especies debido a su mayor homogeneidad e inestabilidad, es el hábitat de muchas especies de macroinvertebrados bentónicos y algunos peces que han logrado adaptarse a este tipo de fondos (Landa-Jaime y Arciniega-Flores, 1998; Reguero y García-Cubas, 1989). Estos ecosistemas son muy dinámicos, con alto valor paisajístico, estético y de protección. Finalmente, las formaciones coralinas presentan alta productividad y biodiversidad además de un gran atractivo escénico (Steer *et al.*, 1997). La valoración de hábitats permitió identificar las localidades de mayor riqueza, heterogeneidad de sustrato y tamaño, estos criterios fueron empleados para determinar la importancia relativa de cada localidad. En este caso hay que resaltar que Isla Cocinas es el sitio con la valoración más alta, por lo que debe ser prioritario para la conservación de la diversidad de la Bahía.

El análisis de las actividades humanas y usos es el eje central del OEM ya que no solo se centra en una actividad sino que evalúa los distintos usos, su distribución, las interacciones y los impactos que generan (Gilliland y Laffoley, 2008; Blæsbjerg, 2009; Douvere, 2010). Además, permite identificar posibles traslapes y detecta espacios que puedan ser de interés para la industria marina (Ban *et al.*, 2013). De igual manera, el análisis de fragilidad y presión por actividades y usos evalúa que tan sensible es un hábitat a la influencia de las diversas actividades que se desarrollan en el, tomando en cuenta la intensidad, frecuencia y el área así como el nivel de estrés en que se encuentra el hábitat (Gilliland *et al.*, 2004).

En el análisis de compatibilidad, los hábitats presentaron degradación de tipo medio a bajo lo cual indica que las actividades que se desarrollan en las localidades aún no ejercen una fuerte presión sobre ellos manteniéndolos en un estado de conservación aceptable. La mayoría de las localidades presentaron dominancia de sustrato rocoso que es muy vulnerable a procesos de erosión y sedimentación, mientras que el arenoso es menos vulnerable y con mayor resistencia a los impactos (Halpern *et al.*, 2008). En el caso de las formaciones coralinas que se encuentran dispersas en la Bahía, Hughes y colaboradores (2010) mencionaron que estas podrían retornar a su estructura si el disturbio es puntual y ocasional, mientras que sería difícil que puedan recuperarse si los disturbios generados debido a la actividad humana son permanentes y de gran intensidad.

En cuanto a las actividades y usos, la pesca artesanal, el tráfico local y las embarcaciones obtuvieron el mayor puntaje, poniendo de manifiesto que estas actividades requieren una mayor regulación. Entre estas, la pesca es una de las actividades económicas más importantes de la región. Sin embargo, la sobrepesca trae consecuencias negativas como pérdida de adultos reproductivos lo que genera la disminución en la tasa de reclutamiento, alterando las poblaciones y haciéndoles menos resistentes a las perturbaciones (Planque, 2009; Hughes *et al.*, 2010). Establecer zonas de pesca afuera de la Bahía y una vigilancia sobre las especies capturadas, permitiría la conservación y el uso sostenible del recurso.

La maricultura, aunque se presenta de manera muy puntual en la Bahía, tiene un impacto potencial, en diferentes estudios han documentado el deterioro del bentos y de la calidad del agua por acumulación de nutrientes y desechos fecales (Steer *et al.*, 1997; D'Amours *et al.*, 2008; Tomassetti *et al.*, 2009). La maricultura es considerada de alto impacto para los ecosistemas marinos (Halpern *et al.*, 2008; 2009).

Otras actividades como el buceo autónomo y libre (snorkel) tienen frecuencia baja y se dan en pocas localidades de la Bahía, estas son incompatibles con el tráfico local y las embarcaciones pesqueras, por lo que se deben establecer áreas específicas de buceo. Otras estrategias de conservación que son compatibles con el buceo recreativo son el

establecimiento de senderos submarinos y las estimaciones de capacidad de carga turística en estos sitios (Ríos-Jara *et al.*, 2013).

La segunda actividad económica más importante es el turismo tradicional, que trae beneficios a la comunidad que incrementan su calidad de vida, además del desarrollo de infraestructura, mejores servicios y empleos. El costo de estos beneficios son las perturbaciones en la dinámica de los ecosistemas marinos y terrestres ya que involucran mayor demanda de agua y alimentos, un impacto potencial sobre los recursos naturales y finalmente sobre la biodiversidad de la Bahía. Para que el turismo sea de menor impacto hacia el medio ambiente se debe promover el turismo ecológico o ecoturismo, por ser una excelente alternativa para disfrutar, apreciar y conocer más acerca la biodiversidad. El ecoturismo promueve la conservación los recursos y tiene un impacto social y cultural al generar empleo e ingresos. Esto sin dejar a un lado, el tener un número limitado de visitantes acorde a lo que el área puede soportar, y un programa de educación ambiental (Baez y Acuña, 2003; Ceballos-Lascurain, 1994; Cifuentes, 1999).

En el escenario a futuro se consideró la protección de la biodiversidad en estatus de protección, limitando las actividades a ciertos lugares y considerando a las islas como sitios destinados a la conservación e investigación. Se ha mencionado anteriormente la importancia del OEM como herramienta de planeación pero hay que resaltar que para que funcione se necesita de una serie de elementos como son: inversión, leyes y reglamentos que vayan de la mano con el ordenamiento, la participación de todos los actores involucrados en la Bahía También se hace necesario un monitoreo constante para estar generando información actual que contemple todos estos cambios que se van dando de manera natural, e incluso visualizar en escenarios futuros la incorporación del factor cambio climático.

Hay que dejar en claro que el OEM no es un sinónimo de zonificación. La zonificación es un instrumento que ayuda a las áreas protegidas a separar ciertos usos que no son compatibles o que tienen un objetivo o propósito específico, mientras que el OEM involucra aspectos sociales, económicos y ecológicos, integrando todas las actividades y

considera que el mar tendrá cambios espacio-temporales (Blæsbjerg, 2009; Douvere, 2010). Por ello, es fundamental considerar que la Bahía está entrando a una fase de desarrollo donde se pretende incrementar la afluencia turística, lo que sin duda generará modificaciones en los próximos años.

Este ejercicio es solo una manera de establecer precedentes y procesos que en un futuro pueden desarrollarse y ponerse en práctica, ya que no podemos dejar de lado que el ordenamiento espacial marino requiere de un trabajo interdisciplinario donde científicos, tomadores de decisiones y usuarios deben sentar las bases del mismo.

CONCLUSIONES GENERALES

- La alta riqueza de especies de invertebrados marinos y peces encontradas en este estudio (517 en total) colocan a bahía Chamela entre las cinco localidades con mayor riqueza del país, y justifican su designación como área protegida.
- Sin desmedro de que la protección de la biodiversidad requeriría de la conservación de todos los sitios, debería darse prioridad a Isla Cocinas, que por su tamaño, heterogeneidad de sustratos y grado de uso conforma un escenario ideal para actividades de bajo impacto, como el turismo ecológico, que a su vez puede coadyuvar en la vigilancia y monitoreo de los recursos naturales.
- La evaluación de la singularidad ecológica mostró ser una buena herramienta para hacer una evaluación de la biodiversidad tomando en cuenta las especies en estatus de protección. En total 84 especies bajo algún tipo de protección que estuvieron distribuidas en toda la Bahía. De esta manera se hace necesario conservar todos los sitios para lograr la protección de las especies residentes.
- Sería importante incluir al caracol calavera *Malea ringens* en la NOM 059, al ser un recurso pesquero fuertemente explotado. A la vez se debe considerar evaluar la exclusión del caracol gorrito *Crucibullum scutellatum*, catalogado bajo protección especial, por considerarlo muy abundante en la Bahía y en otras localidades del Pacífico, y no es explotada por los pescadores de la región.
- Se propusieron a las especies en estatus de protección como objetos de conservación. Al estar distribuidos en toda la Bahía se hace necesario conservar todos los sitios para lograr la protección total de las especies residentes, así como regular las actividades que se desarrollan en la Bahía.
- El ordenamiento espacial marino consideró como prioritario al igual que el diagnóstico ambiental, la protección de la biodiversidad en estatus de protección. Las actividades que se desarrollan en la isla deben estar limitadas a un espacio y reguladas para causar el menor impacto posible, mientras que las islas fueron propuestas como sitios destinados a la conservación e investigación.
- El exhaustivo inventario faunístico realizado en este estudio, así como su empleo en ejercicios de diagnóstico y ordenamiento, constituyen insumos altamente confiables para la toma de decisiones y planificación de usos en modo sustentable, ya que

actualmente la bahía está en pleno desarrollo, con riesgo de que las actividades que resultan en mayor explotación de los recursos incrementen desordenadamente.

LITERATURA CITADA

- Abbott, R.T. 1974. American seashells. Van Nostrand Reinhold Co. New York, N.Y. 663 pp.
- Agardy, T. 2007. Introduction to Marine Conservation Biology. Lessons in Conservation Issue 1.
- Aguilar-Palomino, B., Pérez-Reyes, C., Galván-Magaña, F. y L.A. Abitía-Cardenas. 2001. Ictiofauna de la Bahía de Navidad, Jalisco, México. *Revista de Biología Tropical*. 49(1): 173-190.
- Aguilar, V., Kolb, M., Hernández, D., Urquiza, T. y P. Koleff. 2008. Prioridades de Conservación de la Biodiversidad Marina de México. *Biodiversitas*. 79: 2-15.
- Alcolado, P. 2001. Diversidad y bioindicación ambiental en el mar. Serie Oceanológica Electrónica. Disponible en: <http://oceanologia.redciencia.cu/articulos/articulo08.pdf> Consultado en línea el 13/01/2011.
- Alonso-Domínguez, A. 2009. Comportamiento de buzos en dos áreas naturales protegidas de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit: Islas Marietas y los Arcos. Tesis de Licenciatura, Universidad de Guadalajara.
- Allison, G.W., Lubchenco, J. y M.H. Carr. 1998. Marine reserves are necessary but not sufficient for marine conservation. *Ecological Applications*. 8: 79-92.
- Andrade, M., Morales, G. y A. Hernández. 1999. Guía de Análisis de Impactos y sus fuentes en Áreas Naturales (borrador). The Nature Conservancy. 44 pp.
- Andrade, E. y R. Chávez. 2006. Turismo, Patrimonio, Sustentabilidad e implicaciones en la región costa de Jalisco. *Estudios Multidisciplinarios en Turismo*. SECTUR/CESTUR- Ricit. México. 265-291 pp.
- Arita, H.T., Christen, A., Rodríguez, P. y J. Soberón. 2008. Species diversity and distribution in presence-absence matrices: mathematical relationships and biological implications. *The American Naturalist*. 112: 519-532.
- Arita, H.T., Christen, A., Rodríguez, P. y J. Soberón. 2011. The presence-absence matrix reloaded: the use and interpretation of range-diversity plots. *Global Ecology and Biogeography*.
- Arreola, E.P. 2010. Turismo y conservación de ecosistemas en la Costa Alegre de Jalisco: Perspectiva de los turistas. Tesis de Licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

- Ayón-Parente, M. 2009. Taxonomía, zoogeografía y aspectos ecológicos de los cangrejos ermitaños de la familia Diogenidae (Crustacea: Decapoda: Anomura) del Pacífico mexicano. Tesis de doctorado, posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 465 pp.
- Ayón-Parente, M. y M.E. Hendrickx. 2005. New record and color description of the hermit crab *Pagurus nanodes* Haig y Harvey (Anomura, Paguroidea, Paguridae) in the eastern tropical Pacific. *Crustaceana*. 78: 885-886.
- Ayón-Parente, M. y M.E. Hendrickx. 2006. A new species of *Stratiotes* Thomson, 1899 (Anomura, Paguroidea, Diogenidae) from eastern tropical Pacific. *Zoosystema*. 28: 487-497.
- Ayón-Parente, M. y M.E. Hendrickx. 2007. A new species of *Paguristes* Dana, 1851 (Anomura, Paguroidea, Diogenidae) from the Mexican Pacific. *Zootaxa*. 1470: 59-68.
- Ayón-Parente, M. y M.E. Hendrickx. 2009. A review of the *Dardanus sinistripes* (Stimpson, 1859) (Decapoda, Anomura, Diogenidae) species complex with the description of five new species from the Mexican Pacific. *Zootaxa Monograph*. 2323: 1-71.
- Ayón-Parente, M. y M.E. Hendrickx. 2010. Species richness and distribution of hermit crabs of the family Diogenidae (Crustacea: Decapoda: Anomura) in the eastern Pacific. *Nauplius*. 18: 1-12.
- Báez, A. y A. Acuña. 2003. Guía para las mejores prácticas de ecoturismo en áreas protegidas. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, México.
- Ban, N.C., Bodtker, K.M., Nicolson, D., Robb, C.K., Royle, K. y C. Short. 2013. Setting the stage for marine spatial planning: Ecological and social data collation and analysis in Canada's Pacific waters. *Marine Policy*. 39: 11–20.
- Bastida-Izaguirre, D., Ayón-Parente, M., Salgado-Barragán, J., Galván-Villa, C.M. y E. Ríos-Jara. 2013. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=0> Consultado en línea el 15/10/2013.
- Beaumont, N.J., Austen, M.C., Atkins, J., Burdon, D., Degraer, S., Dentinho, T.P., Derous, S., Holm, P., Horton, T., VanIerland, E., Marboe, A.H., Starkey, D.J., Townsend, M. y T. Zarzycki. 2007. Identification, definition and quantification of goods and services provided by marine biodiversity: Implications for the ecosystem approach. *Marine Pollution Bulletin*. 54: 253-265.
- Bertzky, B., Corrigan, C., Kemsey, J., Kenney, S., Ravilious, C., Besançon, C. y N.

- Burgess. 2012. Protected Planet Report 2012: Seguimiento del progreso de las metas globales de las áreas protegidas. UICN, Gland, Suiza y UNEP-WCMC, Cambridge, Reino Unido.
- Bettors, D.R. y J.L. Rubingh. 1978. Suitability Analysis and Wild Life Classification: An Approach. *Journal of Environmental Management*. 7(1): 59-72.
- Biology International. 1992. Inventorying and Monitoring Biodiversity: A proposal for an international network. En: di Castro, F., Robertson Vernhes, J. y Younés, T. (Edits.) *The International Union of Biological Sciences. Special Issue-27*.
- Beck, M.W, Z. Ferdaña, J. Kachmar, K. K. Morrison, P. Taylor y otros. 2009. Best Practices for Marine Spatial Planning. The Nature Conservancy, Arlington, VA. 32 pp.
- Blæsbjerg, M., Pawlak, J.F., Sørensen, T.K. y O. Vestergaard. 2009. Marine Spatial Planning in the Nordic region - Principles, Perspectives and Opportunities. Nordic Council of Ministers.
- Blake, J.A., Hilbig, B. y P.H. Scott. 1997. Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Maria basin and the western Santa Barbara Channel. Vol. 4. Santa Barbara Museum of Natural History.
- Bouchet, P., Lozouet, P., Maestrati, P., y V. Heros. 2002. Assessing the magnitude of species richness in tropical marine environments: exceptionally high numbers of molluscs at a New Caledonia site. *Biological Journal of the Linnean Society*. 75: 421-436.
- Bouchet, P. y J.P. Rocroi. 2005. Classification and nomenclator of gastropod families. *International Journal of Malacology*. 47(1-2): 1-397.
- Bobadilla, E. 2000. Estrategias de planificación ambiental en la zona costera de Punta Cabras-Eréndira, B.C., México. Tesis de Maestría. Colegio de la Frontera Norte (COLEF). 105 pp.
- Boege, K., Castillo, A. García, A., Vega, J.H., Miranda, A. Ruiz, A. y R. Rueda. 2010. Dictamen técnico de la manifestación de impacto ambiental del proyecto de desarrollo turístico "Zafiro" (clave: 14ja2009t0017): identificación de posibles impactos a las áreas naturales protegidas de la región. Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Comité Técnico Asesor. UNAM-Fundación Ecológica de Cuixmala, A.C. México, D.F.
- Borregaard, M.K. y C. Rahbek. 2010. Dispersion fields, diversity fields and null models: uniting range sizes and species richness. *Ecography*. 33(2): 402-407.

- Bravo, L. 1998. Disminución antropogénica de la capacidad de limpieza en un ecosistema costero: el caso de la Bahía del Tobari, Sonora. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad de Baja California, Ensenada, México. 164 pp.
- Calderón, L.E. 2006. Distribución y aspectos taxonómicos de los corales pétreos (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico mexicano. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Informe final SNIB-CONABIO proyecto AS007. México D. F.
- Callum M.R., Andelman, S., Branch, G., Bustamante, R.H., Castilla, J.C., Dugan, J., Halpern, B.S., Lafferty, K.D., Leslie, H., Lubchenco, J., McArdle, D., Possingham, H.P., Ruckelshaus, M. y R.R. Warner. 2003. Ecological criteria for evaluating candidate sites for marine reserves. *Ecological Applications*. 13(1): 199-214.
- Camacho-Castañeda, M.E. 1996. Aspectos taxonómicos y distribución geográfica de cinco familias de camarones caridea (Crustacea: Decapoda), en Nayarit, México. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. 161 pp.
- Caso, M.E. 1978. Los equinoideos del Pacífico de México. Parte 1. Ordenes Cidarioidea y Aulodonta; Parte 2. Ordenes Stiridonta y Camarodonta. *An. Centro Cienc. Mar. Limnol. UNAM Publ. Esp.* (1): 244 pp.
- Caso, M.E. 1979. Los Equinodermos de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. *An. Cent. Cienc. Mar y Limnol. UNAM. México.* 6: 197-368.
- Caso, M.E. 1983. Los equinoideos del Pacífico de México. Parte Cuarta. Ordenes Cassiduloida y Spatangoida. *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. UNAM. México. Publ. Esp.* 6: 1-200 pp.
- Caso, M.E. 1992. Los Equinodermos, Asteroideos, Ofiuroideos y Equinoideos de La Bahía de Mazatlán, Sinaloa. *Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, Publ. Esp.* 11: 1-214.
- Castañeda-Fernández de Lara, V., Loaiza-Villanueva, R., Pérez-Valencia, S., Martínez-Tovar, I., Sánchez-Cruz, A. y P. Turk-Boyer. 2008. Importancia de los Arrecifes Rocosos del Norte del Golfo de California. Primera Reunión Bienal de Presentación de avances de Investigación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- Castillo, A., Magaña, A. Pujadas, A., Martínez, L. y C. Godínez. 2005. Understanding the interaction of rural people with ecosystems: a case study in a tropical dry forest of Mexico. *Ecosystems*. (8): 1-13.

- Castillo, A., Godínez, C., Schroeder, N., Galicia, C., Pujadas, A. y L. Martínez. 2009. El Bosque Tropical Seco: Conflictos entre uso Agropecuario, Desarrollo Turístico y Provisión de Servicios Ecosistémicos en la Costa de Jalisco, México. *Interciencia*. 12 (34): 844-850.
- Castillo, A. 2010. La costa de Jalisco y sus habitantes: historias de gente, biodiversidad y ecosistemas. *Revista 3C Conocimiento + Cultura + Ciencia*, Universidad de Guadalajara. 2(4): 39-46.
- Ceballos-Lascurain, H. 1994. Estrategia Nacional de Ecoturismo para México. Secretaría de Turismo, México.
- Chandler, W.J. 2006. The future of the national marine sanctuaries act in the twenty-first century. Tesis, Johns Hopkins University, Maryland, USA.
- Chávez F.P., Bertrand, A., Guevara-Carrasco, R., Soler, P. y J. Csirke. 2008. The northern Humboldt Current System: Brief history, present status and a view towards the future. En: A. Bertrand, R. Guevara-Carrasco, P. Soler, J. Csirke y F. Chávez (Edits.). *Progress in Oceanography*. 79(2-4): 95-105.
- Chávez León, G. 2006. Inventario florístico y faunístico del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. AS014 México, D.F.
- Cifuentes, M. 1999. Capacidad de Carga Turística de las Áreas de Uso público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica. WWF Centroamérica, Turrialba, Costa Rica.
- Coan, E.V. y P. Valentich-Scott. 2012. Bivalve seashells of tropical west America. *Marine Bivalve Mollusks from Baja California to Northern Peru*. Santa Barbara Museum of Natural History. 1258 pp.
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. 2011. The CITES species. Disponible en: <http://www.cites.org/eng/app/appendices.php> Consultado en línea el 13/08/2012.
- Codling, E.A. 2008. Individual-based movement behaviour in a simple marine reserve-fishery system: why predictive models should be handled with care. *Hydrobiologia*. 606: 55-61.
- Colwell, R.K. 2006. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>

- Colombo, L.P. 1986. Contribución al conocimiento de los cambios estacionales del fitoplancton de la Bahía de Chamela. Tesis de Maestría en Ciencias. Fac. Ciencias. UNAM. 154 p.
- Clarke, K.R. y R.M. Warwick. 1998. A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *J. Appl. Ecol.* 35: 523-531
- Clarke, K.R. y R.M. Warwick. 1999. The taxonomic distinctness measure of biodiversity: weighting of step lengths between hierarchical levels. *Marine Ecology Progress Series.* 184: 21-29.
- Clarke K.R. y R.M. Warwick. 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Mar. Ecol. Prog. Series.* 216: 265-278.
- Clarke, K.R y R.N. Gorley. 2006. Primer v6: user manual/tutorial. PRIMER-E, Plymouth
- Clarke, K.R., Somerfield, P.J. y M.G. Chapman. 2006. On resemblance measures for ecological studies, including taxonomic dissimilarities and a zero-adjusted Bray-Curtis coefficient for denuded assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* 330: 55-80.
- Coddington, J.A., Griswold, C.E., Silva-Dávila, D., Peñaranda, E. y S.F. Larcher. 1991. Designing and testing sampling protocols to estimate biodiversity in tropical ecosystems. En: Dudley, E.C. (Edit.) *The unity of evolutionary biology: Proceedings of the Fourth International Congress of Systematic and Evolutionary Biology.* Dioscorides Press, Portland. 44-60 pp.
- Colwell, R.K., y Coddington, J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)* 345:101-118. (Related software: EstimateS)
- Comisión Nacional del Agua. 2013. Guía Identificación Actores Clave. Serie: Planeación Hidráulica en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/IAC.pdf> Consultado en línea el 28/10/2013.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2007. Quienes somos. Disponible en: http://www.conanp.gob.mx/quienes_somos/ Consultado en línea el 11/08/2010.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2013. Términos de referencia para la elaboración de programas de manejo de las áreas naturales protegidas. Disponible en: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/TERMINOS%20DE%20REF-PAGINA.pdf Consultado en línea el 12/11/2013.

- CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, A.C. México, D.F.
- Cotler, H., Durán, E. y C. Siebe. 2002. Caracterización morfo-edafológica y calidad de sitio de un bosque tropical caducifolio. En: Noguera, F.A., Vega-Rivera, J.H., García-Aldrete, A.N. y M. Quesada Avendaño (Editores). Historia Natural de Chamela. Instituto de Biología, UNAM. México.
- Cutress, B. M. 1996. Changes in dermal ossicles during somatic growth in Caribbean littoral sea cucumbers (Echinodermata: Holothuroidea: Aspidochirotida). *Bulletin of Marine Science*. 58: 44-116.
- D'Amours, O., Archambault, P., McKindsey, C.W. y L.E. Johnson. 2008. Local enhancement of epibenthic macrofauna by aquaculture activities. *Marine Ecology Progress Series*. 371: 73-84.
- Deichmann, E. 1941. The Holothuroidea collected by "Velero" III and IV during the years 1932 to 1938. Part 1. Dendrochirota. *Allan Hancock Pacific Expedition*. 8: 61-153.
- De León-González, J.A., Bastida-Zavala, J.R., Carrera-Parra, L.F., García-Garza, M.E., Peña-Rivera, A., Salazar-Vallejo, S.I. y V. Solís-Weiss. 2009. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América Tropical. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. 737 p.
- Douvere, F. 2008. The importance of marine spatial planning in advancing ecosystem-based sea use management. *Marine Policy*. 32: 762-771.
- Douvere, F. 2010. Marine spatial planning: Concepts, current practice and linkages to other management approaches. Ghent University, Belgium.
- Ehler, C. y F. Douvere. 2007. Visions for a Sea Change. Report of the First International Workshop on Marine Spatial Planning. Intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere Programme. *IOC Manual and Guides*, 46: ICAM Dossier, 3. Paris: UNESCO.
- Ehler, C. y F. Douvere. 2009. Marine Spatial Planning: a step-by-step approach toward ecosystem-based management. Intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere Programme. *IOC Manual and Guides No. 53, ICAM Dossier No. 6*. Paris: UNESCO.
- English, S., Wilkinson, C. y V. Baker. 1997. Survey manual for tropical marine resources. Australian Institute of Marine Science, Townsville. 390 pp.

- Escofet, A. 1994. Evaluación del hábitat y de fuentes de disturbio. En: G. de la Lanza-Espino y C. Cáceres-Martínez (Edits). *Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano*. UABCS. La Paz, BCS., México. 497-525 pp.
- Escudero, A., Iriondo, J.M. y M.J. Albert. 2002. *Biología de Conservación, nuevas estrategias bajo diferentes perspectivas. Ecosistemas*. Disponible en: <http://www.aet.org/ecosistemas/023/revisiones2.htm> Consultado en línea el 10/10/2010.
- Espinoza, H., Huidobro, L. y P. Fuentes. 2002. Peces continentales de la región de Chamela En: (Noguera, F.A., J.H. Vega Rivera, A.N. García Aldrete y M. Quesada Avendaño (Edits.) *Historia Natural de Chamela*. Instituto de Biología, UNAM. México. 245-250 pp.
- Fernández, M., y J.C. Castilla. 2005. Marine conservation in Chile: historical perspective, lessons, and challenges. *Conservation Biology*. 19: 1752–1762.
- Filonov, A.E., Tereshchenko, I.E., Monzón, C.O., González-Ruelas, M.E. y E. Godínez-Domínguez. 2000. Variabilidad estacional de los campos de temperatura y salinidad en la zona costera de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*. 26(2): 303-321.
- Flores, F. 1978. Estudio florístico preliminar de las macroalgas mesolitorales de las costas de la región de Chamela, Jal. Tesis profesional. UNAM. 187 pp.
- Foley, M.M., Halpern, B.S., Micheli, F., Armsby, M.H., Caldwell, M.R., Crain, C.M., Prahler, E., Rohr, N., Sivas, D., Beck, M.W., Carr, M.H., Crowder, L.B., Emmett Duffy, J., Hacker, S.D., McLeod, K.L., Palumbi, S.R., Peterson, C.H., Regan, H.M., Ruckelshaus, M.H., Sandifer, P.A., Steneck, R.S., 2010. Guiding ecological principles for marine spatial planning. *Marine Policy*. 34: 955–966.
- Galván-Villa, C.M. 2010. Variación Espacial de Ensamblajes de Peces y su Importancia en la Conservación de Áreas Marinas Protegidas del Pacífico Central Mexicano. Tesis de Maestría, Universidad de Guadalajara.
- García-Madrigal, M.S. y L.I. Andreu-Sánchez. 2009. Los cangrejos porcelánidos (Decapoda: Anomura) del Pacífico sur de México, lista de especies y clave de identificación para todas las especies del Pacífico Oriental Tropical. *Ciencia y Mar*. 8(39): 23-54.
- García-Oliva, F., Camou, A. y J.M. Maass. 2002. El clima de la región central de la costa del Pacífico mexicano. En: Noguera, F.A., Vega-Rivera, J.H., García-Aldrete, A.N. y M. Quesada Avendaño, (Edits.). *Historia Natural de Chamela*. Instituto de Biología, UNAM. México.

- Garth, J.S. 1960. Distribution and affinities of the Brachyura Crustaceans. The biogeography of Baja California and adjacent seas. Part II. Marine Biotas. Systematic Zoology. 9(3): 105-123.
- Gaston. K.J. 2000. Global patterns in biodiversity. Nature. 405: 220–227.
- Gilliland, P.M., Rogers, S., Hamer, J.P. y Z. Crutchfield. 2004. The practical implementation of marine spatial planning – understanding and addressing cumulative effects. Report of a Workshop held 4 December 2003, Stansted. English Nature Research Reports, No. 599, Peterborough: English Nature.
- Gilliland, P.M. y D. Laffoley. 2008. Key elements and steps in the process of developing ecosystem-based marine spatial planning. Marine Policy. 32(5): 787–96.
- Gladstone, W. y T. Alexander. 2005. A test of the higher-taxon approach in the identification of candidate sites for marine reserves. Biodiversity and Conservation. 14: 3151-3168.
- Gladstone, W. 2007. Requirements for marine protected areas to conserve the biodiversity of rocky reef fishes. Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst. 17: 71–87.
- González-Oreja, J.A., De la Fuente-Díaz-Ordaz, A.A., Hernández-Santín, L., Buzo-Franco, D. y C., Bonache-Regidor. 2010. Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. Animal Biodiversity and Conservation. 33(1): 31-45.
- Gómez-Aguirre, S. y D. León-Álvarez. 1987. Plancton de Bahía de Chamela: ensayo fisiológico durante el eclipse anular del 30 de mayo de 1984. Universidad y Ciencia. 4(7): 45-56.
- Gower, J.C. 1971. A General Coefficient of Similarity and Some of its Properties. Biometrics. 27: 857-871.
- Granizo, T., Molina, M.E., Secaira, E., Herrera, B., Benitez, S., Maldonado, O., Libby, M., Arroyo, P., Isola, S. y M. Castro. 2006. Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. Quito: TNC y USAID.
- Halpern, B.S, Walbridge, S., Selkoe, K.A., Kappel, C.V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J.F., Casey, K.S., Ebert, C., Fox, H.E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H.S., Madin, E.M.P., Perry, M.T., Selig, E.R., Spalding, M., Steneck, R. y R. Watson. 2008. A global map of human impact on marine ecosystems. Science. 319(5865): 948-952.

- Halpern, B.S., Kappel, C.V., Selkoe, K.A., Micheli, F., Ebert, C.M., Kontgis, C., Crain, C.M., Martone, R.G., Shearer, C. y S.J. Teck. 2009. Mapping cumulative human impacts to California Current marine ecosystems. *Conservation Letters*. 2: 138-148.
- Harvey, A.W. y P.A. McLaughlin. 1991. Two new hermit crabs of the genus *Pagurus provenzoi* group (Crustacea, Anomura, Paguridae) from the eastern Pacific, with notes on their ecology. *Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County*. 425: 13-21.
- Heino, J. 2005. The relationship between species richness and taxonomic distinctness in freshwater organisms. *Limnology and Oceanography*. 50(3): 978-986.
- Heip, C., Hummel, H., Van Avesaath, P., Appeltans, W., Arvanitidis, C., Aspden, R., Austen, M., Boero, F., Bouma, T.J., Boxshall, G., Buchholz, F., Crowe, T., Delaney, A., Deprez, T., Emblow, C., Feral, J.P., Gasol, J.M., Gooday, A., Harder, J., Ianora, A., Kraberg, A., Mackenzie, B., Ojaveer, H., Paterson, D., Rumohr, H., Schiedek, D., Sokolowski, A., Somerfield, P., Sousa Pinto, I., Vincx, M., Węśławski, J.M. y M. Nash. 2009. *Marine Biodiversity and Ecosystem Functioning*. Printbase, Dublin, Ireland.
- Hendrickx, M.E. 1984. Distribution and abundance of stomatopods (Crustacea, Hoplocarida) in southern Sinaloa, Mexico. *Revista de Biología Tropical*. 32: 269-277.
- Hendrickx, M.E. 1993. Crustáceos Decápodos del Pacífico Mexicano. *Biodiversidad Marina y Costera de México*. En: S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (Edits.) *Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México*. 271-318 pp.
- Hendrickx, M.E. 1995a. Checklist of lobster-like decapod crustaceans (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea, Astacidea and Palinuridea) from the eastern tropical Pacific. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*. 66: 151-163.
- Hendrickx, M.E. 1995b. Estomatópodos. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem (Edits.). *Guía para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Vol. 1. Plantas e invertebrados*. FAO, Roma. 355-382 pp.
- Hendrickx, M.E. 1999. Los cangrejos braquiuros (Crustacea: Brachyura: Majoidea y Parthenoidea) del Pacífico mexicano. *CONABIO-ICMyL, UNAM, México*. 274 pp.
- Hendrickx, M.E., Ayón-Parente, M., Félix-Pico, E. y G. Vargas- López. 2008. Hermit crabs (Crustacea: Paguroidea) in the biological collection of CICIMAR, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Baja California Sur, México. En: *Contribution to the study of east pacific crustaceans 5(1)*. M.E. Hendrickx (Edit.). Instituto de Ciencias

- del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 17-21 pp.
- Hendrickx, M.E. y A. Esparza-Haro. 1997. A new species of *Clibanarius* (Crustacea: Anomura: Diogenidae) from the eastern tropical Pacific. *Zoosystema*. 19(1): 111-119.
- Hendrickx, M.E. y A.W. Harvey. 1999. Checklist of anomuran crabs (Crustacea: Decapoda) from the eastern tropical Pacific. *Belgian Journal of Zoology*. 129: 363-389.
- Hendrickx, M.E. y J. Salgado-Barragán. 1991. Los estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico. *Public. Esp. Inst. Ciencias del Mar y Limnología*. UNAM. 200 pp.
- Hernández-Alcántara, P., Tovar-Hernández, M.A. y V. Solís-Weiss. Polychaetes (Annelida: Polychaeta) described for the Mexican Pacific: an historical review and an updated checklist. *Latin American Journal of Aquatic*. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=175014500004>. Consultado en línea el 03/06/2011
- Hernández-Álvarez, M.C. 1995. Taxonomía y distribución de la familia Porcellanidae (Crustacea: Decapoda: Anomura) del Pacífico mexicano. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. 106 pp.
- Hernández Vázquez, S., Rodríguez Estrella, R., Vega Rivera, J. H., Hernández Vázquez, F., Rojo Vázquez, J.A. y V.H. Galván Piña. 2010. Estructura, dinámica y reproducción de las asociaciones de aves acuáticas de la costa de Jalisco, México. En: Godínez Domínguez, E. Franco Gordo, M. de C., Rojo Vázquez, J.A., Silva Bátiz, F. de A. y G. González Sansón. (Edits.). *Ecosistemas marinos de la Costa Sur de Jalisco y Colima*. Universidad de Guadalajara. 11-27 pp.
- Herrera-Moreno, A. y N. Martínez-Estalella. 1987. Efectos de la contaminación sobre las comunidades de corales escleractíneos al Oeste de la Bahía de la Habana. *Rep. Inv. Inst. Oceanol., Academia de Ciencias de Cuba*. 62: 1-29.
- Herrero-Pérezrul, M.D., Reyes-Bonilla, H., González-Azcárraga, A., Cintra-Buenrostro, C. E. y A. Rojas-Sierra. 2008. Equinodermos. En: Danemann, G.D. y E. Ezcurra (Edits.). *Bahía de los Angeles: recursos naturales y comunidad*. Línea base 2007. Pronatura Noroeste AC, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología y San Diego Natural History Museum.
- Hickman, Jr., C.P. 1998. *A Field Guide to Sea Stars and Other Echinoderms of Galápagos*. Sugar Spring, Lexington, Virginia. 83 pp.

- Hodgson, G. 1995. Corales pétreos marinos. En: Fischer, F.W., Krupp, W., Schneider, C., Sommer, K.E., Carpenter, E. y V.H. Niem (Edits.). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. 1 Plantas e Invertebrados. Departamento de Pesca de la FAO. Organización de la Naciones Unidas Para la Agricultura y Alimentación. Roma. 83-97 pp.
- Holguin-Quiñones, O. y A.C. González-Pedraza. 1994. Moluscos de la franja costera de Michoacán, Colima y Jalisco. Dir. Publicaciones del Instituto Politécnico Nacional, México, D.F. 133 pp.
- Honey-Escandón, M., Solís-Marín, F.A. y A. Laguarda-Figuera. 2008. Equinodermos (Echinodermata) del Pacífico Mexicano. *Revista de Biología Tropical*. 56(3): 57-73.
- Hughes, T.P., Graham, N.A.J., Jackson, J.B.C., Mumby, P.J. y R.S. Steneck. 2010. Rising to the challenge of sustaining coral reef resilience. *Trends Ecol. Evol.* 25(11): 633-642.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Censo de población y vivienda 2010.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. 2011. IUCN Global Species Programme Red List Unit. <http://www.iucnredlist.org/> Consultado el 12/08/2012.
- Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. 8: 151-161
- Keen, M.A. 1971. *Sea Shells of Tropical Western America*. 2nd. Ed. Stanford Univ. Press. Stanford, California. 1064 pp.
- Kelleher, G. 1999. *Guidelines for Marine Protected Areas*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Ketchum, J. y H. Reyes-Bonilla. 2001. Taxonomía y distribución de los corales hermatípicos (Scleractina) del Archipiélago de Revillagigedo, México. *Revista de Biología Tropical*. 49(3-4): 803-848.
- Kuk-Dzul, J.G., Delgado-Blas V.H. y J.L. Tejero-Gómez. 2006. Poliquetos de sustrato arenoso como bioindicadores de contaminación por materia orgánica en la zona urbana de la Bahía de Chetumal, Quintana Roo. V Congreso Internacional y XI Nacional de Ciencias Ambientales, Oaxtepec, Morelos, México
- Laguarda-Figuera, A., Hernández-Herrejón, L. A., Solís-Marín, F. A. y Durán-González, A. 2009. 1a ed. México: Ofiuroideos del Caribe mexicano y Golfo de México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 249 pp.

- Lara-Lara, J.R., Arreola-Lizárraga, J.A., Calderón-Aguilera, L.E., Camacho-Ibar, V.F., De la Lanza -Espino, G., Escofet, A., Espejel-Carbajal, M.I., Guzmán-Arroyo, M., Ladah, L., López-Hernández, M., Meling-López, E.A., Moreno-Casasola Barceló, P., Reyes-Bonilla, H. Ríos-Jara, E. y J.A. Zertuche González. 2008. Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México. 109-134 pp.
- Landa-Jaime, V. y J. Arciniega-Flores. 1998. Macromoluscos bentónicos de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*. 24: 155-167.
- Landa-Jaime, V., Arciniega-Flores, J., García de Quevedo-Machain, R., Michel-Morfín, J.E. y González-Sansón, G. 1997. Crustáceos decápodos y estomatópodos de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*. 23(4): 403-417.
- Lara-Lara, J.R., Arenas-Fuentes, V., Bazán-Guzmán, C., Díaz-Castañeda, V., Escobar-Briones, E., García Abad, M. de C., Gaxiola Castro, G., Robles Jarero, G., Sosa Ávalos, R., Soto González, L.A., Tapia García, M. y J.E. Valdez-Holguín. 2008. Los ecosistemas marinos, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México. 135-159 pp.
- Lemaitre, R. y E. Cruz-Castaño. 2004. A new species of *Pagurus* Fabricius, 1775 from the Pacific of Colombia, with a checklist of eastern Pacific species of the genus. *Nauplius*. 12: 71-82.
- Lemaitre, R. y P.A. McLaughlin. 1996. Revision of *Pylopagurus* and *Tomopagurus* (Crustacea: Decapoda: Paguridae), with the description of new genera and species. Part V. *Anisopagurus* McLaughlin, *Manucomplanus* McLaughlin and *Protoniopagurus* new genus. *Bulletin of Marine Science*. 59: 89-141.
- León, A.D. 1983. Variaciones a pequeña escala (tiempo-espacio) de la composición y abundancia del microplancton de la Bahía de Chamela, Jal. (1981/82). Tesis profesional. E.N.E.P. Zaragoza. UNAM. 57 pp.
- León, V., Pérez, G. y R. Lamothe., 1997. Hemiuriformes de peces marinos de la Bahía de Chamela, México, con la descripción de una nueva especie del género *Hysterolecitha* (Digenea: Hemiuridae: Lecithasterinae). *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool.* 68 (1): 1-34.

- Leonard D.P.R., Clarke K.R., Somerfield P. y R.M. Warwick. 2006. The application of an indicator based on taxonomic distinctness for UK marine biodiversity assessment. *Journal of Environmental Management*. 78: 52-62.
- Lester, S.E., Costello, C., Halpern, B.S., Gaines, S.D., White, C. y J.A. Barth. 2013. Evaluating tradeoffs among ecosystem services to inform marine spatial planning. *Marine Policy*. 38: 80-89.
- Levin, P.S. y B.E. Kochin. 2004. Publication of marine conservation papers: Is Conservation Biology Too Dry? *Conservation Biology*. 18(4): 1160-1162.
- Leyva-Aguilera, C., M. Angoa y A. Escofet, 1997. Definición de un contexto operativo para la aplicación de políticas de protección en el estero de Punta Banda (Baja California, México). Programa y memoria de resúmenes, III Congreso Nacional sobre Áreas Naturales Protegidas de México "Dr. Miguel Álvarez del Toro", Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 12-14 de noviembre, 1997.
- Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México. 283-322 pp.
- López-Sandoval, D.C., Lara-Lara, J.R., Lavín, M.F., Álvarez-Borrego, S. y G. Gaxiola-Castro. 2009. Primary productivity in the eastern tropical Pacific off Cabo Corrientes, Mexico. *Ciencias Marinas*. 35(2): 169-182.
- López-Uriarte, E. y E. Ríos-Jara. 2004. Guía de macrofauna marina asociada a comunidades de coral del Pacífico central mexicano: Corales pétreos y Crustáceos. Universidad de Guadalajara. 84 pp.
- López-Uriarte, E., E. Ríos-Jara y M. Pérez Peña. 2005. Range Extension for Octopus hubbsorum (Mollusca: Octopodidae) in the mexican Pacific. *Bulletin of Marine Science*. 77(2): 171-175.
- López-Uriarte, E., Ríos-Jara, E., Galván-Villa, C.M., Juárez-Carrillo, E., Enciso-Padilla, I., Robles-Jarero, E.G. y M. Pérez Peña. 2009. Macroinvertebrados bénticos del litoral somero de Punta La Rosada, Bahía de Chamela, Jalisco. *Scientia-CUCBA*. 11(1-2): 57-68.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press/Croom Helm, London. 179 pp.
- Maluf, L. y R.C. Brusca. 2005. Cap. 18. Echinodermata, p 327-343. In Hendrickx, Brusca y Findley (eds). *Listado y Distribución de la Macrofauna del Golfo de California, Mexico*. Parte. 1. Invertebrados. Museo Desierto Arizona-Sonora, Tucson, EEUU. 429 p.

- Margules, C. y R. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature*. 405: 243-253.
- MarViva. 2013. Ordenamiento Espacial Marino: Una Guía de Conceptos y Pasos Metodológicos.
- McLaughlin, P.A. 1981. Revision of *Pylopagurus* and *Tomopagurus* (Crustacea: Decapoda: Paguridae), with the descriptions of new genera and species. Part II. *Rhodochurus* McLaughlin and *Phimochurus* McLaughlin. *Bulletin of Marine Science*. 31:329-365.
- McLaughlin, P.A. 1982. Revision of *Pylopagurus* and *Tomopagurus* (Crustacea: Decapoda: Paguridae), with the descriptions of new genera and species. Part III, *Agarochirus* McLaughlin, *Enallopagurus* McLaughlin, and *Enalopaguropsis* McLaughlin. *Bulletin of Marine Science*. 32: 823-855.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and its measurement*. Princenton University Press. 179 pp.
- McLaughlin, P.A. y J. Haig. 1993. Two new species of the Pacific component of the Provenzano group of *Pagurus* (Decapoda; Anomura; Paguridae) and a key to the regional species. *Bulletin of Marine Science* 52: 642-668.
- Margules, C. y R. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.
- Mendoza G.B. y G. Pérez P. de L. 1998. Microcotílicos (Monogenea: Microcotylidae) parásitos de peces marinos de la Bahía de Chamela, Jalisco, México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autónm. México, Ser. Zool.* 69(2): 139-153.
- Miranda, A., Ambriz, G., Valencia, D., Sánchez, M. y A. Szekely. 2011. Programa de Manejo del santuario de las Islas de la Bahía de Chamela: Islas La Pajarera, Cocinas, Mamut, Colorada, San Pedro, San Agustín, San Andrés y Negrita, e islotes Los Anegados, Novillas, Mosca y Submarino, Jalisco, México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Mikkelsen, P. M. y J. Cracraft. 2001. Marine biodiversity and the need for systematic inventories. *Bull. Mar. Sci.* 69: 525-534.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Multiscale Assessments*. Washington, DC: Island Press.
- Moncayo-Estrada, R., Castro-Aguirre, J.L., y J. De La Cruz Agüero. 2006. Lista sistemática de la ictiofauna de Bahía de Banderas, México. *Rev. Mex. Biodiv.* 77(1): 67-80.
- Mondragón, M. y A. Escofet. 2013. Analysis of Environmental Bonds in Mexican Pacific Major Ship Grounding. *Journal of Environmental Protection*. 4: 65-71.

- Monroy-Vilchis, O. 2003. Principios generales de biología de la conservación. En: Sánchez, O., E. Vega, E. Peters y O. Monroy-Vilchis (Edits.) Conservación de ecosistemas templados de montaña en México. Instituto Nacional de Ecología. México. 107-116 pp.
- MRAG Americas. 2009. Science Tools to Implement Ecosystem Based Management in Massachusetts. MRAG Americas, Massachusetts Ocean Partnership; Woods Hole Oceanographic Institute; and Urban Harbors Institute, University of Massachusetts Boston.
- Nates-Rodríguez, J.C. 1989. Estudio taxonómico sobre los cangrejos de la superfamilia Xanthoidea (Crustacea: Decapada, Brachyura) de la Bahía de Chamela, Jalisco. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- Nepote-González, A.C. 1998. Holoturias (Echinodermata: Holothuroidea) de las Islas Marietas, Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México. Tesis. CUCBA, Universidad de Guadalajara. 80 p.
- Norse, E.A. 2005. Destructive Fishing Practices and Evolution of the Marine Ecosystem-Based Management Paradigm. American Fisheries Society Symposium. 41: 101-114.
- Nuño, A., Ríos-Jara, E y E. Espino. 2003. Aspectos biológicos pesqueros del pepino de mar *Isostichopus fuscus* en Chamela, Jalisco. En: Espino B., E., M.A. Carrasco A., E. G. Cabral S. y M. Puente G. (Edits). Memorias del II Foro Científico de Pesca Ribereña. SAGARPA, INP, CRIP-Manzanillo. Del 20 al 22 de octubre. Ciudad de Colima, Col. 64 pp.
- Ortiz, L. 2000. Problemática ambiental, actores y conflictos de uso en la Barra del Tordo, Tamaulipas. Tesis de Maestría. Colegio de la Frontera Norte (COLEF). México. 83 pp.
- Otero, L. 1981. Ciclo anual de la producción primaria en la Bahía de Chamela, Jalisco, México. Tesis profesional. UNAM. 70 pp.
- Partnership for Interdisciplinary Studies of Coastal Oceans. 2007. The Science of Marine Reserves. Disponible en: www.piscoweb.org Consultado en línea el 15/03/2010.
- Pilar-Ruso, Y., Ossa-Carretero, J.A., Giménez-Casalduero, F., y J.L. Sánchez-Lizaso. 2011. Patrón de distribución de los poliquetos en la costa de la Comunidad Valenciana, Mediterráneo español. *Ciencias marinas*, 37(3): 261-270. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01853880201100030002&lng=es&tlng=es. Consultado el 04/08/2013

- Planque, B., Fromentin, J.M., Cury, P., Drinkwater, K., Jennings, S., Perry, R.I. y S. Kifani. 2010. How does fishing alter marine populations and ecosystems sensitivity to climate? *Journal of Marine Systems*. 79: 403-417.
- Pomeroy, R.S., Parks, J.E. y L.M. Watson. 2006. *Cómo evaluar una AMP. Manual de Indicadores Naturales y Sociales para Evaluar la Efectividad de la Gestión de Áreas Marinas Protegidas*. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- Primack, R. 2006. *Essentials of Conservation Biology*. USA: Sinauer Associates, Inc.
- Ramírez, R., Paredes, C. y J. Arenas. 2003. Moluscos del Perú. *Rev. Biol. Trop.* 51(3): 225-284.
- Ramos-Esplá, A.A., Valle-Pérez, C., Bayle-Sempere, J.T. y J.L. Sánchez-Lizaso. 2004. *Áreas Marinas Protegidas como herramientas de Gestión Pesquera en el Mediterráneo (Área COPEMED)*. Serie Informes y Estudios COPEMED n° 11.
- Ramsar. 2010. *Directrices para la evaluación ecológica rápida de la biodiversidad de las zonas costeras, marinas y de aguas continentales*. Informe Técnico de Ramsar núm. 1 Núm. 22 de la serie de publicaciones técnicas del CDB. Secretaría de la Convención de Ramsar.
- Rathbun, M.J. 1930. The cancrioid crabs of America of the families Euryalidae, Portunidae, Atelecyclidae, Cancridae and Xanthidae. *Bulletin of the U.S. Natural Museum*. 152: 1-609.
- Reguero, M. y A. García-Cubas. 1989. Moluscos de la plataforma continental de Nayarit: sistemática y ecología (cuatro campañas oceanográficas). *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*. 16: 33-58.
- Reyes-Bonilla, H. 1993. Biogeografía y ecología de los corales hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico de México. En: Salazar-Vallejo, S. I. y N. Emilia-González (Edits.). *Biodiversidad marina y costera de México, CONABIO-CIQROO, México*. 207-222 pp.
- Ríos-Jara, E., Pérez-Peña, M., López-Uriarte, E. y E. Juárez-Carrillo. 2006. Biodiversidad de moluscos marinos de Jalisco y Colima, con anotaciones sobre su aprovechamiento en la región. pp. 103-120. En: "Recursos Marinos y Acuícolas de la Región de Jalisco, Colima y Michoacán", Jiménez-Quiroz, M.C., Espino-Barr, E. y Guzmán-Barrera, R.M. (Edits.). (ISBN 968800-695-5). Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Manzanillo, Colima. Instituto Nacional de la Pesca. 622 pp.

- Ríos-Jara, E., Galván-Villa, C.M., y F.C. Solís-Marín. 2008a. Equinodermos del Parque Nacional Isla Isabel, Nayarit, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 131-141.
- Ríos-Jara, E., López-Urriarte, E. y C.M. Galván-Villa. 2008b. Bivalve molluscs from the continental shelf of Jalisco and Colima, Mexican Central Pacific. *Am. Malac. Bull.* 26: 119-131.
- Ríos-Jara, E., López-Urriarte, E., Pérez-Peña, M., Enciso-Padilla, I., Arreola-Robles, J.L., Hermosillo-González, A. y C.M. Galván-Villa. 2008c. Listados taxonómicos de la biota marina del Parque Nacional Isla Isabel (invertebrados, peces y macroalgas). Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura Departamento de Ecología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. 194 pp.
- Ríos-Jara, E., Galván-Villa, C.M., Rodríguez-Zaragoza, F.A., López-Urriarte, E., Bastida-Izaguirre, D. y F.A. Solís-Marín. 2013. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=0> Consultado en línea el 07/09/2013.
- Ríos-Jara, E., Galván-Villa, C.M., Rodríguez-Zaragoza, F.A., López-Urriarte, E. y V.T. Muñoz-Fernández. 2013. The tourism carrying capacity of under water trails in Isabel Island National Park, Mexico. *Rev. Environ. Manage.* 1-13 pp.
- Rodríguez-Quiroz, G. y A. Bracamonte-Sierra. 2008. Pertinencia de las ANP como política de conservación y mejoramiento de la calidad de vida: Análisis de percepción en la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. *Estud. Soc.* 16 (32): 141-176.
- Robertson, D.R. y G.R. Allen. 2006. Peces costeros del Pacífico Oriental Tropical: un sistema de información, versión 2.0. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.
- Román Contreras, R., Cruz Abrego, F.M. y A.L. Ibáñez Aguirre. 1991. Observaciones ecológicas de los moluscos de la zona intermareal rocosa de la Bahía de Chamela, Jalisco, México. *An. Inst. Biol. U. N. A. M., Serie Zoología.* 62: 17-32.
- Rosete-Vergés, F.A., Enríquez-Hernández, G., y A. Córdova. 2006. El ordenamiento ecológico marino y costero: tendencias y perspectivas. *Gaceta Ecológica* 78. INE, México.
- Saénz-Chávez, M.O.M. 2003. Sitios Ramsar en el Perú: Aplicación de Técnicas Selectas de Análisis Eco-regional Orientado a la Gestión y Manejo de Áreas Naturales Protegidas. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California.

- Salazar-Vallejo, S.I. y M.H. Londoño-Mesa. 2004. Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Pacífico Oriental Tropical. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología. 75(1): 9-97.
- Salgado-Barragán, J. y M.E. Hendrickx. 1986. Los estomatópodos (crustacea: hoplocarida) del pacífico mexicano. Public. Esp Inst. Cienc. Mar y Limnol. UNAM.
- Sánchez, H.C. y L.A. Pérez. 1972. Notas sobre la biología de la "buba de vientre blanco" (*Sula leucogaster*, Familia Sulidae) en la Bahía de Chamela, Jalisco. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 33: 113-120.
- Schaaf, P. 2002. Geología y geofísica de la costa de Jalisco. En: Noguera, F.A., Vega-Rivera, J.H., García-Aldrete, A.N. y Quesada Avendaño, M. (Edits.). Historia Natural de Chamela. Instituto de Biología, UNAM. México.
- Schmidtsdorf, P. y M.A. Raz. 1991. Braquiuros intermareales y supralitorales de la Bahía de Chamela, Jalisco. Hábitat y Zoogeografía. Res. XI Congr. Nal. Zool. 76.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2004. Directrices sobre Diversidad Biológica y Desarrollo del Turismo: Directrices internacionales para actividades relacionadas con el desarrollo del turismo sostenible en ecosistemas vulnerables, terrestres, marinos y costeros y hábitats de gran importancia para la diversidad biológica y áreas protegidas, incluidos los ecosistemas frágiles, ribereños y de montañas. (Directrices del CDB) Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 30 pp.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación (DOF). Última reforma publicada el 30 de agosto de 2011.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 2004. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación (DOF).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 1999. Ordenamiento Ecológico de la Región Costa de Jalisco. Disponible en:
http://siga.jalisco.gob.mx/moet/assets/pdf/Acuerdo_Ord_Costa.pdf Consultado el 28/05/2014
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación (DOF). Última reforma publicada 7 de junio de 2011.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2007. Manual del proceso de ordenamiento ecológico. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

- Instituto Nacional de Ecología. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2008. Protected Areas in Today's World: Their Values and Benefits for the Welfare of the Planet. Montreal, Technical Series no. 36, 96 pp.
- Siegel, K. 2013. Integrating ecological and institutional considerations into marine conservation planning in Mexico's Gulf of California. Tesis, Brown University.
- Sistema de Información Estadística y Geográfica de Jalisco. 2012. La Huerta, Diagnóstico del Municipio. Disponible en:
<http://sieg.gob.mx/contenido/Municipios/cuadernillos/LaHuerta.pdf> Consultado en línea el 03/01/2014.
- Silva-Segundo C.A., Funes-Rodríguez, R., Hernández-Rivas, M.E., Ríos-Jara, E., Robles-Jarero, E.G. y A. Hinojosa-Medina. 2008. Asociaciones de larvas de peces en relación a cambios ambientales en las Bahías Chamela, Jalisco y Santiago-Manzanillo, Colima (2001-2002). *Hidrobiológica*. 18(1): 89-103.
- Skoglund, C. 1990. Additions to the panamic province bivalve (Mollusca) literature 1971-1990. *The Festivus*. XXII (Supplement 2). 74 pp.
- Skoglund, C. 1992. Additions to the panamic province gastropod (Mollusca) literature 1971-1992. *The Festivus*. XXIV (Supplement). 169 pp.
- Skoglund, C. 2001. Panamic Province molluscan literature. Additions and changes from 1971 through 2000. I Bivalvia. II Polyplacophora. *The Festivus*. 32: 1-40.
- Skoglund, C. 2002. Panamic Province molluscan literature. Additions and changes from 1971 through 2001. III Gastropoda. *The Festivus*. 33: 1-286.
- Smith D.A. 2008. Interpreting molluscan death assemblages on rocky shores: Are they representative of the regional fauna? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 366: 151-159.
- Smith, H.D., Maes, F., Stojanovic, T.A., y R.C. Ballinger. 2011 The integration of land and marine spatial planning. *Journal of Coastal Conservation: Planning and Management* 15(2): 291-303.
- Solís-Marín, F.A., Reyes-Bonilla, H., Herrero-Pérezrul, M.D., Arizpe-Covarrubias, O. y A. Laguarda-Figueroa. 1997. Sistemática y distribución de los equinodermos de la Bahía de La Paz. *Ciencias Marinas*. 23: 249-263.

- Solís-Marín, F.A, Laguarda-Figueras, A., Durán-González, A., Ahearn, C. y J. Torres-Vega. 2005. Echinodermos (Echinodermata) del Golfo de California, México. *Rev. Biol. Trop.* 53(3): 123-136.
- Solís-Marín, F. A. Mariscal Borbolla, R., Hernández Leal, M.S. y A. Laguarda Figueras. 2008. Diversity of Echinoderms at Isla Cocinas, Bahía de Chamela, at the Mexican Central Pacific. Abstracts of the fifth north american echinoderm conference. Melbourne, Florida 20-25 de Julio.
- Solís-Marín, F.A., Arriaga-Ochoa, J.A., Laguarda-Figueras, A., Frontana-Uribe, S.C. y A. Durán-González. 2009. 1a ed. México: Holoturoideos (Echinodermata: Holothuroidea) del Golfo de California. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 177 pp.
- Somerfield P.J., Olsgard, F. y M.R. Carr. 1997. A further examination of two new taxonomic distinctness measures. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 154: 303-306.
- Somerfield, P.J., Clarke, K.R., Warwick, R.M. y N.K. Dulvy. 2008. Average functional distinctness as a measure of the composition of assemblages. *ICES Journal of Marine Science.* 65: 1462–1468.
- Sorensen, J.C., McCreary, S.T. y A. Brandani. 1992. Costas: arreglos institucionales para manejar ambientes y recursos costeros. Centro de Recursos Costeros, Universidad de Rhode Island. 185 pp.
- Soto, E. y L.J. Gordon. 2010. Poliquetos Bentónicos Intermareales y Sublitorales de la región de Aysén, Chile. *Anales Instituto de la Patagonia.* 38(2): 69-80.
- Soule, M. y G. Orians. 2001. Conservation biology: research priorities for the next decade. Island Press, United States of America.
- Spalding, M., Fish, L. y L. Wood. 2008. Towards representative protection of the world's coasts and oceans progress, gaps and opportunities. *Conservation Letters.* 1: 217-226.
- Steer, R., Arias-Isaza, F., Ramos, A., Sierra-Correa, P., Alonso D. y P. Ocampo. 1997. Documento base para la elaboración de la Política Nacional de Ordenamiento Integrado de las Zonas Costeras Colombianas. Documento de consultora para el Ministerio del Medio Ambiente. Serie publicaciones especiales No.6.
- Stewart, R.H. 2008. Introduction To Physical Oceanography. Universidad de Texas. USA. 353 p.
- The Nature Conservancy. 1995. Técnica de Análisis de Amenazas. The Nature Conservancy. México.

- The Nature Conservancy. 1999. Planificación para la conservación de sitios: un proceso para la conservación de sitios prioritarios (borrador). The Nature Conservancy. México. 129 pp.
- Tello, S. 2000. Patrimonio: Turismo y Comunidad. Revista Turismo y Patrimonio. Universidad Particular San Martín de Porres. Lima.
- Tinoco, O. 2003. Los impactos del turismo en el Perú. Producción y gestión. 6(1): 47-60.
- Tomassetti, P., Persia, E., Mercatali, I., Vani, D., Marussso, V. y S. Porrello. 2009. Effect of mariculture on macrobenthic assemblages in a western mediterranean site. Marine Pollution Bulletin. 58(4): 533-541
- Tovar-Hernández, M.A., Yáñez-Rivera, B., Rendón-Rodríguez, S. y N. Méndez. 2010. Poliquetos y especies introducidas en México. CONABIO. Biodiversitas. 92: 1-5.
- Thrush, S.F. y P.K. Dayton. 2010. What Can Ecology Contribute to Ecosystem-Based Management? Annual Review of Marine Science. 2: 419-41
- Universidad de Quintana Roo. 2008. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Disponible en: http://seduma.tamaulipas.gob.mx/wpcontent/uploads/2013/04/pronostico_consulta_oemr_gmmc.pdf Consultado el 11/02/2014
- Vargas Y.R. y G. Gaviño. 1979. Biología de la reproducción del bobo de vientre blanco *Sula leucogaster* en la isla Pajarera, Bahía de Chamela, Jalisco. Res. III Cong. Nal. Zool. 128 pp.
- Vargas Y.R. y R. Vargas-Bahena. 1985. Ornitofauna de la isla Pajarera, Bahía Chamela, Jalisco, México. Mem. VIII Cong. Nal. Zool. 795-799 pp.
- Vergara Martín, J.M., Haroun Tabraue, R., González Henríquez, M.N., Molina Domínguez, L., Briz Miquel, M.O., Boyra López, A., Gutiérrez Martínez de Marañón, L. y A. Ballesta Méndez. 2004. Evaluación de impacto ambiental de acuicultura en jaulas en Canarias. En: J. M. Vergara, R. Haroun y N. González (Edits.). Oceanográfica. Telde, España. 110 pp.
- Veron, J.N. 2000. Corals of the world. Australian Institute of Marine Science, Townsville.
- Villalobos-Hiriart, J.L., Nates-Rodríguez, J.C., Cantu-Díaz Barriga, A., Valle-Martínez, M. D., Flores-Hernández, P., Lira-Fernández, E. y P. Schmidtsdorf-Valencia. 1989. Listados faunísticos de México I. Crustáceos, estomatópodos y decápodos intermareales de las Islas del Golfo de California, México. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

- Villalobos, F., Lira-Noriega, A., Soberón, J. y H.T. Arita. 2013. Range-diversity plots for conservation assessments: Using richness and rarity in priority setting. *Biological Conservation*. 158: 313-320.
- Warwick R.M. y K.R. Clarke. 1995. New biodiversity measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Marine Ecology Progress Series*. 129: 301-305.
- Wells, J.W. 1983. Annotated list of the scleractinian corals of the Galapagos Islands. pp: 212-229. En: P.W. Glynn y G.M. Wellington (Edits.). *Corals and coral reefs of the Galapagos Islands*. University of California Press, Berkeley. USA.
- White, M.L., y K.B. Strychar. 2010. Coral as environmental bioindicators: Ecological and morphological effects of gasoline on gorgonian corals, *Leptogorgia virgulata*. *International Journal of Biology* 3, 63 pp.
- Whittaker, R. 1975. *Communities and ecosystems*. MacMillan Publishing, New York.
- White, M. L. y Strychar, K. B. 2010. Coral as Environmental BioIndicators: Ecological and Morphological Effects of Gasoline on Gorgonian Corals, *Leptogorgia virgulata*. *International Journal of Biology*. 3(1). 63 pp.
- WWF. 2006. Estableciendo prioridades de conservación en islas del Golfo de California: Un ejercicio con criterios múltiples (Reporte integrado por J.A. Rodríguez Valencia, D. Crespo Camacho y M.A. Cisneros-Mata) Disponible en <http://www.wwf.org.mx/wwfmex/publicaciones.php?tipo=re> Consultado en línea el 13/12/2013.
- WWF. 2006. Mejores prácticas de pesca en arrecifes coralinos. Guía para la colecta de información que apoye el Manejo de Pesquerías Basado en Ecosistemas. WWF México/Centroamérica. 81 pp.
- Yáñez-Modragón, C.F. 2007. Las Áreas Naturales Protegidas en México, criterios para su determinación. Caso estudio: Sierra Tarahumara, Estado de Chihuahua. <http://www.ai.org.mx/ai/archivos/coloquios/2/Las%20areas%20naturales%20protegidas%20en%20Mexico.pdf> Consultado en línea el 11/02/2010.
- Yáñez-Rivera, J.L. 1988. Estudio ecológico de las comunidades de gastrópodos macroscópicos de algunas playas rocosas de Jalisco, México. Tesis de Licenciatura. Univ. de Guadalajara.
- Young, E., y P.H. Fricke. 1973. *Sea use planning*. Fabian Tract 437. Fabian Society, London.

ANEXOS

Anexo 1.1. Listado de especies del phylum mollusca en las 14 localidades de muestreo. . Intermareal= IM, Submareal= SM, Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Islote Novillos= ITN, Punta Rosada= PR, Punta Pérula=PP, Playa Chamela= PC y Playa Negritos= PN.

MOLUSCOS	IM	SM	IC	IP	IAN	ICO	IM	ISA	ISP	IN	ITA	ITN	PR	PP	PC	PN
Bivalvia																
Mytilidae																
<i>Botula cylista</i> Berry, 1959		•														X
<i>Brachidontes adamsianus</i> (Dunker, 1857) *	•		X	X											X	
<i>Brachidontes semilaevis</i> (Menke, 1849)	•				X											
<i>Choromytilus palliopunctatus</i> (Carpenter, 1857) *	•	•	X		X	X				X			X			
<i>Gregariella denticulata</i> (Dall, 1871)		•														X
<i>Lithophaga aristata</i> (Dilwyn, 1817) *		•	X	X	X	X	X		X		X	X				
<i>Lithophaga plumula</i> (Hanley, 1843) *		•	X													
<i>Lioberus salvadoricus</i> (Hertlein & Strong, 1946) *		•			X		X			X			X			
<i>Lithophaga calyculata</i> (Carpenter, 1857) *		•									X					
<i>Modiolus capax</i> (Conrad, 1837) *	•	•	X	X	X	X	X			X	X		X			
<i>Modiolus eiseni</i> Strong & Hertlein, 1837	•	•				X										
<i>Mytella guyanensis</i> (Lamarck, 1819)		•	X			X							X			
<i>Septifer zeteki</i> Hertlein & Strong, 1946 *		•	X	X										X		
Arcidae																
<i>Acar bailyi</i> (Bartsch, 1931)		•	X													
<i>Acar gradata</i> (Broderip & Sowerby, 1829)*	•	•	X		X		X		X				X			X
<i>Anadara formosa</i> (Sowerby, 1833)		•	X							X						
<i>Anadara multicostata</i> (G.B. Sowerby I, 1833)		•		X												
<i>Arca mutabilis</i> (Sowerby, 1833) *		•			X									X		
<i>Arca pacifica</i> (Sowerby, 1833)	•			X												
<i>Barbatia illota</i> (G.B. Sowerby I, 1833)	•				X											
Glycymerididae																
<i>Glycymeris gigantea</i> (Reeve, 1843) *		•				X										
<i>Tucetona multicostata</i> (Sowerby, 1833)		•				X										
Philobryidae																
<i>Phylobrya setosa</i> (Carpenter, 1894) *		•			X						X					
Pteriidae																
<i>Pinctada mazatlanica</i> (Hanley, 1856) *	•	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X			
Isognomonidae																
<i>Isognomon janus</i> Carpenter, 1857 *		•	X												X	
<i>Isognomon recognitus</i> (Mabille, 1895) *		•	X				X						X			

Pinnidae*Atrina maura* (Sowerby, 1835)

• X

Pinna rugosa Sowerby, 1835

• X

Ostreidae*Myrakeena angelica* (Rochebrune, 1895) *

• X X

Ostrea sp1. Linnaeus, 1758

• X

Saccostrea palmula Carpenter, 1857 *

• X

Striostrea prismatica (Gray, 1825)

• X

Pectinidae*Nodipecten subnodosus* (Sowerby, 1835) *

• X X X

Spondylidae*Spondylus limbatus* G.B. Sowerby II, 1847

• • X X

Plicatulidae*Plicatula anomioides* Keen, 1958

• X X

Plicatula penicillata Carpenter, 1857 *

• X X X X

Plicatula sp. Lamarck, 1801 *

• X X

Plicatula spondyloopsis Rochebrune, 1895

• X

Limidae*Lima tétrica* Gould, 1851

• X X X

Limaria pacifica (d'Orbigny, 1846) *

• X X X

Lucinidae*Codakia distinguenda* (Tryon, 1872)

• X X X X X

Divalinga eburnea (Reeve, 1850)

• X X

Liralucina approximata (Dall, 1901)

• X

Parvilucina mazatlanica Carpenter, 1857

• X

Carditidae*Carditamera affinis* (Sowerby, 1833) *

• • X X X X X X X X X X

Cardites crassicosatus (Sowerby, 1825) *

• • X X X X X X X

Cardites grayi (Dall, 1903) *

• • X X X

Cardites laticostatus (Sowerby, 1833)

• • X X X

Crassatellidae*Crassinella pacifica* (C.B. Adams, 1852)

• X

Cardiidae*Americardia biangulata* (Broderip & Sowerby I, 1829)

• X

Papyridea aspersa (Sowerby, 1833) *

• X X X X X

Dallocardia senticosum (Sowerby, 1833)

• X

Chamidae*Chama buddiana* C.B. Adams, 1852 *

• X X X X

Chama coralloides Broderip, 1835

• • X X X X X X X X X X

Chama sórdida Broderip, 1835

• X

Chama janus (Reeve, 1847) *

• X X

Galeommatidae

<i>Cymatinoa electilis</i> (Berry, 1963) *	•	•	X		X					X	
Psammobiidae											
<i>Gari panamensis</i> Olsson, 1961	•				X					X	
Semelidae											
<i>Semele bicolor</i> (C.B. Adams, 1852)	•	X									
<i>Semele formosa</i> (Sowerby, 1833)	•							X			
<i>Semele pilsbryi</i> Olsson, 1961	•				X						
<i>Semele purpurascens</i> (Gmelin, 1791) *	•	X									
<i>Semele rosea</i> (Sowerby, 1833)	•	X									
Ungulinidae											
<i>Diplodonta inezensis</i> (Hertlein & Strong, 1947)	•		X								
<i>Diplodonta caelata</i> (Reeve, 1850)	•						X				
Veneridae											
<i>Chione compta</i> (Broderip, 1835)	•										X
<i>Chione subimbricata</i> (Sowerby, 1835) *	•	•	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chione tumens</i> Carpenter, 1856 *	•			X							X
<i>Ilioichione subrugosa</i> (Wood, 1828)	•	X									
<i>Megapitaria aurantiaca</i> (Sowerby, 1831) *	•	X	X	X	X				X	X	
<i>Megapitaria squalida</i> (Sowerby, 1835)	•		X								
<i>Paphonotia elliptica</i> (G.B. Sowerby I, 1834) *	•	X	X		X	X		X			X
<i>Periglypta multicostata</i> (Sowerby, 1835)	•		X		X	X			X	X	
<i>Pitar berryi</i> Keen, 1971	•	X									
<i>Pitar pollicaris</i> (Carpenter, 1864)	•								X		
<i>Timoclea squamosa</i> (Carpenter, 1857) *	•	X	X			X					X
<i>Transenella puella</i> (Carpenter, 1864) *	•		X	X					X		
Petricolidae											
<i>Choristodon robustum</i> (G.B. Sowerby I, 1834)	•		X								
Neoleptonidae											
<i>Neolepton subtrigonum</i> (Carpenter, 1857) *	•	X				X		X			
Myidae											
<i>Sphenia fragilis</i> (H. Adams & A. Adams, 1854)	•										X
Hiatellidae											
<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767) *	•		X			X			X		X
Gastrochaenidae											
<i>Gastrochaena ovata</i> Sowerby, 1834 *	•		X								
Gastropoda											
Patellidae											
<i>Scutellastra mexicana</i> (Broderip & G.B. Sowerby I, 1829)	•		X		X						
Lottiidae											
<i>Lottia discors</i> (Philippi, 1849) *	•	•	X	X	X			X	X		
<i>Lottia fascicularis</i> (Menke, 1851) *	•	•	X				X		X		
<i>Lottia mesoleuca</i> Menke, 1851	•		X	X	X			X	X		

<i>Lottia mitella</i> (Menke, 1847)	•	•	X	X	X		X	X	X				
<i>Lottia pediculus</i> (Philippi, 1846)	•	•	X	X	X	X			X	X			X
<i>Lottia stanfordiana</i> (Berry, 1957)	•			X	X								
Fissurellidae													
<i>Diodora inaequalis</i> (Sowerby, 1835) *	•	•	X		X	X	X	X	X	X			
<i>Fissurella gemmata</i> Menke, 1847	•		X					X					
<i>Fissurella microtrema</i> G.B. Sowerby, 1835	•		X										
<i>Fissurella rubropicta</i> Pilsbry, 1890	•		X										
<i>Fissurella virescens</i> Sowerby, 1835	•		X	X	X		X	X					X
<i>Lucapinella</i> (cf) <i>milleri</i> Berry, 1959 *		•		X								X	
Trochidae													
<i>Tegula globulus</i> (Carpenter, 1857)	•				X								
<i>Tegula ligulata</i> (Menke, 1850)	•	•				X		X					
<i>Tegula rubroflammulata</i> (Koch in Philippi, 1843)		•			X								
<i>Tegula rugosa</i> (A. Adams, 1853)	•							X					
Turbinidae													
<i>Uvanilla unguis</i> (W. Wood, 1828)	•	•	X		X								
Neritidae													
<i>Nerita funiculata</i> Menke, 1851	•		X										X
<i>Nerita scabricosta</i> Lamarck, 1822	•		X	X	X		X	X				X	X
Cerithiidae													
<i>Cerithium adustum</i> Kiener, 1841 *		•	X	X	X		X	X	X		X	X	
<i>Cerithium maculosum</i> Kiener, 1841 *		•	X	X							X	X	
<i>Cerithium menkei</i> Deshayes, 1863		•											X
<i>Rhinoclavis gemmata</i> (Hinds, 1844) *		•		X	X	X		X	X	X		X	
Turritellidae													
<i>Turritella nodulosa</i> King & Broderip, 1832		•								X			
<i>Vermicularia frisbeyae</i> McLean, 1970 *		•		X		X							
Calyptraeidae													
<i>Bostrycapulus aculeatus</i> (Gmelin, 1791) *	•	•	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Calyptraea conica</i> Broderip, 1834 *		•	X						X				
<i>Calyptraea mamillaris</i> Broderip, 1834*		•		X					X				
<i>Calyptraea subreflexa</i> (Carpenter, 1856)		•			X								
<i>Cheilea corrugata</i> (Broderip, 1834)		•										X	
<i>Crepidula excavata</i> (Broderip, 1834) *		•	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Crepidula incurva</i> (Broderip, 1834) *		•	X	X		X							
<i>Crepidula lessonii</i> (Broderip, 1834)	•		X										
<i>Crepidula onyx</i> Sowerby, 1824 *		•	X	X	X	X							X
<i>Crepidula striolata</i> Menke, 1851 *		•	X										
<i>Crepidatella dorsata</i> (Broderip, 1834) *		•	X			X		X					
<i>Crucibulum cyclopium</i> Berry, 1969 *	•	•	X	X	X	X	X		X	X		X	
<i>Crucibulum monticulus</i> Berry, 1969 *		•		X									

<i>Crucibulum scutellatum</i> (Wood, 1828) *	•	•	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
<i>Crucibulum spinosum</i> (Sowerby, 1824) *	•	•	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X		
<i>Crucibulum umbrella</i> (Deshayes, 1830) *	•	•	X	X	X	X	X	X	X	X						X				
Cypraeidae																				
<i>Erosaria albuginosa</i> (Gray, 1825)	•																	X		
<i>Macrocypraea cervinetta</i> Kiener, 1843	•	X																		
<i>Pseudozonaria annettae</i> (Dall, 1909)	•	X																		
<i>Pseudozonaria arabicula</i> (Lamarck, 1811) *	•	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X						
Ovulidae																				
<i>Jenneria pustulata</i> [Lightfoot, 1786] *	•	X																X		
<i>Simnialena rufa</i> (Sowerby, 1832)	•																	X		
Littorinidae																				
<i>Nodilittorina aspera</i> Philippi, 1846	•		X	X														X	X	X
<i>Nodilittorina modesta</i> (Philippi, 1846)	•		X	X	X													X	X	X
Naticidae																				
<i>Eunaticina</i> (cf) <i>heimi</i> Jordan In Hertlein , 1934 *	•																	X		
Rissoidae																				
<i>Rissoina stricta</i> Menke, 1850	•																		X	
Caecidae																				
<i>Caecum</i> sp. Fleming, 1813	•						X													
<i>Elephantulum heptagonum</i> Carpenter, 1857	•																		X	
Strombidae																				
<i>Lobatus galeatus</i> (Swainson, 1823)	•							X												
<i>Strombus</i> sp. Linnaeus, 1758	•								X											
Tonnidae																				
<i>Cypraecassis coarctata</i> (G.B. Sowerby I, 1825)	•				X						X									
<i>Malea ringens</i> (Swainson, 1822)	•	X																		
Bursidae																				
<i>Bursa corrugata</i> (Perry, 1811) *	•	X																	X	
Ranellidae																				
<i>Cymatium amictum</i> (Reeve, 1844) *	•	X																		
<i>Cymatium lignarium</i> (Broderip, 1833)	•																		X	
<i>Cymatium</i> sp. Röding, 1798*	•																		X	
<i>Monoplex vestitus</i> (Hinds, 1844) *	•	X																		
Hipponicidae																				
<i>Hipponix panamensis</i> C.B. Adams, 1852	•				X														X	
<i>Pilosabia pilosa</i> (Deshayes, 1832) *	•	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X				X	X	
<i>Pilosabia planatus</i> (Carpenter, 1857) *	•	X																		
Triviidae																				
<i>Trivia californiana</i> (Gray, 1827) *	•							X												
<i>Trivia radians</i> (Lamarck, 1811)	•		X		X															
<i>Trivia sanguinea</i> (Sowerby, 1832) *	•	X	X															X		

Anexo 1.2. Listado de especies del subphylum crustacea en las 14 localidades de muestreo. Intermareal= IM, Submareal= SM, Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Islote Novillos= ITN, Punta Rosada= PR, Punta Pérula=PP, Playa Chamela= PC y Playa Negritos= PN.

CRUSTÁCEOS	IM	SM	IC	IP	IAN	ICO	IM	ISA	ISP	IN	ITA	ITN	PR	PP	PC	PN
Decapoda																
Alpheidae																
<i>Alpheus lottini</i> Guérin-Méneville, 1838			•							X		X				
<i>Alpheus malleator</i> Dana, 1852a			•	X												
<i>Alpheus sp.</i> Fabricius, 1978			•	X												
<i>Alpheus sulcatus</i> Kingsley, 1878b			•					X					X			
<i>Alpheus utriensis</i> Ramos y von Prael, 1989			•										X			
<i>Alpheus websteri</i> Kingsley, 1880			•										X			
<i>Synalpheus cf wickstenae</i> Hermoso Salazar & Hendrickx, 2006			•													
<i>Synalpheus lockingtoni</i> Coutiére, 1909			•					X					X			
<i>Synalpheus nobilii</i> (Coutiére, 1909)			•	X									X			
<i>Synalpheus peruvianus</i> Rathbun, 1910			•	X									X			
<i>Synalpheus sp.</i> Bate, 1888			•	X												
Callianassidae																
<i>Callichirus sp.</i> Stimpson, 1866			•													X
<i>Neocallichirus sp.</i> Sakai, 1998			•													X
<i>Neotrypaea sp.</i>			•													X
Coenobitidae																
<i>Coenobita compressus</i> H. Milne-Edwards, 1837			•		X	X			X							
Dairidae																
<i>Daira americana</i> Stimpson, 1860			•	X									X			
Diogenidae																
<i>Aniculus elegans</i> Stimpson, 1859			•										X			
<i>Calcinus californiensis</i> Bouvier, 1898			•	•	X		X	X	X	X			X	X		
<i>Clibanarius lineatus</i> (H. Milne edwards, 1848)			•													X
<i>Dardanus stimpsoni</i> Ayón Parente & Hendrickx, 2009			•				X	X	X				X	X		
<i>Paguristes sp.1</i>			•	X												
<i>Paguristes sp2</i>			•				X	X								
<i>Trizopagurus magnificus</i> (Bouvier, 1898)			•	X						X			X			
Dynomenidae																
<i>Hirsutodynamene ursula</i> Stimpson, 1860			•		X											
Epiplatidae																
<i>Herbstia tumida</i> Stimpson, 1871			•										X			
Gecarcinidae																
<i>Gecarcinus planatus</i> Stimpson, 1860			•		X											

<i>Gecarcinus quadratus</i> De Saussure, 1853	•	X							
<i>Jhongarthia planatus</i> Stimpson, 1860	•	X							X
Gnatophyllidae									
<i>Gnatophyllum panamense</i> Faxon, 1893	•					X			
Grapsidae									
<i>Goniopsis pulchra</i> Lockington, 1876	•	X							
<i>Grapsus grapsus</i> Linnaeus, 1758	•						X		
<i>Pachygrapsus socius</i> Stimpson, 1871	•	X							
Hippidae									
<i>Hippa strigillata</i> Stimpson, 1860	•								X
Hippolytidae									
<i>Thor cf algalicola</i> Wicksten, 1987	•	X				X			
Inachidae									
<i>Coryrhynchus cf vestitus</i> (Stimpson, 1871)	•						X		
<i>Ericedores veleronis</i> Garth, 1948	•	X					X		
<i>Eucinetops rubellula</i> Rathbun, 1923	•	X					X		
<i>Stenorhynchus debilis</i> (Smith, 1871)	•	X							
Leucosiidae									
<i>Uhlias ellipticus</i> Stimpson, 1871	•						X		
Majidae									
<i>Ala cornuta</i> Stimpson, 1860	•	X							
<i>Hemus finneganae</i> Garth, 1958	•	X							
<i>Thoe sulcata</i> Stimpson, 1860	•								X
Mithracidae									
<i>Microphrys platysoma</i> (Stimpson, 1860)	•	X	X				X		X X
<i>Mithraculus denticulatus</i> (Bell, 1835)	•	X						X	X
<i>Mithrax pygmaeus</i> Bell, 1835	•	X		X	X	X			X
<i>Mithrax sp1.</i> Bell, 1835	•	X							
<i>Mithrax tuberculatus</i> Stimpson, 1860	•							X	
<i>Teleophrys cristulipes</i> Stimpson, 1860	•	X	X				X	X	X X
Ocypodidae									
<i>Ocypode occidentalis</i> Stimpson, 1860	•								X
<i>Uca cf latimanus</i> Rathbun, 1824	•								X
<i>Uca vocator cf ecuadoriensis</i> Herbst, 1804	•								X
Paguridae									
<i>Pagurus benedicti</i> (Bouvier, 1898)	•						X		
<i>Pagurus cf lepidus</i> (Bouvier, 1898)	•								X
<i>Pagurus nanodes</i> Haig & Harvey, 1991	•						X		
<i>Phimochirus roseus</i> (Benedict, 1892)	•	X	X	X	X			X	
Palaemonidae									
<i>Ancylomenes sp.</i>	•	X							
<i>Macrobrachium tenellum</i> Smith, 1871	•								X

<i>Palaemonella cf holmesi</i> (Nobili, 1907)	•								X
<i>Pontonia margarita</i> Verril, 1869	•	X							
Palinuridae									
<i>Panulirus inflatus</i> (Bouvier, 1895)	•								X
Panopeidae									
<i>Lophoxanthus lamellipes</i> Stimpson, 1860	•	X	X						
<i>Metopocarcinus sp.</i> Stimpson, 1860	•	X							
Parthenopidae									
<i>Daldorfia trigona</i> A. Milne-Edwards, 1869	•								X
Pilumnidae									
<i>Pilumnus sp2.</i> Leach, 1816	•	X							
<i>Pilumnus xanthusii</i> Garth, 1965	•								X
Pinnotheridae									
<i>Austinixa sp.</i> Heard & Manning, 1997	•	X							X
<i>Calyptraeotheres cf granti</i>	•	X							
<i>Tumidotheres margarita</i> (Smith, in Verrill, 1869)	•	X							
Porcellanidae									
<i>Megalobrachium cf festai</i> (Nobili, 1901)	•	X							X
<i>Megalobrachium garthi</i> Haig, 1957	•	X							
<i>Megalobrachium sinuimanus</i> (Lockington, 1878)	•					X			
<i>Pachycheles biocellatus</i> (Lockington, 1878)	•	X			X			X	X
<i>Pachycheles panamensis</i> Faxon, 1893	•	X			X		X	X	X
<i>Pachycheles spinidactylus</i> Haig, 1957	•	X						X	
<i>Pachycheles viocelaceus</i>	•	X							
<i>Petrolisthes agassizii</i> Faxon, 1893	•								X
<i>Petrolisthes edwardsii</i> (de Saussure, 1853)	•	X	X		X				X
<i>Petrolisthes glaselli</i> Haig, 1957	•	X							X
<i>Petrolisthes haigae</i> Chace, 1962	•								X
<i>Petrolisthes hians</i> Nobili, 1901	•	X						X	X X
<i>Petrolisthes hirtispinosus</i> Lockington, 1878	•	X			X			X	
<i>Petrolisthes polymitus</i> Glasell, 1937	•	X						X	
<i>Petrolisthes sp.</i> Stimpson, 1858	•								X
<i>Pisidia magdalenensis</i> Glasell, 1936	•				X				
Portunidae									
<i>Callinectes arcuatus</i> Ordway, 1863	•								X
<i>Cronius ruber</i> Lamarck, 1818	•	X			X	X			
Processidae									
<i>Processa sp.</i> Leach, 1815 [in Leach, 1815-1875]	•								X
Sicyonnidae									
<i>Sicyonia laevigata</i> Stimpson, 1871	•	X							
Squillidae									
<i>Crenatosquilla oculinova</i> (Glasell, 1942)	•								X

Thychidae

<i>Pitho picteti</i> (Saussure, 1853)	•	X	X			X			X
<i>Pitho sexdentata</i> Bell, 1835	•	X				X			

Trapeziidae

<i>Trapezia bidentata</i> Forskål, 1775	•	X				X	X		X
<i>Trapezia digitalis</i> Latreille, 1828	•						X		

Upogebiidae

<i>Upogebia</i> sp. Leach, 1814	•	X							X
---------------------------------	---	---	--	--	--	--	--	--	---

Xanthidae

<i>Cycloxanthops sexdecimdentatus</i> H. Milne Edwards & Lucas, 1843	•					X		X	
<i>Cycloxanthops vittatus</i> Stimpson, 1860	•							X	
<i>Edwardsium lobipes</i> Rathbun, 1898	•		X						
<i>Heteractea lunata</i> Lucas, in H. Milne Edwards & Lucas, 1844	•	X				X	X	X	X
<i>Microcassiope xanthusii</i> (Stimpson, 1871)	•	X							
<i>Micropanope cristimanus</i> Stimpson, 1871	•					X			X
<i>Paractaea sulcata</i> (Stimpson, 1860)	•	X						X	X
<i>Paraxanthias insculptus</i> (Stimpson, 1871)	•								X
<i>Platyactaea dovii</i> (Stimpson, 1871)	•	X						X	
<i>Platypodiella rotundata</i> Stimpson, 1860	•	X							
<i>Xanthodius stimpsoni</i> A. Milne-Edwards, 1879	•	X				X	X	X	X

Stomatopoda**Gonodactylidae**

<i>Neogonodactylus lalibertadensis</i> (Schmitt, 1940)	•	X	X		X		X	X	
<i>Neogonodactylus stanschi</i> (Schmitt, 1940)	•	X		X			X		X
<i>Neogonodactylus zacaе</i> (Manning, 1972)	•			X					

Anexo 1.3. Listado de especies del phylum echinodermata en las 14 localidades de muestreo.

Intermareal= IM, Submareal= SM, Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Islote Novillos= ITN, Punta Rosada= PR, Punta Pérula=PP, Playa Chamela= PC y Playa Negritos= PN.

Equinodermos	IM	SM	IC	IP	IAN	ICO	IM	ISA	ISP	IN	ITA	ITN	PR	PP	PC	PN
Asteroidea																
Oreasteridae																
<i>Pentacaster cumingi</i> (Gray, 184)		•		X		X	X									
Ophidiasteridae																
<i>Pharia pyramidatus</i> (Gray, 184)		•				X						X				
<i>Phataria unifascialis</i> (Gray, 184)		•	X	X		X	X				X			X		
Ophiuroidea																
Ophiocomidae																
<i>Ophiocoma aethiops</i> (Lütken, 1859)		•	X	X	X	X	X		X		X			X		
<i>Ophiocoma alexandri</i> (Lyman, 186)	•	•	X	X	X	X			X		X	X	X	X		
Ophionereididae																
<i>Ophionereis annulata</i> (Le Conte, 1851)	•	•	X	X		X	X		X	X	X					
Ophiodermatidae																
<i>Ophioderma panamense</i> (Lütken, 1859)		•		X												
<i>Ophioderma variegatum</i> (Lütken, 1859)		•								X				X		
Ophiactidae																
<i>Ophiactis savignyi</i> (Muller & Troschel, 1842)	•	•	X	X	X	X			X				X	X		X
<i>Ophiactis simplex</i> (Le Conte, 1851)	•	•	X	X	X	X	X		X	X			X	X	X	X
<i>Hemipholis</i> sp. (Lyman, 1865)	•	•	X	X					X					X		
Amphiuridae																
<i>Ophiophragmus</i> cf. <i>marginatus</i> (Lütken, 1859)		•	X						X							
Ophiotrichidae																
<i>Ophiothrix spiculata</i> (Le Conte, 1851)	•	•	X	X		XX				X						
<i>Ophiothela mirabilis</i> (Verrill, 1867)		•	X	X					X	X		X	X	X		
Echinoidea																
Arbaciidae																
<i>Arbacia incisa</i> (A. Agassiz, 1863)		•												X		
Cidariidae																
<i>Eucidaris thouarsii</i> (Valenciennes, 1846)		•	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X		
<i>Hesperocidaris asteriscus</i> (Clark, 1948)	•	•	X		X	X			X					X		
Diademataidae																
<i>Diadema mexicanum</i> (A. Agassiz, 1863)		•	X	X		X	X			X	X	X	X			
<i>Centrostephanus coronatus</i> (Verrill, 1867)		•	X				X				X	X				

Anexo 1.4. Listado de especies de la clase polychaeta en las 10 localidades de muestreo. IM= Intermareal, SM= Submareal, Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA, Punta Rosada= PR y Playa Negritos= PN.

POLIQUETOS	IC	IP	IAN	ICO	IM	ISP	IN	ITA	PR	PN
Amphinomidae										
<i>Chloeia pinnata</i> Moore, 1911	X							X		
<i>Chloeia viridis</i> Schmarda, 1861		X								
<i>Eurythoe complanata</i> (Pallas, 1766)					X					X
<i>Notopygos ornata</i> Grube, 1856	X									
<i>Pareurythoe spirocirrata</i> (Essenberg, 1917)	X									
Chrysopetalidae										
<i>Bhawania</i> sp. Schmarda, 1861	X					X				
Dorvilleidae										
<i>Ougia</i> sp. Wolf, 1986			X							
Eulepethidae										
<i>Mexieulepis elongatus</i> Rioja, 1962	X				X	X		X		
Eunicidae										
<i>Eunice biannulata mexicana</i> Fauchald, 1970	X	X	X		X	X		X		
<i>Eunice lucei</i> Grube, 1856						X			X	
Lumbrineridae										
<i>Ninoe foliosa</i> Fauchald, 1972	X	X	X							
Nereididae										
<i>Ceratonereis singularis</i> Treadwell, 1929	X									
Oeonidae										
<i>Notocirrus californiensis</i> Hartman, 1944									X	X
Phyllodoceidae										
<i>Eulalia quadrioculata</i> Moore, 1906				X						X
<i>Phyllodoce madeirensis</i> Langerhans, 1880						X				
<i>Phyllodoce tuberculosa</i> Kudenov, 1975	X	X	X		X	X		X		X
<i>Sige bifoliata</i> (Moore, 1909)									X	
Polynoidae										
<i>Iphione ovata</i> Kinberg, 1855	X	X			X	X				
<i>Lepidasthenia gigas</i> (Johnson, 1897)						X				
Sabellariidae										
<i>Idanthyrus cretus</i> Chamberlin, 1919	X	X		X	X	X				X
Sabellidae										
<i>Bispira monroi</i> (Hartman, 1961)			X						X	
<i>Branchiomma bairdi</i> (McIntosh, 1885)		X								
<i>Chone mollis</i> (Bush in Moore, 1904)							X			

<i>Megalomma circumspectum</i> (Moore, 1923)	X		
<i>Megalomma gesae</i> Knight-Jones, 1997			X
Serpulidae			
<i>Salmacina tribranchiata</i> (Moore, 1923)	X		
<i>Spirobranchus sp.</i> Blainville, 1818			X
Syllidae			
<i>Branchiosyllis pacifica</i> Rioja, 1941	X	X	
Terebellidae			
<i>Pista fasciata</i> (Grube, 1870)	X		
<i>Streblosoma longifilis</i> Rioja, 1962			X

Anexo 1.5. Listado de especies del grupo de peces en las 10 localidades de muestreo. IM= Intermareal, SM= Submareal, Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Agustín= ISA, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA y Punta Rosada= PR.

PECES	IC	IP	IAN	ICO	IM	ISA	ISP	IN	ITA	PR
Chondrichthyes										
Rhinobatidae										
<i>Rhinobatos productus</i> (Ayres, 1856)										X
Actinopterygii										
Myliobatidae										
<i>Aetobatus narinari</i> (Euphrasen, 1790)		X		X	X					
Congridae										
<i>Paraconger californiensis</i> Kanazawa, 1961										X
Muraenidae										
<i>Gymnomuraena zebra</i> (Shaw, 1797)		X		X	X					
<i>Gymnothorax castaneus</i> (Jordan & Gilbert, 1883)							X			
<i>Muraena lentiginosa</i> Jenyns, 1842		X	X	X	X		X			X
Ophichthidae										
<i>Myrichthys tigrinus</i> Girard, 1859	X			X	X					X
Synodontidae										
<i>Synodus lacertinus</i> Gilbert, 1890				X						
Mugilidae										
<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836		X								
Holocentridae										
<i>Myripristis leiognathus</i> Valenciennes, 1846	X	X		X	X			X		
<i>Sargocentron suborbitalis</i> (Gill, 1863)	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Fistulariidae										
<i>Fistularia commersonii</i> Rüppell, 1838	X	X			X					
Scorpaenidae										
<i>Scorpaena mystes</i> Jordan and Starks in Jordan, 1895		X	X							
<i>Scorpaena plumieri</i> mystes Jordan & Starks, 1895		X			X					
Acanthuridae										
<i>Prionurus punctatus</i> Gill, 1862	X	X			X					X
Apogonidae										
<i>Apogon retrosella</i> (Gill, 1862)	X								X	X
Bleniidae										
<i>Ophioblennius steindachneri</i> Jordan & Evermann, 1898	X	X		X	X	X		X	X	X
<i>Plagiotremus azaleus</i> (Jordan & Bollman, 1890)	X	X	X				X			X
Carangidae										
<i>Caranx caballus</i> Günther, 1868	X	X			X					

<i>Caranx sexfasciatus</i> Quoy & Gaimard, 1825		X					X		
Chaenopsidae									
<i>Acanthemblemaria macrospilus</i> Brock, 1940		X			X				X
Chaetodontidae									
<i>Chaetodon humeralis</i> Günther, 1860	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Johnrandallia nigrirostris</i> (Gill, 1862)	X	X			X			X	
Cirrhitidae									
<i>Cirrhitichthys oxycephalus</i> (Bleeker, 1855)	X	X			X			X	
<i>Cirrhitus rivulatus</i> Valenciennes, 1846	X	X	X	X	X	X	X		X
Gobiidae									
<i>Coryphopterus urospilus</i> Ginsburg, 1938	X								
<i>Elacatinus puncticulatus</i> (Ginsburg, 1938)	X				X		X		
Haemulidae									
<i>Haemulon flaviguttatum</i> Gill, 1862	X	X		X	X				X
<i>Haemulon maculicauda</i> (Gill, 1862)	X	X		X	X		X	X	
<i>Haemulon sexfasciatum</i> Gill, 1862	X	X					X	X	X
<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	X	X	X	X	X	X			X
<i>Microlepidotus brevipinnis</i> (Steindachner, 1869)	X	X			X			X	
Kyphosidae									
<i>Kyphosus analogus</i> (Gill, 1862)	X			X	X	X			
<i>Kyphosus elegans</i> (Peters, 1869)		X			X		X	X	
Labridae									
<i>Bodianus diplotaenia</i> (Gill, 1862)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Halichoeres chierchiae</i> Di Caporiacco, 1948	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Halichoeres dispilus</i> (Günther, 1864)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Halichoeres melanotis</i> (Gilbert, 1890)	X	X	X		X				
<i>Halichoeres nicholsi</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Halichoeres notospilus</i> (Günther, 1864)	X	X			X	X	X	X	X
<i>Novaculichthys taeniourus</i> (Lacepède, 1801)					X				
<i>Thalassoma grammaticum</i> Gilbert, 1890					X			X	
<i>Thalassoma lucasanum</i> (Gill, 1862)	X	X		X	X	X	X	X	X
Labrisomidae									
<i>Labrisomus xanti</i> Gill, 1860									X
<i>Malacoctenus ebisui</i> Springer, 1959	X			X	X			X	X
<i>Malacoctenus hubbsi</i> Springer, 1959								X	X
Lutjanidae									
<i>Hoplopagrus guentherii</i> Gill, 1862						X			
<i>Lutjanus argentiventris</i> (Peters, 1869)		X	X		X	X	X	X	X
<i>Lutjanus guttatus</i> (Steindachner, 1869)	X	X	X					X	
<i>Lutjanus novemfasciatus</i> Gill, 1862				X			X		
<i>Lutjanus viridis</i> (Valenciennes, 1846)	X	X			X				
Mullidae									

<i>Mulloidichthys dentatus</i> (Gill, 1862)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i> (Gill, 1863)				X						
Pomacanthidae										
<i>Holocanthus passer</i> Valenciennes, 1846	X	X	X	X	X			X	X	X
<i>Pomacanthus zonipectus</i> (Gill, 1862)	X	X							X	X
Pomacentridae										
<i>Abudefduf declivifrons</i> (Gill, 1862)				X			X			
<i>Abudefduf troschelii</i> (Gill, 1862)	X	X	X	X				X	X	X
<i>Chromis atrilobata</i> Gill, 1862	X	X	X		X		X	X	X	
<i>Microspathodon bairdii</i> (Gill, 1862)	X	X		X						
<i>Microspathodon dorsalis</i> (Gill, 1862)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Stegastes acapulcoensis</i> (Fowler 1944)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Stegastes flavilatus</i> (Gill, 1862)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Stegastes leucurus</i> (Gilbert, 1892)			X		X	X				
<i>Stegastes rectifraenum</i> (Gill, 1862)		X				X				
Scaridae										
<i>Nicholsina denticulata</i> (Evermann and Radcliff, 1917)	X						X		X	
<i>Scarus ghobban</i> Forsskål, 1775	X									
<i>Scarus perrico</i> Jordan & Gilbert, 1882		X	X				X			
Sciaenidae										
<i>Pareques viola</i> (Gilbert, 1898)								X		
Serranidae										
<i>Alphestes immaculatus</i> Breder, 1936	X	X	X	X	X			X		X
<i>Cephalopholis panamensis</i> (Steindachner, 1877)	X	X	X	X	X			X		X
<i>Dermatolepis dermatolepis</i> (Boulenger, 1895)	X	X	X	X	X					
<i>Epinephelus labriformis</i> (Jenyns, 1840)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Paranthias colonus</i> (Valenciennes, 1846)	X									
<i>Rypticus bicolor</i> Valenciennes, 1846				X						
<i>Rypticus nigripinnis</i> Gill, 1861		X								
<i>Serranus psittacinus</i> Valenciennes, 1846	X	X	X	X	X		X	X		
Zanclidae										
<i>Zanclus cornutus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X						X	
Balistidae										
<i>Balistes polylepis</i> Steindachner, 1876	X	X		X			X		X	
<i>Pseudobalistes naufragium</i> (Jordan & Starks, 1895)	X	X			X					
<i>Sufflamen verres</i> (Gilbert & Starks, 1904)	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Diodontidae										
<i>Chilomycterus reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)		X								
<i>Diodon holocanthus</i> Linnaeus, 1758	X	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Diodon hystrix</i> Linnaeus, 1758	X	X			X					X
Monacanthidae										
<i>Aluterus scriptus</i> (Osbeck, 1765)		X								

Anexo 1.6. Listado de especies del phylum cnidaria en las 9 localidades de muestreo. IM= Intermareal, SM= Submareal, Isla Cocinas= IC, Isla Pajarera= IP, Isla San Andrés=IAN, Isla Colorada= ICO, Isla Mamut= IM, Isla San Pedro= ISP, Isla Negra= IN, Islote Anegados= ITA y Punta Rosada= PR.

CNIDARIOS	IC	IP	IAN	ICO	IM	ISP	IN	ITN	PR
Actiniidae									
<i>Bunodosoma granuliferum</i> (Le Sueur, 1817)	X								
Dendrophylliidae									
<i>Tabastraea coccinea</i> Lesson, 1829	X							X	
Gorgoniidae									
<i>Leptogorgia alba</i> Duchassaing & Michelotti, 1864									X
<i>Leptogorgia exigua</i> Verrill, 1870									X
<i>Leptogorgia labiata</i> Verrill, 1870									X
<i>Leptogorgia rigida</i> Verrill, 1864									X
<i>Leptogorgia sp.</i> Milne-Edwards, 1857		X			X				
<i>Pacifigorgia adamsii</i> (Verrill, 1868)									X
<i>Pacifigorgia agassizii</i> (Verrill, 1864)									X
<i>Pacifigorgia englemanni</i> (Horn, 1860)									X
<i>Pacifigorgia sp.</i> Bayer, 1951			X						
Isophelliidae									
<i>Telmatactis panamensis</i> (Verrill, 1869)	X								
Pocilloporidae									
<i>Pocillopora damicornis</i> (Linnaeus, 1758)	X			X			X		
<i>Pocillopora elegans</i> Dana, 1846		X							
<i>Pocillopora meandrina</i> Dana, 1846	X						X		
<i>Pocillopora sp.</i> Lamarck	X	X	X		X				
Poritidae									
<i>Porites panamensis</i> Verrill, 1864		X							X
<i>Porites sp.</i>	X		X		X	X	X		