

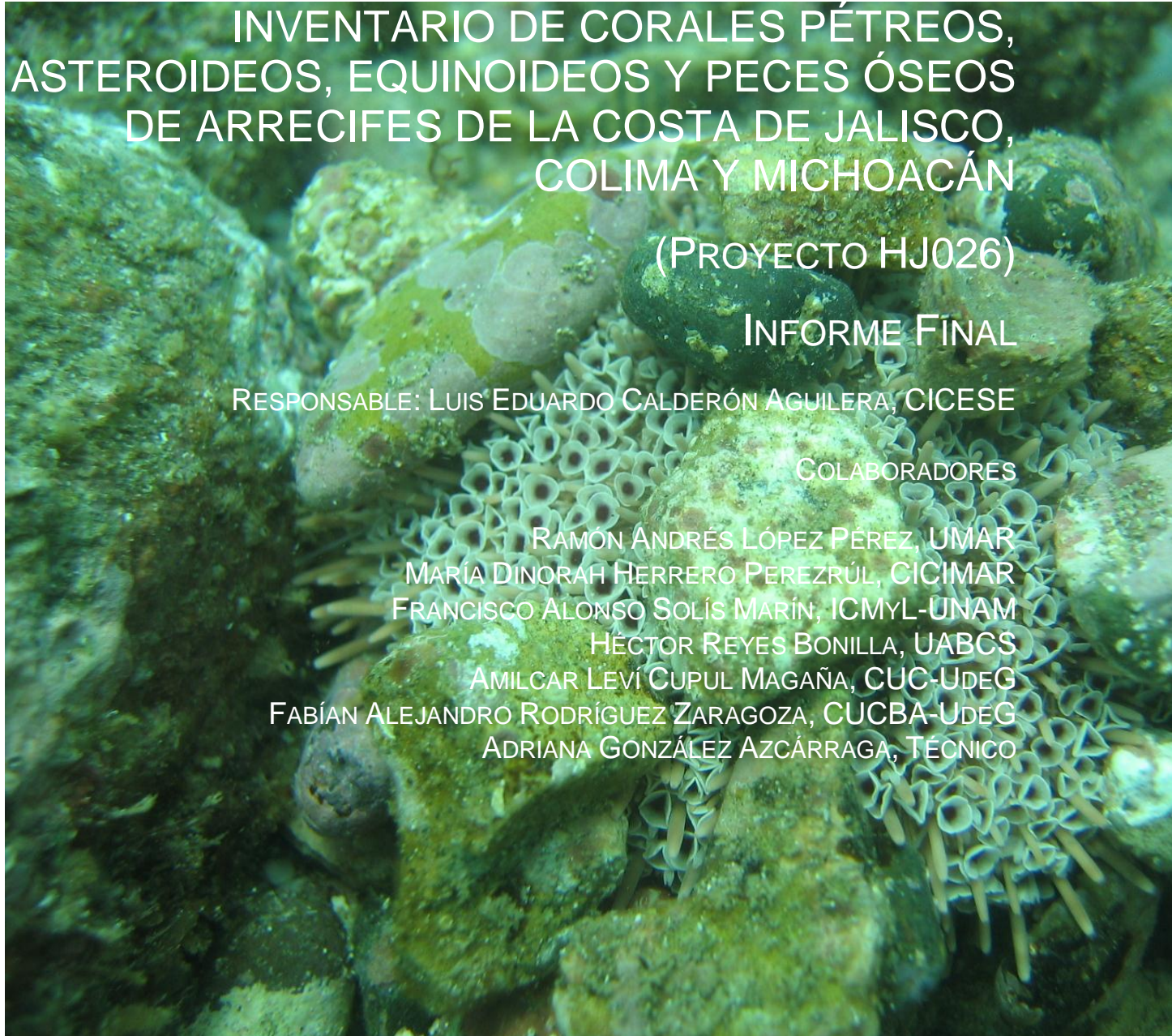
Informe final* del Proyecto HJ026
Inventario de corales pétreos, asteroideos, equinoideos y peces óseos de arrecifes de la costa de Jalisco, Colima y Michoacán

Responsable: Dr. Luis Eduardo Calderón Aguilera
Institución: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
División de Investigación de Oceanología
Departamento de Ecología
Dirección: Km 107 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, BC, 22830 , México
Correo electrónico: leca@cicese.mx
Teléfono/Fax: 01(64617)-50500 fax: 01(64617)-50545
Fecha de inicio: Diciembre 15, 2009.
Fecha de término: Julio 5, 2012.
Principales resultados: Bases de datos, fotografías, informe final.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Calderón Aguilera, L.E. 2012. Inventario de corales pétreos, asteroideos, equinoideos y peces óseos de arrecifes de la costa de Jalisco, Colima y Michoacán. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. **Informe final SNIB-CONABIO Proyecto No. HJ026.** México, D.F.

Resumen:

A través de la recopilación bibliográfica, revisión de ejemplares en museos y colecciones y recolecta de ejemplares en campo, se propone la elaboración de un inventario de especies de corales escleractinios, equinodermos y peces teleósteos asociados a arrecifes coralinos y rocosos de la costa de Jalisco, Colima y Michoacán. Este inventario se presentará en una base de datos en formato BIOTICA y contendrá por lo menos 1,000 registros sobre la distribución geográfica de 15 especies de corales pétreos (200 registros), 30 especies de equinodermos (400 registros) y 200 especies de peces óseos (400 registros) de la costa de Jalisco, Colima y Michoacán. Asimismo, se presentará un elenco sistemático de las especies de corales pétreos (Anthozoa: Scleractinia), de equinodermos (Echinodermata: Asteroidea y Echinoidea), y peces óseos (Teleostei) de la costa de Jalisco, Colima y Michoacán, incluyendo un catálogo de sus sinonimias. También se generará un catálogo fotográfico (75 fotos aproximadamente) de las especies de corales pétreos, equinodermos y peces más comunes de la costa de Jalisco, Colima y Michoacán y un documento que incluya el análisis de riqueza y distribución de especies (biogeografía) de los grupos taxonómicos de la costa de Jalisco, Colima y Michoacán.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.



INVENTARIO DE CORALES PÉTREOS,
ASTEROIDEOS, EQUINOIDEOS Y PECES ÓSEOS
DE ARRECIFES DE LA COSTA DE JALISCO,
COLIMA Y MICHOACÁN

(PROYECTO HJ026)

INFORME FINAL

RESPONSABLE: LUIS EDUARDO CALDERÓN AGUILERA, CICESE

COLABORADORES

RAMÓN ANDRÉS LÓPEZ PÉREZ, UMAR
MARÍA DINORAH HERRERO PEREZRÚL, CICIMAR
FRANCISCO ALONSO SOLÍS MARÍN, ICMYL-UNAM
HÉCTOR REYES BONILLA, UABCS
AMILCAR LEVÍ CUPUL MAGAÑA, CUC-UDEG
FABÍAN ALEJANDRO RODRÍGUEZ ZARAGOZA, CUCBA-UDEG
ADRIANA GONZÁLEZ AZCÁRRAGA, TÉCNICO

CONTENIDO

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
2.1. ANTECEDENTES.....	3
2.2. JUSTIFICACIÓN	4
3. OBJETIVOS	5
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
4. MÉTODOS	5
4.1. TÉCNICAS DE CAMPO	6
4.2. ANÁLISIS POR GRUPO TAXONÓMICO	6
5. RESULTADOS	7
5.1. CONTENIDO DE LA BASE DE DATOS	7
5.2. RIQUEZA Y DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES.....	10
6. DISCUSIÓN	18
7. CONCLUSIONES	19
8. LITERATURA CITADA	20

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. NÚMERO DE ESPECIES DE EQUINODERMOS, CORALES Y PECES QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DE LA BASE DE DATOS BIOTICA HJ026.	7
TABLA 2. NÚMERO DE REGISTROS OBSERVADOS, REPORTADOS Y COLECTADOS, PARA CADA UNO DE LOS ESTADOS, QUE SE ENCUENTRAN INCLUIDOS DENTRO DE LA BASE DE DATOS BIOTICA	7
TABLA 3. NÚMERO DE REGISTROS DE PECES, EQUINODERMOS Y CORALES OBSERVADOS DURANTE LAS SALIDAS DE CAMPO.	9
TABLA 4. SUMATORIA DE LOS REGISTROS OBSERVADOS, REPORTADOS Y COLECTADOS POR ESTADO, DE LOS PECES, EQUINODERMOS Y CORALES QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DE LA BASE DE DATOS.	9
TABLA 5. ESPECIES DE CORALES REGISTRADAS EN LA COSTA DE JALISCO, COLIMA Y MICHOACÁN.	10
TABLA 6. ESPECIES DE EQUINODERMOS REGISTRADAS EN LA COSTA DE JALISCO, COLIMA Y MICHOACÁN.	12
TABLA 7. ESPECIES DE PECES REGISTRADAS EN LA COSTA DE JALISCO, COLIMA Y MICHOACÁN.	14

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES ARRECIFES CORALINOS Y ROCOSOS EN LA COSTA DE JALISCO, COLIMA Y MICHOACÁN.	8
FIGURA 2. DENDROGRAMA DE SIMILITUD (BRAY-CURTIS) ENTRE LOCALIDADES DE LA COSTA DE JALISCO, COLIMA Y MICHOACÁN CON BASE EN LA PRESENCIA Y AUSENCIA DE ESPECIES DE CORALES.	11
FIGURA 3. ANÁLISIS DE ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL (MDS) DE LOS CORALES DE JALISCO, COLIMA Y MICHOACÁN.	12
FIGURA 4. DENDROGRAMA DE SIMILITUD (BRAY-CURTIS) ENTRE LOCALIDADES DE LA COSTA DE JALISCO, COLIMA Y MICHOACÁN CON BASE EN LA PRESENCIA Y AUSENCIA DE ESPECIES DE EQUINODERMOS.	13
FIGURA 5. ANÁLISIS DE ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL (MDS) DE LOS EQUINODERMOS DE JALISCO, COLIMA Y MICHOACÁN.	14
FIGURA 6. DENDROGRAMA DE SIMILITUD (BRAY-CURTIS) ENTRE LOCALIDADES DE LA COSTA DE JALISCO, COLIMA Y MICHOACÁN CON BASE EN LA PRESENCIA Y AUSENCIA DE ESPECIES DE PECES.	17
FIGURA 7. ANÁLISIS DE ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL (MDS) DE LOS PECES DE JALISCO, COLIMA Y MICHOACÁN.	18

1. Resumen

Con objeto de generar una base de datos de por lo menos 1000 registros de especies de corales, equinodermos y peces asociados a arrecifes rocosos y coralinos de la costa de Jalisco, Colima y Michoacán, se procedió a revisar toda la literatura científica publicada hasta mayo de 2010, los registros en colecciones científicas disponibles en internet y a efectuar dos expediciones al campo para observación, una en febrero y otra en septiembre de 2010. Durante ambas campañas no se recolectaron ejemplares, puesto que ninguno de los ejemplares observados representó un nuevo registro para la localidad o el país ni tampoco se encontraron nuevas especies. La base de datos generada incluye 3,706 registros (contando colonias de corales y lotes de individuos de peces y equinodermos), los cuales pertenecen a 162 especies válidas, y un registro a nivel género proveniente de la colección SIO cuyo espécimen ya se encontraba muy deteriorado y no fue posible identificar la especie. Del número total de registros, el 92% correspondieron a registros observados, el 1.5% a registros colectados y el 6.3% a registros provenientes de la literatura. Se registraron 184 sitios con presencia de arrecifes rocosos o coralinos en los estados de Jalisco, Colima y Michoacán, dichos sitios, en su caso, se relacionaron con sus respectivas regiones marinas prioritarias. Dentro de las cinco regiones marinas prioritarias que existen en las costas de los estados de Jalisco, Colima y Michoacán (Mismaloya-Punta Soledad, Chamela-El Palmito, Pta. Graham-El Carrizal, Cuyutlán-Chupadero, Maruata-Colola, Mexiquillo-Delta del Balsas), cuatro contaron con arrecifes rocosos, por lo que pudieron ser visitadas y censadas. El estado que tuvo más representatividad fue Colima con 1,636 registros, seguido de Michoacán, con 1,082 registros y por último Jalisco con 988 registros. El coral *Pocillopora inflata* es nuevo registro para la costa de Colima.

2. Introducción

Entre los ecosistemas más importantes en términos de biodiversidad, se encuentran los arrecifes de coral, que han sido comparados con las selvas tropicales por su riqueza de especies. No se sabe a ciencia cierta cuántas especies habitan en un arrecife, ya que podemos encontrar desde las microscópicas, como virus, bacterias, hongos y microalgas, hasta los grandes depredadores como los tiburones que viven asociados a ellos.

Los arrecifes de coral proveen beneficios y servicios ecológicos tales como la protección de costas ante efectos de erosión, corrientes, oleaje, tormentas y huracanes, generación de playas y aporte de arena (Hughes *et al.*, 2003; Pandolfi *et al.*, 2003). Su presencia favorece el crecimiento de manglares y pastos (Birkeland, 1985; Ogden, 1988), y proporcionan del 2 al 5% de biomasa extraída por las pesquerías a nivel mundial (Pauly *et al.*, 2002). La fauna arrecifal también es utilizada en la industria farmacéutica (Carté, 1996) y medicina (Spurgeon, 1992); en la construcción (Dulvy *et al.*, 1995) y agricultura (Kühlmann, 1988). Asimismo son empleados para actividades turísticas de recreación, joyería, ornamento y para el mercado de acuarios marinos (Wood, 1985; Goh y Chou, 1994).

Entre los organismos que habitan estos sitios, los peces forman la asociación de vertebrados más diversa (Choat y Bellwood, 1991; Caley, 1995). Regularmente, en un área arrecifal relativamente pequeña, es posible encontrar un gran número de especies que pueden variar en tamaño, forma y color (Ehrlich, 1975, Ackerman y Bellwood, 2000). Además, los peces de arrecife son considerados como los elementos más conspicuos de la fauna y también, en gran medida, son los responsables de la transferencia de energía dentro de las redes tróficas locales (Choat, 1991; Ackerman y Bellwood, 2000) y entre biomas colindantes (Mumby *et al.*, 2004).

Dentro de los macroinvertebrados bentónicos, uno de los grupos ecológicamente más relevantes es el de los equinodermos, ya que aparecen en todas las franjas latitudinales y alcanzan números y biomásas considerables (Lawrence, 1987). Estos organismos ocupan una gran variedad de niveles dentro de la trama trófica actuando

como depredadores tope, ramoneadores, detritívoros y micrófagos (Jangoux y Lawrence, 1982; Menge, 1982).

Las principales formaciones arrecifales en el Pacífico mexicano se encuentran en las Bahías de Huatulco, Oaxaca, Bahía de Banderas, en la costa de Jalisco – Nayarit, Cabo Pulmo, Baja California Sur y por supuesto en las Islas Revillagigedo, que administrativamente pertenecen a Colima y que representan la localidad con mayor número de especies de corales. Aún y cuando se pueden encontrar corales hasta en la zona de Puerto Peñasco, Sonora, y comunidades coralinas bien desarrolladas en las islas del Golfo de California, Cabo Pulmo es en realidad el más septentrional de los arrecifes coralinos del Pacífico oriental. La diferencia estriba en que un arrecife necesariamente implica una modificación del relieve del fondo, mientras que una comunidad coralina no. En sentido estricto, a varios de los que llamamos “arrecifes” en el Pacífico mexicano, en realidad son comunidades coralinas.

En años recientes se ha discutido la posibilidad de un colapso global de los arrecifes coralinos como consecuencia del cambio climático (Gardner *et al.*, 2003), la contaminación (McCulloch *et al.*, 2003), la incidencia de enfermedades (Sutherland *et al.*, 2004) y la explotación pesquera (Jackson *et al.*, 2001). Pandolfi y colaboradores (2003) señalan que no existe ningún arrecife coralino en estado prístino; mientras otros pronostican que el 30% de ellos han sido severamente dañados, cerca del 60% se perderá alrededor del año 2030, y no lograrán sobrevivir por más de algunas décadas a menos que sean protegidos inmediatamente (McClanahan, 2002; Hughes *et al.*, 2003).

Las decisiones de manejo y conservación deben de tomar en cuenta los procesos naturales y actividades antropogénicas que influyen en los sistemas coralinos, por lo que es fundamental la evaluación de su estructura y conformación para poder tomar las medidas adecuadas.

2.1. Antecedentes

A la fecha hemos registrado 67 especies de corales pétreos, de las cuales 34 especies son zooxantelados y 33 azooxantelados, contenidas en 29 géneros y doce familias (Reyes Bonilla *et al.*, 2005). La pregunta obligada, en términos de biodiversidad, necesariamente es ¿qué tanto sabemos? ¿Cuántas más especies nos faltan por conocer? Por su relativa facilidad de estudio, los corales zooxantelados están mejor conocidos. De ellos, en un par de familias (Siderastreidae y Fungiidae) ya no se espera que se encuentren más especies, ya que se han registrado todas las presentes

para el Pacífico oriental; en otras tres familias (Pocilloporidae, Poritidae y Agariciidae) es posible que todavía falte una cuarta parte de especies por ser registradas.

Otro grupo muy conspicuo de fauna asociada a arrecifes es el de los peces, grupo fundamental para la transferencia de energía, de los que hemos registrado 198 especies. Son particularmente importantes las especies omnívoras de la Familia Labridae y las herbívoras como los peces damisela (Pomacentridae), que en conjunto suman alrededor del 60% de los individuos en un arrecife típico. También hay carnívoros residentes (en particular Lutjanidae y Serranidae) y visitantes como los dorados (Coryphaenidae) y jureles (Carangidae), que al entrar a alimentarse y luego salir a aguas profundas, representan el enlace con los sistemas pelágicos. La mayor riqueza de especies de peces se encuentra en la región de Bahía de Banderas con 81 especies, seguida de Cabo Pulmo con 66, La Entrega (Bahías de Huatulco, Oaxaca) con 63 y Tencatita 52 especies.

Existen tres grupos principales de macroinvertebrados asociados a arrecifes coralinos en el Pacífico mexicano: moluscos (bivalvos y gasterópodos) crustáceos (camarones decápodos, del género Trapezia y Alpheus y carideos) y equinodermos (erizos, estrellas y pepino de mar). Otros grupos importantes son las esponjas y los gusanos (anélidos poliquetos) y mención especial merecen los estudios de la Dra. Hermosillo y colaboradores sobre nudibranquios.

Los equinodermos del Pacífico de México han sido estudiados desde finales del Siglo XIX (ver revisión en Buitrón y Solís Marín, 1993), y durante el Siglo XX hubo particular interés en revisar aspectos taxonómicos de dos de sus clases: Asteroidea (estrellas de mar) y Echinoidea (erizos; Caso, 1978, 1983). Para las últimas dos décadas del siglo pasado quedó bien establecida la clasificación y el status taxonómico de la mayoría de especies del Pacífico mexicano.

2.2. Justificación

No obstante que existen listados regionales actualizados y corregidos, por ejemplo, para el Golfo de California, son escasos para el resto del país. Al mismo tiempo, se han publicado listados sistemáticos de múltiples localidades, pero no ha habido trabajos biogeográficos a escala regional que tomen ventaja de esta nueva información. Esta situación hace necesaria una reevaluación de los patrones biogeográficos conocidos, para lo cual primero es indispensable contar con un inventario actualizado y confiable de las especies presentes.

Sobre equinodermos en particular, a excepción de trabajos sobre aspectos pesqueros de erizos de mar, no se han conducido evaluaciones sobre la situación de las especies bajo la perspectiva de la conservación, y este aspecto también debe tener prioridad en la agenda de la investigación ya que contamos con especies endémicas, otras colonizadoras del Indo Pacífico pero de distribución muy limitada como la estrella corona de espinas, Acanthaster planci e incluso algún “fósil viviente” como el asteroideo Platasterias latiradiata.

En síntesis, la información generada por este proyecto contribuye a la definición de políticas y normativas que permitan un mejor uso, manejo y conservación de la biodiversidad.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Generar una base de datos de por lo menos 1000 registros de especies de corales, equinodermos y peces asociados a arrecifes rocosos y coralinos de la costa de Jalisco, Colima y Michoacán.

3.2. Objetivos específicos

- Recopilar toda la información publicada hasta mayo de 2010 sobre las especies de corales escleractinios, equinodermos y peces asociados a arrecifes rocosos y coralinos de la costa de Jalisco, Colima y Michoacán.
- Elaborar un elenco sistemático de todas las especies presentes de los grupos taxonómicos de estudio
- Hacer un catálogo de las especies válidas y su sinonimia.
- Preparar una colección fotográfica de las especies más comunes en la zona de estudio

4. Métodos

El proyecto se abasteció de tres fuentes de datos: a) registros incluidos en la literatura, b) datos de museos y colecciones científicas, y c) registros de campo. Excepto para el grupo de corales, para los cuales se cuenta con la información pertinente a los incisos a y b, para el resto de los grupos se buscarán los registros

individuales de las especies (equinodermos y peces) aparecidos en todas las referencias publicadas respecto a la zona de estudio hasta mayo de 2010, de donde también se tomaron los datos sobre posición geográfica de las recolectas. Luego se revisaron los datos de ejemplares depositados en museos de México y los Estados Unidos. Finalmente, se incorporó a la base información de corales, equinodermos y peces observados durante las campañas de campo que se realizaron durante el presente proyecto en las costas de Jalisco, Colima y Michoacán. Durante ambas campañas no se recolectaron ejemplares, puesto que ninguno de los ejemplares observados representó un nuevo registro para la localidad o el país ni tampoco se encontraron nuevas especies.

4.1. Técnicas de campo

Para corales se utilizaron transectos de banda de 20 x 2 m donde se estimó el porcentaje de fondo cubierto por cada especie dentro de cuadrantes de PVC divididos en secciones de 10 x 10 cm (English et al. 1997). Para equinodermos se aplicaron dos métodos; los erizos, contados en los mismos transectos descritos anteriormente (20 x 2 m), mientras que los asteroideos, dado que presentan densidades poblacionales menores a 0.01 ind/m² (Reyes Bonilla y Calderón Aguilera, 1999), se censaron en transectos de 20 x 5 m (125 m² totales por unidad de muestreo). Para peces óseos se realizaron censos visuales sobre transectos de banda de 25 x 2 m. Durante las salidas de campo (16 días de duración en total, incluyendo desplazamiento, en condiciones óptimas 14 días de trabajo efectivo), en total se realizaron 127 censos cubriendo una superficie total de 5,080m² para peces, corales y equinoideos y 8,680m² para asteroideos.

4.2. Análisis por grupo taxonómico

Una vez obtenida la base de datos de presencia-ausencia de especies por grupo taxonómico (corales, equinodermos y peces) para cada parche coralino se calculó una matriz de similitud entre sitios mediante el índice de Bray-Curtis (McCune et al., 2002). La matriz de similitud se analizó mediante técnicas de agrupamiento (análisis cluster) y de ordenación (escalamiento multidimensional no métrico) con el fin de explorar los principales patrones de distribución en la zona. Los patrones de distribución fueron evaluados mediante análisis de similitud (ANOSIM) y de proporción de especies (SIMPER).

5. Resultados

5.1. Contenido de la base de datos

La base de datos construida en esta investigación comprende 3,706 registros (contando colonias de corales y lotes de individuos de peces y equinodermos), los cuales pertenecen a 163 especies válidas, y un registro a nivel género proveniente de la colección SIO cuyo espécimen ya se encontraba muy deteriorado y no fue posible identificar la especie (Tabla 1).

Tabla 1. Número de especies de equinodermos, corales y peces que se encuentran dentro de la base de datos BIOTICA HJ026.

	Especies	Géneros	Familias
Corales	16	5	5
Equinodermos	23	21	15
Peces	123	77	41

Del número total de registros, el 92% correspondieron a registros observados, el 1.5% a registros colectados y el 6.3% a registros provenientes de la literatura (Tabla 2). En el convenio firmado se propuso un total de 1,000 ejemplares identificados hasta el nivel de especie y el número entregado triplica al propuesto.

Tabla 2. Número de registros observados, reportados y colectados, para cada uno de los estados, que se encuentran incluidos dentro de la base de datos BIOTICA .

ESTADOS	OBSERVADOS	REPORTADOS	COLECTADOS	TOTAL
JALISCO	1048	34	0	1082
COLIMA	1548	70	18	1636
MICHOACÁN	819	131	37	988
TOTAL	3415	235	55	3706

En la base de datos HJ026 se registraron 184 sitios con presencia de arrecifes rocosos o coralinos en los estados de Jalisco, Colima y Michoacán, dichos sitios, en su caso, se relacionaron con sus respectivas regiones marinas prioritarias. Dentro de las cinco regiones marinas prioritarias que existen en las costas de los estados de Jalisco, Colima y Michoacán (Mismaloya-Punta Soledad, Chamela-El Palmito, Pta. Graham-El Carrizal, Cuyutlán-Chupadero, Maruata-Colola, Mexiquillo-Delta del Balsas), cuatro contaron con arrecifes rocosos, por lo que pudieron ser visitadas y censadas. El

estado que tuvo más representatividad fue Colima con 1,636 registros, seguido de Michoacán, con 1,082 registros y por último Jalisco con 988 registros.

En la figura 1 se muestran los sitios en los que se registraron ejemplares de especies de corales, equinodermos y/o peces en la zona de estudio.

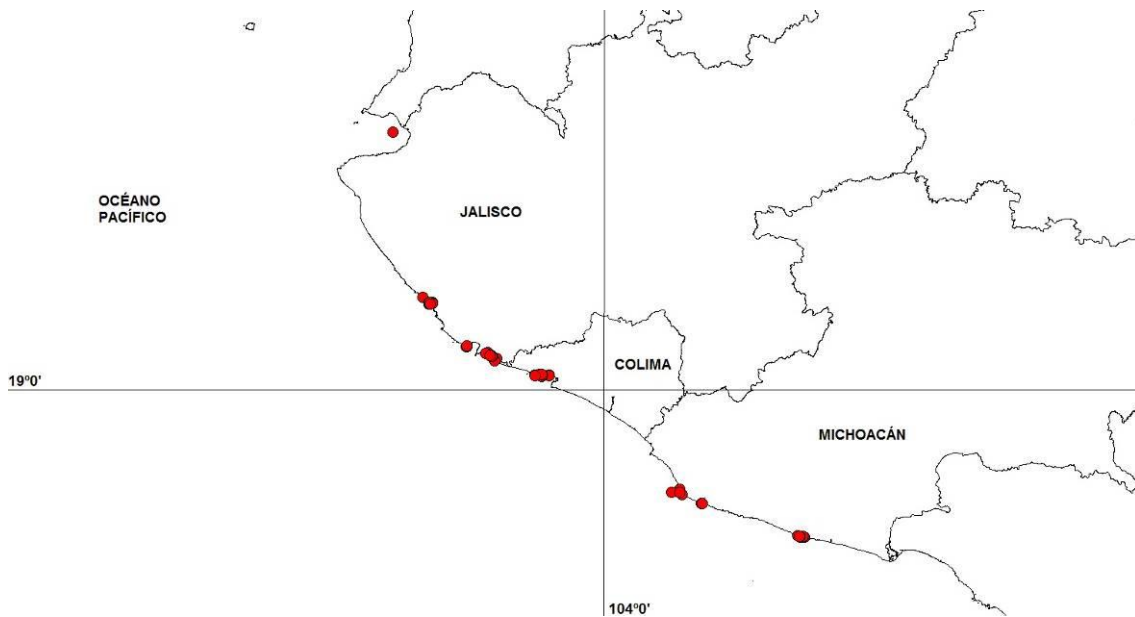


Figura 1. Localización de los principales arrecifes coralinos y rocosos en la costa de Jalisco, Colima y Michoacán.

De todas las especies incluidas en la base de datos, sólo se encontró una especie observada en la salida de campo que se considera un nuevo registro para el estado de Colima, que es Pocillopora inflata. Esta especie sólo se había encontrado más al sur en las costas de Guerrero y Oaxaca (Calderón-Aguilera, 2006).

En la tabla 3 se presenta el número de organismos que fueron observados durante las salidas de campo del proyecto. Se puede observar que en cuanto a peces, el estado de Colima fue el que mayor representación tuvo, debido a que para este estado ya se contaban con datos previos obtenidos en la localidad de Carrizales, los cuales no estaban dentro de la base de datos de BIOTICA por lo que se considero pertinente agregarlos. El segundo estado que estuvo mejor representado fue Michoacán y por último Jalisco.

En cuanto a equinodermos, Michoacán fue el estado que más representaciones tuvo en las salidas de campo, seguido de Jalisco y por último Colima,

En lo que respecta a los corales, la cantidad de ejemplares encontrados en los tres estados no tuvo diferencias relevantes, ya que Jalisco fue el mejor representado con 192 ejemplares, mientras que Michoacán y Colima tuvieron 133 ejemplares.

Tabla 3. Número de registros de Peces, Equinodermos y Corales observados durante las salidas de campo.

	Michoacán	Jalisco	Colima	Total
Peces	604	414	1186	2204
Equinodermos	311	213	182	706
Corales	133	192	133	458
Total	1048	819	1501	3368

Al realizar la sumatoria de todos los ejemplares observados, colectados y reportados, se puede observar que el estado mejor representado con respecto a peces en la base de datos HJ026 de BIOTICA es Colima, ya que se contaba con datos de ejemplares observados en dicho estado. Esto ocasionó que los datos de los registros observados aumentaran considerablemente, dando un total mucho más alto que el de los otros estados. Cabe hacer notar que Jalisco y Michoacán no varían mucho en cuanto al número de ejemplares registrados dentro de la base de datos.

Tabla 4. Sumatoria de los registros observados, reportados y colectados por estado, de los peces, equinodermos y corales que se encuentran dentro de la base de datos.

	Michoacán	Jalisco	Colima	Total
Peces	628	533	1232	2393
Equinodermos	321	245	192	758
Corales	133	209	212	554
Total	1082	987	1636	3706

5.2. Riqueza y distribución de especies

En total, se registraron 16 especies de coral (Tabla 5), 23 especies de equinodermos (Tabla 6) y 123 especies de peces (Tabla 7), si bien no todas las especies se encontraron en la costa de los tres estados.

Tabla 5. Especies de corales registradas en la costa de Jalisco, Colima y Michoacán.

ESPECIE	JAL	COL	MICH
<i>Pavona duerdeni</i>	X	X	
<i>Pavona gigantea</i>	X	X	X
<i>Pavona varians</i>		X	
<i>Pocillopora capitata</i>	X	X	X
<i>Pocillopora damicornis</i>	X	X	X
<i>Pocillopora effusus</i>		X	
<i>Pocillopora elegans</i>	X	X	X
<i>Pocillopora eydouxi</i>		X	
<i>Pocillopora inflata</i>		X	
<i>Pocillopora meandrina</i>	X	X	
<i>Pocillopora verrucosa</i>	X	X	X
<i>Porites lobata</i>	X	X	X
<i>Porites panamensis</i>	X	X	X
<i>Psammocora superficialis</i>	X		
<i>Psammocora stellata</i>	X	X	X
<i>Tubastraea coccinea</i>			X

En la Tabla 5 se aprecia que Colima es el estado con mayor riqueza de especies con 14 de las 16 que se registraron en este estudio, seguido de Jalisco con 11 y finalmente Michoacán con 9. Michoacán recibe el aporte de varios ríos, por lo que, por un lado, regularmente no se tiene buena visibilidad para trabajar y, por el otro, presenta muy poco sustrato rocoso y en consecuencia el espacio está limitado para especies de corales hermatípicos. En la costa de Jalisco no se encontraron las especies poco abundantes, tales como *Pocillopora eydouxi* o *Pavona varians*. Destaca, sin embargo, que sólo aquí se haya registrado *Psammocora superficialis*.

En la figura 2 se presenta el dendrograma de similitud de localidades con base en la presencia y ausencia de especies de corales. Es posible observar la falta de un agrupamiento definido entre las diferentes localidades pertenecientes al mismo estado. Esto es debido a que las especies *Porites panamensis*, *Porites lobata* y *Pocillopora damicornis* se encontraron presentes en la mayoría de los sitios

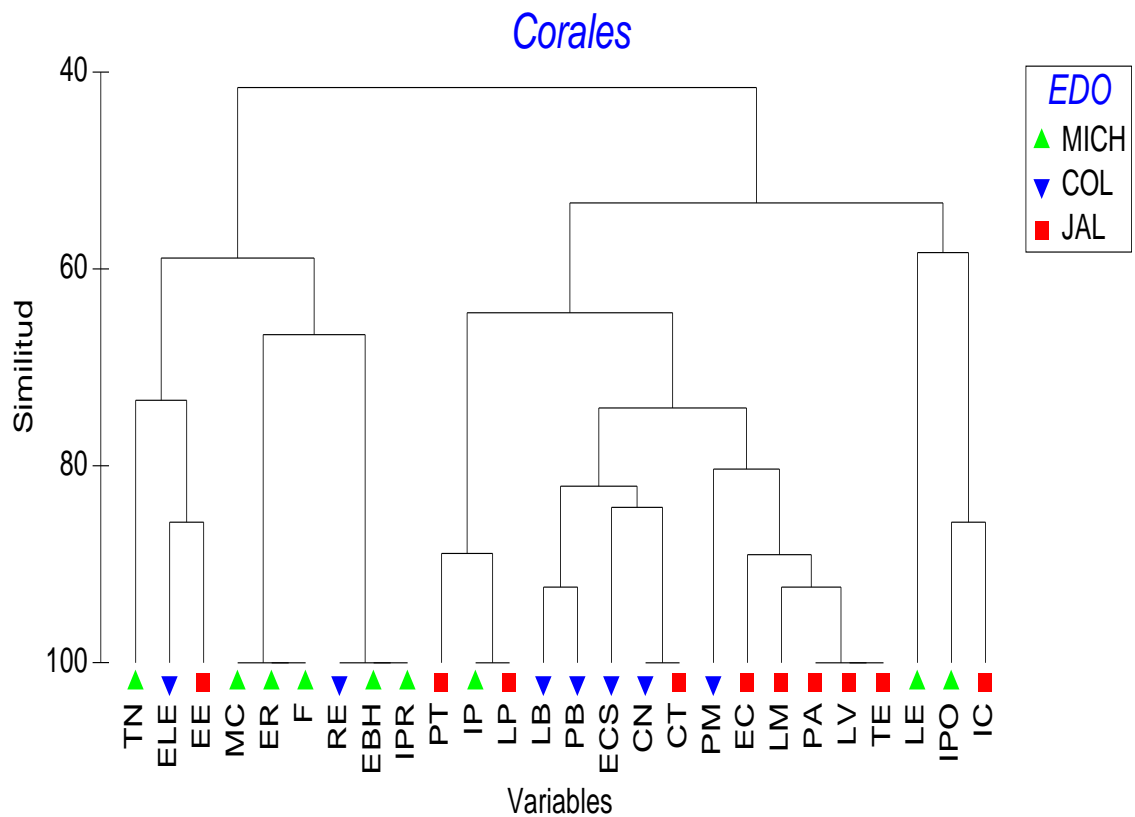


Figura 2. Dendrograma de similitud (Bray-Curtis) entre localidades de la costa de Jalisco, Colima y Michoacán con base en la presencia y ausencia de especies de corales.

En la figura 3 se muestra nuevamente la falta de agrupación entre los diferentes estados. Esto debido a que la especie *Porites panamensis* (que fue una de las más abundantes) se encontró en la mayoría de las localidades revisadas. El nivel de stress es bajo 0.08 lo cual confirma agrupamientos significativos. En la gráfica 3 se pueden observar tres grandes grupos, los cuales provocan el stress tan bajo. Sin embargo, para los objetivos de este trabajo esto es irrelevante ya que la intención era comparar entre los diferentes estados, los cuales no se encuentran agrupados entre si.

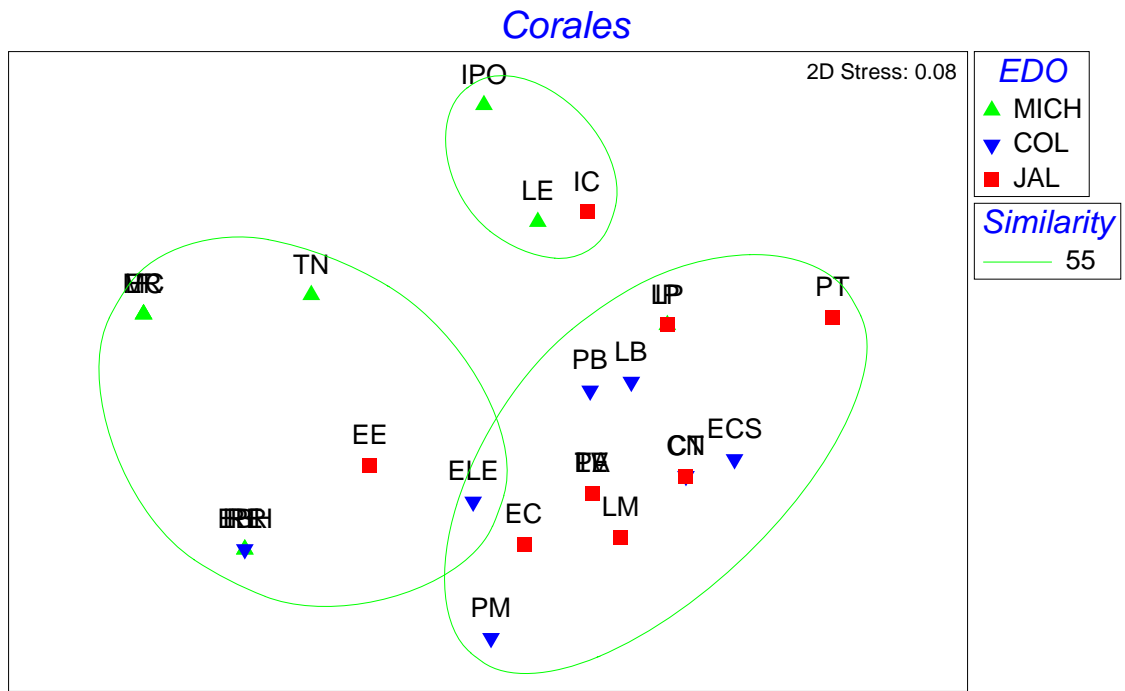


Figura 3. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) de los corales de Jalisco, Colima y Michoacán.

La lista de especies de equinodermos se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. Especies de equinodermos registradas en la costa de Jalisco, Colima y Michoacán.

ESPECIE	JAL	COL	MICH
<i>Arbacia incisa</i>	X		
<i>Asteropsis spinosa</i>	X		
<i>Astropyga pulvinata</i>	X		X
<i>Centrostephanus coronatus</i>	X	X	X
<i>Cucumaria flamma</i>	X	X	
<i>Diadema mexicanum</i>	X	X	X
<i>Echinometra vanbrunti</i>	X	X	X
<i>Euapta godeffroyi</i>		X	
<i>Eucidaris thouarsii</i>	X	X	X
<i>Heliaster helianthus</i>			X
<i>Heliaster microbranchius</i>	X		
<i>Heliaster polybranchius</i>	X		
<i>Holothuria (Thymiosycia) arenicola</i>	X		
<i>Isostichopus fuscus</i>			X
<i>Luidia sp.</i>	X		
<i>Linckia columbiae</i>	X		

ESPECIE	JAL	COL	MICH
<i>Mithrodia bradleyi</i>		X	X
<i>Nidorellia armata</i>	X		X
<i>Pentaceraster cumingi</i>	X	X	X
<i>Pharia pyramidatus</i>	X	X	X
<i>Phataria unifascialis</i>	X	X	
<i>Toxopneustes roseus</i>	X	X	X
<i>Tripneustes depressus</i>	X	X	X

La riqueza de equinodermos es mayor en Jalisco, con 19 de las 23 especies, seguida de Michoacán (13) y Colima (12; Tabla 6). El pepino de mar *Isostichopus fuscus* es una especie de importancia comercial y sólo se encontró en Michoacán; *Heliaster helianthus* es otra especie que nada más apareció en este estado.

La figura 4 muestra la similitud entre localidades según las especies de equinodermos registradas. Puede apreciarse que las localidades de Michoacán y Colima tienden a parecerse en función de su cercanía geográfica, mientras que algunas localidades de Jalisco no parecen tener mucha similitud entre sí. Esto parece un tanto contradictorio con lo esperado, ya que Jalisco, como se dijo antes, presentó 19 de las 23 especies que en total se registraron.

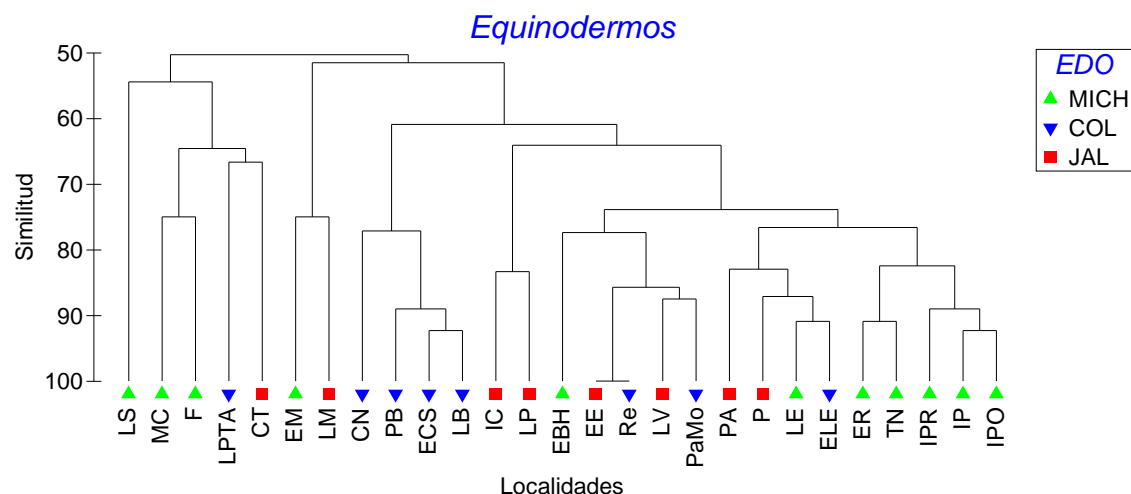


Figura 4. Dendrograma de similitud (Bray-Curtis) entre localidades de la costa de Jalisco, Colima y Michoacán con base en la presencia y ausencia de especies de equinodermos.

Por otra parte, el análisis mutldimensional no métrico también reitera esra falta de agrupamiento en función de la distancia geográfica entre localidades (Fig. 5).

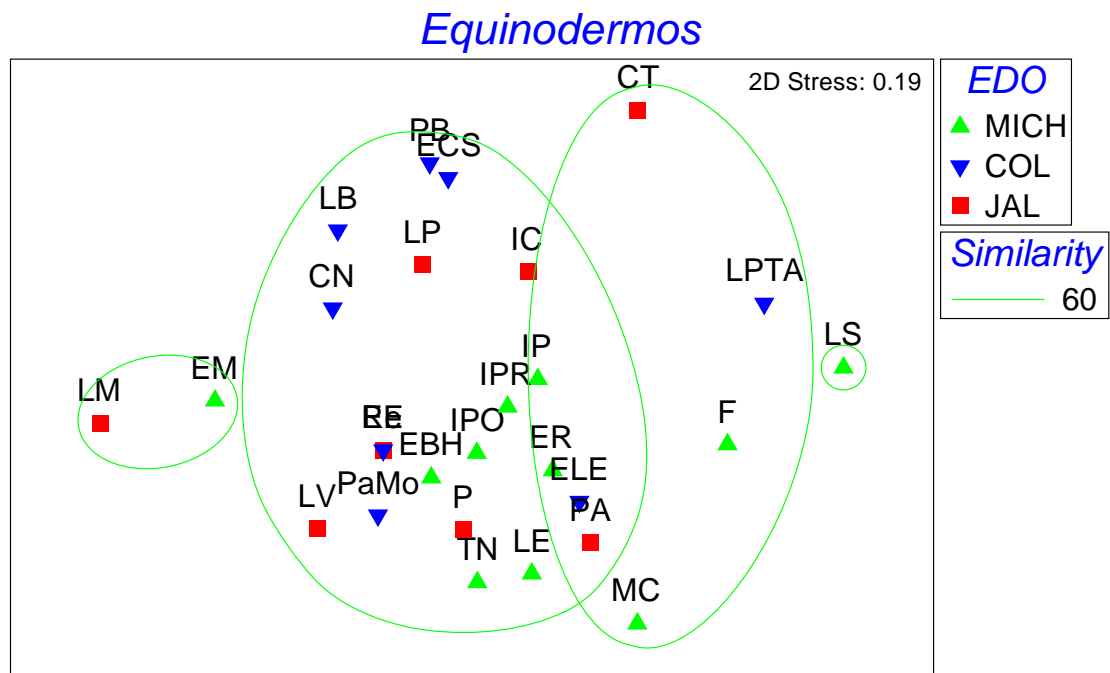


Figura 5. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) de los equinodermos de Jalisco, Colima y Michoacán.

Los peces constituyen el grupo taxonómico más conspicuo en los ecosistemas arrecifales; registramos 123 especies, pertenecientes a 77 géneros y 41 familias (Tablas 1 y 7). En lo que respecta a peces, Jalisco también registra el mayor número de especies (105), seguido de Colima (96) y finalmente Michoacán (88).

Tabla 7. Especies de peces registradas en la costa de Jalisco, Colima y Michoacán.

ESPECIE	JAL	COL	MICH
<i>Abudefduf declivifrons</i>			X
<i>Abudefduf troschelli</i>	X	X	X
<i>Acanthemblemaria macrospilus</i>	X	X	X
<i>Acanthurus nigricans</i>	X	X	X
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	X	X	X
<i>Aetobatus narinari</i>	X		
<i>Alphestes immaculatus</i>	X	X	X
<i>Aluterus scriptus</i>	X	X	X
<i>Anisotremus caesius</i>			X
<i>Anisotremus interruptus</i>	X	X	X
<i>Anisotremus taeniatus</i>	X		X
<i>Apogon pacificus</i>	X	X	X
<i>Apogon retrocella</i>	X	X	

ESPECIE	JAL	COL	MICH
<i>Arothron meleagris</i>	X	X	X
<i>Axoclinus carminalis</i>		X	
<i>Balistes polylepis</i>	X	X	X
<i>Bodianus diplotaenia</i>	X	X	X
<i>Calamus brachysomus</i>	X	X	X
<i>Cantherines dumerilii</i>		X	
<i>Canthigaster punctatissima</i>	X	X	X
<i>Caranx caballus</i>	X	X	
<i>Caranx caninus</i>	X	X	X
<i>Caranx sexfasciatus</i>	X	X	X
<i>Cephalopholis panamensis</i>	X	X	X
<i>Chaetodipterus zonatus</i>	X	X	X
<i>Chaetodon falcifer</i>	X		
<i>Chaetodon humeralis</i>	X	X	X
<i>Chromis alta</i>			X
<i>Chromis atrilobata</i>	X	X	X
<i>Chromis limbaughi</i>	X	X	X
<i>Cirrhitichthys oxycephalus</i>	X	X	X
<i>Cirrhitus rivulatus</i>	X	X	X
<i>Coryphopterus urospilus</i>	X	X	X
<i>Diodon holocanthus</i>	X	X	X
<i>Diodon hystrix</i>	X	X	X
<i>Echidna nebulosa</i>		X	
<i>Elacatinus digueti</i>	X	X	
<i>Elacatinus puncticulatus</i>	X	X	
<i>Epinephelus labriformis</i>	X	X	X
<i>Fistularia commersonii</i>	X	X	X
<i>Gnathanodon speciosus</i>	X	X	
<i>Gobiesox adustus</i>	X		
<i>Gobiesox mexicanus</i>	X		
<i>Gymnomuraena zebra</i>	X	X	X
<i>Gymnothorax castaneus</i>	X	X	
<i>Gymnothorax mordax</i>	X		
<i>Gymnothorax panamensis</i>		X	
<i>Haemulon flaviguttatum</i>	X	X	X
<i>Haemulon maculicauda</i>	X	X	X
<i>Haemulon scudderii</i>	X	X	X
<i>Haemulon sexfasciatum</i>	X	X	X
<i>Haemulon steindachneri</i>	X	X	X
<i>Halichoeres adustus</i>		X	
<i>Halichoeres chierchiae</i>	X	X	X
<i>Halichoeres dispilus</i>	X	X	X
<i>Halichoeres melanotis</i>			X
<i>Halichoeres nicholsi</i>	X	X	X

ESPECIE	JAL	COL	MICH
<i>Halichoeres notospilus</i>	X	X	X
<i>Hemanthias peruanus</i>		X	
<i>Hemiramphus saltator</i>	X	X	X
<i>Heteropriacanthus cruentatus</i>	X	X	
<i>Hippocampus ingens</i>	X		X
<i>Holacanthus passer</i>	X	X	X
<i>Hoplopagrus guentherii</i>	X	X	X
<i>Hysoblennius brevipinnis</i>	X		
<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	X	X	X
<i>Kyphosus analogus</i>	X	X	X
<i>Kyphosus elegans</i>	X	X	X
<i>Labrisomus xanti</i>			X
<i>Lutjanus argentiventris</i>	X	X	X
<i>Lutjanus guttatus</i>	X	X	X
<i>Lutjanus inermis</i>	X	X	X
<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	X	X	X
<i>Lutjanus viridis</i>	X	X	X
<i>Malacoctenus ebisui</i>	X	X	X
<i>Malacoctenus hubbsi</i>	X		
<i>Microspathodon bairdii</i>	X	X	X
<i>Microspathodon dorsalis</i>	X	X	X
<i>Mugil cephalus</i>	X	X	
<i>Mugil curema</i>	X	X	
<i>Mulloidichthys dentatus</i>	X	X	X
<i>Muraena lentiginosa</i>	X	X	X
<i>Myrichthys tigrinus</i>		X	
<i>Myripristis leiognathos</i>	X	X	X
<i>Nicholsina denticulata</i>	X	X	X
<i>Odontoscion xanthops</i>			X
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	X	X	X
<i>Ostracion meleagris</i>	X	X	
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	X		
<i>Paranthias colonus</i>	X	X	
<i>Pareques fuscovittatus</i>	X	X	X
<i>Pareques viola</i>	X	X	X
<i>Plagiotremus azaleus</i>	X	X	X
<i>Pomacanthus zonipectus</i>	X	X	X
<i>Prionurus punctatus</i>	X	X	X
<i>Pseudobalistes naufragium</i>	X		X
<i>Pseudojulis inornatus</i>		X	
<i>Rhinobatos productus</i>		X	
<i>Rypticus bicolor</i>	X	X	X
<i>Sargocentron suborbitalis</i>	X	X	X
<i>Scarus compressus</i>	X	X	

ESPECIE	JAL	COL	MICH
<i>Scarus ghobban</i>	X	X	
<i>Scarus perrico</i>	X	X	X
<i>Scarus rubroviolaceus</i>	X	X	
<i>Scorpaena histrio</i>	X		
<i>Scorpaena mystes</i>	X		X
<i>Scorpaena plumieri</i>	X		X
<i>Scorpaenodes xyris</i>			X
<i>Serranus psittacinus</i>	X	X	X
<i>Sphoeroides annulatus</i>	X		X
<i>Sphoeroides lobatus</i>	X		
<i>Stegastes acapulcoensis</i>	X	X	X
<i>Stegastes baldwini</i>			X
<i>Stegastes flavilatus</i>	X	X	X
<i>Stegastes rectifraenum</i>	X	X	X
<i>Sufflamen verres</i>	X	X	X
<i>Synodus lacertinus</i>	X	X	X
<i>Thalassoma grammaticum</i>	X	X	X
<i>Thalassoma lucasanum</i>	X	X	X
<i>Thalassoma lutescens</i>	X		X
<i>Urobatis concentricus</i>		X	
<i>Urobatis halleri</i>	X		
<i>Zanclus cornutus</i>	X		X

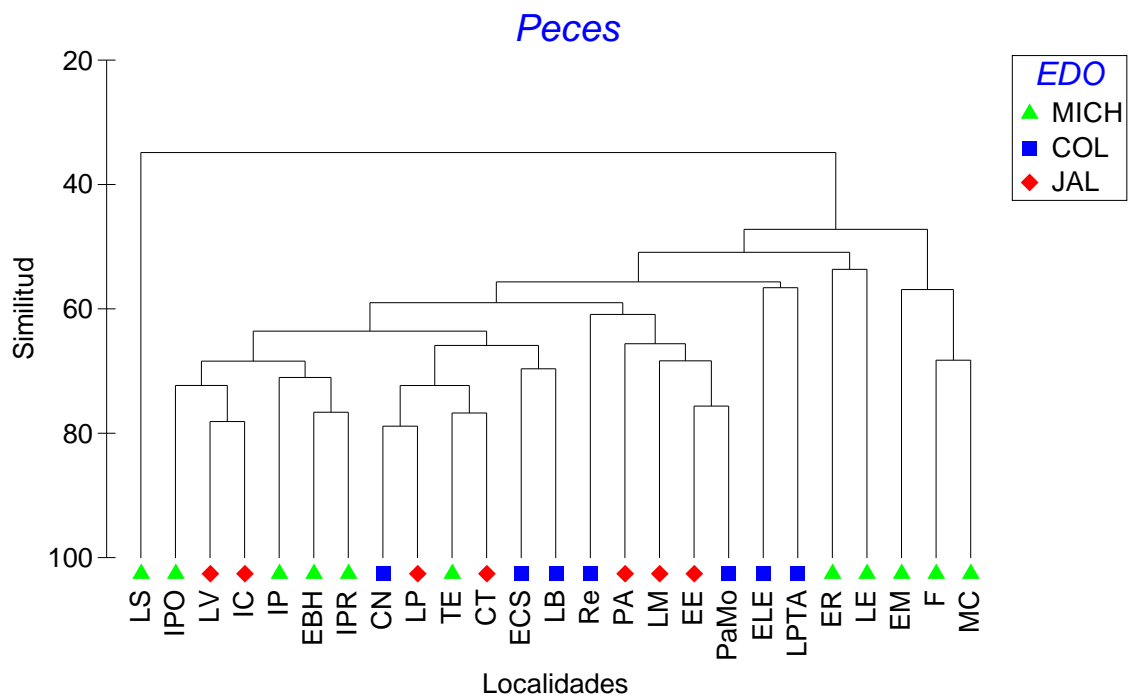


Figura 6. Dendrograma de similitud (Bray-Curtis) entre localidades de la costa de Jalisco, Colima y Michoacán con base en la presencia y ausencia de especies de peces.

En la figura 6 se puede observar la poca similitud de una localidad (La Secundaria: LS). Esto se debe a que la falta de visibilidad durante el muestreo sólo permitió reconocer siete especies.

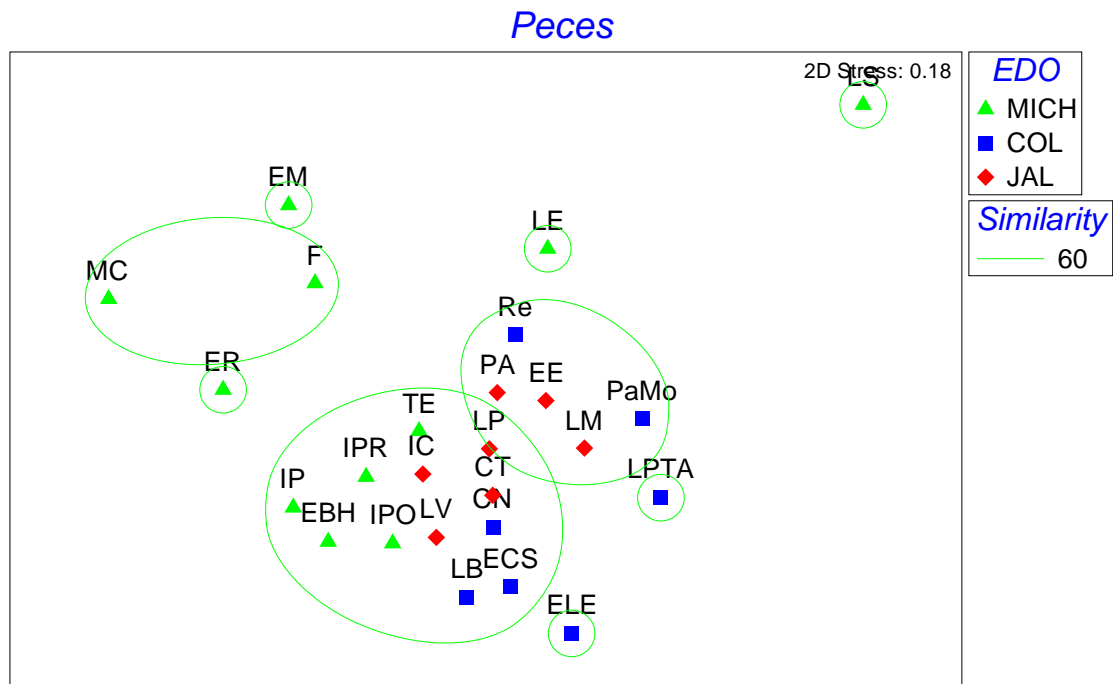


Figura 7. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) de los peces de Jalisco, Colima y Michoacán.

En la figura 7 se puede observar un agrupamiento aunque no tan definido para el estado de Jalisco y otro agrupamiento pequeño que se forma para el estado de Michoacán. El nivel de stress de 0.18 nos dice que tales agrupamientos no son significativos

6. Discusión

Las extinciones son eventos recurrentes en la vida del planeta; las ha habido siempre y no hay manera de evitar que sigan ocurriendo. Lo que es alarmante es que la tasa de extinción actual es muchísimo más alta ahora debido a causas antropogénicas, tales como degradación de hábitat, contaminación, pesca/caza excesiva, entre otras (May, 2010). Para el caso de los anfibios, por ejemplo, la tasa de extinción actual es 1,000 veces más que la calculada en registros fósiles (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). En el caso de invertebrados es mucho más difícil saberlo porque no son especies carismáticas y tan notables como las aves y mamíferos. Es por ello que la realización de inventarios como el que aquí se presenta sea de gran valor. De

hecho debería ser una tarea nacional el llevarlos a cabo periódicamente, en todos los ambientes y de la mayor cantidad de grupos taxonómicos posibles. Sin embargo, como ya lo hemos señalado (ver, por ejemplo, Calderon Aguilera et al 2009) un problema aún más grande que la falta de recursos económicos para hacer inventarios es que cada vez hay menos interés en las escuelas de biología por formar taxónomos, ante el triste panorama de no existir fuentes de trabajo. En este trabajo involucramos a 5 estudiantes y esperamos que resulten en sus tesis de licenciatura y posgrado.

7. Conclusiones

Los resultados obtenidos nos permiten llegar a las siguientes conclusiones:

1. El 92% de los 3,706 registros contenidos en la base de datos HJ026 proviene de ejemplares observados en campo. Esto destaca la importancia de seguir haciendo expediciones de campo, pues gran parte de nuestro patrimonio natural no se encuentra debidamente documentado en forma de publicaciones formales y de amplia circulación y acceso.
2. El grupo taxonómico mejor representado fue el de los peces, con 123 especies, seguido del de equinodermos, con 23 y finalmente los corales escleractíneos con 16 especies válidas.
3. Los arrecifes rocosos y coralinos de la zona de estudio comprenden ensamblajes de especies bastante parecidos entre sí atribuyéndose las diferencias más bien a condiciones muy particulares de cada localidad.
4. Se recomienda la continuidad de expediciones al campo, con el fin de documentar la presencia de otras especies o, en su caso, reportar la extirpación de otras. Para ello, es necesario promover la formación de recursos humanos con capacidades taxonómicas.

8. Literatura citada

- Ackerman, J.L Bellwood D.R. (2000) Reef fish assemblages: are-evaluation using enclosed rotenone stations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 206:227–237.
- Birkelnad, C. 1985. Ecological interactions between tropical coastal ecosystems. *UNEP Regional Seas Reports and Studies.* 73:1-26.
- Calderon-Aguilera L.E, H. Reyes Bonilla, R. A. López Pérez, A. Cupul Magaña, M.D. Herrero Perezrul, J.D. Carriquiry y P. Medina Rosas 2009. Fauna asociada a arrecifes coralinos del Pacífico mexicano. *Ciencia y Desarrollo,* 230:39-45
- Caley, J.M. 1995. Community dynamics of tropical reef fishes: local patterns between latitudes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 129: 7-18
- Carté, B.K. 1996. Biomedical potential of marine natural products. *BioScience.* 46(4):271-286.
- Choat, H. 1991. The biology of herbivorous fishes on coral reefs. En: Sale PF (ed) *The ecology of Fishes on coral reefs.* Academic Press, San Diego. 120-155 pp.
- Choat, J.H. y D.R. Bellwood. 1991. Reef fishes: their history and evolution, En: Sale PF (ed) *The ecology of fishes on coral reefs.* Academic Press, San Diego. 46-53 pp.
- Dulvy, N.K., Stanwell-Smith, D., Darwall, W.R.T. y Horrill, C.J. 1995. Coral mining at Mafia Island. Tanzania: a management dilemma. *Ambio.* 24(6):358-365.
- Ehrlich, P.R. 1975. The population biology of coral reef fishes. *Ann. Rev. Ecol. Sys* 6:211-247.
- Gardner, T.A. Côté, M.I., Gill, J.A., Grant, A. y Watkinson, A.R. 2003. Long-Term Region-Wide declines in Caribbean corals. *Science.* 301:958-960.
- Goh, N.K.C. y Chou, L.M. 1994. Distribution and biodiversity of Singapore gorgonians (Subclass Octocorallia) a preliminary survey. *Hydrobiologia.* 285:101-109.
- Hughes, T.P., Baird, A.H., Bellwood, D.R., Card, M., Connolly, S.R., Folke, C., Grosberg, R., Hoegh-Gulberg, O., Jackson, J.B.C., Kleypas, J., Lough, J.M., Marxhall, P., Nyström, M., Palumbi, S.R., Pandolfi, J.M., Rosen, B. y Roughgarden, J. 2003.

-
- Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science*. 301:929-933.
- Jackson, J.B.C., Kirby, M.X., Berger, W.H., Bjordal, K.A., Botsford, L.W., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J.A., Hughes, T.P., Kidwell, S., Lange, C.B., Lenihan, H.S., Pandolfi, J.M., Peterson, C.H., Steneck, R.S., Tegner, M.J. y Warner, R.R. (2001). Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293:629-638.
- Jangoux, M. y J. M. Lawrence. (Eds). 1982. Echinoderm nutrition. A.A. Balkema, Rotterdam. 254 p.
- Kühlmann, D.H.H. 1998. The sensitivity of coral reefs to environmental pollution. *Ambio*. 17(1): 13-21.
- Lawrence, J. M. 1987. A functional biology of echinoderms. Croom Helm, London. 340 p.
- May RM Ecological science and tomorrow's world. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365:41-47
- McClanahan, T.R. (2002). The near future of coral reefs. *Environmental Conservation* 29: 460- 483.
- McCulloch, M., Fallon, S., Wyndham, T., Hendy, E., Lough, J. y Barnes, D. 2003. Coral record of increased sediment flux to the inner Great Barrier Reef since European settlement. *Nature*. 421:727-730.
- Menge, B.A. 1982. Effects of feeding on the environment. pp. 521-551. En M. Jangoux y J.M. Lawrence. (Eds). Echinoderm nutrition. Balkema, Rotterdam.
- Millennium Ecosystem Assessment 2005 Ecosystems and human well-being: synthesis. Washington, DC: Island Press.
- Munby, P.J., A.J. Edwards., E. Arias Gonzalez., K.C. Lindeman., P.G. Blackwell., A.Gall., M. Gorczyńska., A.R. Harborne., C.L. Pescod., H. Renken., C.C. Wabnitz y G. Llewellyn. 2004. Mangrove enhances the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean. *Nature* 427:533-536.
- Ogden, J.C. 1988. The influence of adjacent systems on the structure and function of coral reefs. *Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium*. 1pp.

-
- Pandolfi, J.M., Bradbury, R.H., Sala, E., Hughes, T.P., Bjorndal, K.A., Cooke, R.G., McArdle, D., McClenachan, L., Newman, M.J.H., Paredes, G., Warner, R.R. y Jackson, J.B.C. 2003. Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science*. 301:955-958.
- Pauly, D., Christensen, V., Guénette, S., Pitcher, T.J., Sumaila, U.R., Walters, C.J., Watson, R. y Zeller, D. 2002. Towards sustainability in world fisheries. *Nature*. 418:689-695.
- Sutherland, K.P., Porter, J.W. y Torres, C. 2004. Disease and immunity in Caribbean and Indo-Pacific zooxanthellate corals. *Marine Ecology Progress Series*. 266:273-302.
- Spurgeon, J.P.G. 1992. The economic valuation of coral reefs. *Marine Pollution Bulletin*. 4(11):529-536.
- Wood, E.M. 1985. Exploitation of coral reef fishes for the aquarium fish trade. *Marine Conservation Society*. Herefordshire, G.B. 121pp.