

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS

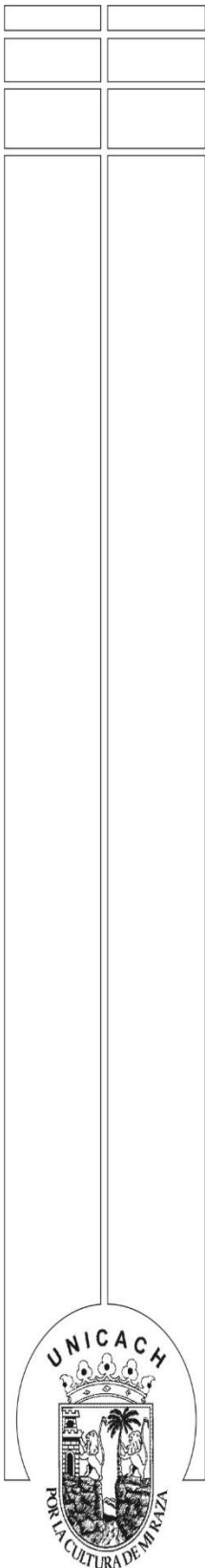
TESIS
**DIVERSIDAD TAXONÓMICA DE
EQUINODERMOS EN LAS
COSTAS DE OAXACA Y
CHIAPAS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
**LICENCIADO EN BIOLOGÍA
MARINA Y MANEJO INTEGRAL DE
CUENCAS**

PRESENTA:
ESTEPHANY NARAI MANUEL GARCÍA

Tonalá, Chiapas

Octubre de 2023



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS

TESIS

DIVERSIDAD TAXONÓMICA DE EQUINODERMOS EN LAS COSTAS DE OAXACA Y CHIAPAS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
**LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA
Y MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS**

PRESENTA:
ESTEPHANY NARAI MANUEL GARCÍA

DIRECTOR:
DR. FRANCISCO JAVIER LÓPEZ RASGADO
LABORATORIO DE ECOLOGÍA DE RECURSOS PESQUEROS
UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS – CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS





Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Dirección de Servicios Escolares
Departamento de Certificación Escolar
Autorización de impresión



Lugar: Tonalá, Chiapas
Fecha: 25 de agosto de 2023

C. Estephany Narai Manuel García

Pasante del Programa Educativo de:

Licenciatura en Biología marina y Manejo integral de cuencas

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

DIVERSIDAD TAXONÓMICA DE EQUINODERMOS EN LAS COSTAS DE

OAXACA Y CHIAPAS

En la modalidad de **TESIS**

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

M en C. José Reyes Díaz Gallegos

Dr. Emilio Ismael Romero Berny

Mtro. Alexis Fanuel Velasco Ortiz

Firmas:

Ccp. Expediente.

DEDICATORIA

Por sobre todas las cosas, a Dios, por ser mi guía, mi socorro y mi refugio en esta trayectoria, por ayudarme a continuar a pesar de las mil adversidades.

A mis padres Bersaín y Lupita, con gran amor, por el apoyo incondicional que siempre me han brindado, siempre impulsándome a ser mejor cada día, por creer en mí desde el principio y por hacer todo y de todo para que yo pudiera concluir mis estudios. No me alcanzará la vida para agradecerles lo que ahora soy. Los amo con todo mi corazón.

A mis hermanas que no dudaron en apoyarme siempre que yo no podía sola, por cuidar de mi hija, haciendo de esos días más amenos con su compañía, animándome siempre, gracias por cada risa.

A mi compañero de vida, por comprender que esto es muy importante para mí. Ahora que he concluido, este logro también es tuyo y espero con muchas ansias que rinda frutos, gracias por entregarme tu cariño sin medida, sin duda es mi fuerza de cada día. Te amo Carlos.

Por último, a mi razón de ser, mi único y real amor. Desde que supe que estabas dentro de mí fuiste siempre mi motivación. Tu redirigiste mi vida, le diste sentido a todo lo que soy, gracias pequeña por acompañarme en esto, sé que aún no lo entiendes, pero cuando aprendas a leer quiero que sepas que lo logré por ti. Te amo con amor ágape mi Tyree.

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis, el Dr. Francisco Javier López Rasgado, su guía y paciencia me ayudó en cada paso. Muchas gracias por hacerme ver el océano con admiración y respeto. Fueron muchos conocimientos los que usted me brindó entre asesorías, correcciones y varios semestres de clases, usted fue, además de mi profesor, un gran amigo. A donde sea que dirija su embarcación tenga usted siempre éxito.

Al Dr. Francisco Benítez Villalobos, por aceptar que yo trabajara en aquella impresionante colección de equinodermos de la UMAR, Puerto Ángel, pasé los mejores días observando tan hermosas muestras en ese lugar y desde ahí supe que tenía que hacer esto. Gracias por la información y los conocimientos brindados, sin eso no hubiera podido complementar esta tesis. Es usted una gran inspiración para mí.

A los revisores de este trabajo, al M. en C. José Reyes Díaz Gallegos y al Dr. Emilio Romero Berny les agradezco por sus observaciones y recomendaciones, los cuales fueron muy importantes y puntuales.

Contenido

ÍNDICE DE CUADROS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO	4
2.1 El Bentos y su Importancia	4
2.2. Generalidades de los equinodermos.....	5
2.3 Clasificación taxonómica.....	6
2.4. Situación actual de los equinodermos en México	8
2.5. Enfoque taxonómico	8
III. ANTECEDENTES	10
IV. HIPÓTESIS	13
V. OBJETIVOS.....	13
5.1 Objetivo general:.....	13
5.2 Objetivos específicos:	13
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	14
6.1 Área de estudio	14
6.2. Análisis de datos	17
VII. RESULTADOS	21
7.1. Lista de especies y composición taxonómica	21
7.2. Riqueza observada	28
7.3. Variación espacial de la distinción taxonómica	28
7.3.1. Variación espacial de la distinción taxonómica de Asteroideos	30
7.3.2. Variación espacial de la distinción taxonómica de Equinoideos	32
7.3.3. Variación espacial de la distinción taxonómica de los Holoturoideos ...	33
7.3.4. Variación espacial de la distinción taxonómica de los Ofiuroideos:	35
7.4 Similitud de especies entre localidades	36
7.4.1 Similitud de especies entre localidades	36
7.4.2 Similitud de la clase Asteroidea entre localidades	38

7.4.3 Similitud de la clase Echinoidea entre localidades	38
7.4.4 Similitud de la clase Holoturoidea entre localidades	41
7.4.5 Similitud de la clase Ofiuroidea entre localidades.....	41
7.4.6 Similitud entre puntos estratégicos	49
VIII. DISCUSIÓN.....	61
IX. CONCLUSIONES.....	66
X. LITERATURA CITADA	68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Abreviaciones de las localidades de Oaxaca y Chiapas 16

Cuadro 2. Lista de las especies de equinodermos registrados en las costas de Oaxaca y Chiapas. Abreviaturas: ASK= Alaska, AUS= Australia, CR= Costa Rica, CAL= California, CAN= Canadá, CIR= circumtropical, COS= cosmopolita, EU= Estados Unidos, FB= fondos blandos, GC= golfo de California, HAW= Hawái,, IP= Indo-Pacífico, JAP= Japón, MEX= México,, NIC= Nicaragua, ND= no definido, PCA= Pacífico centroamericano, POT= Pacífico oriental tropical, PSA= Pacífico sudamericano, PSM= Pacífico sur de México, PTM= Pacífico transicional mexicano. 22

Cuadro 3. Especies de equinodermos presentes en las costas de Chiapas y Oaxaca. Localidades: 1= La Mina, 2= Isla Montosa, 3= Puerto Ángel, 4= Estacahuite, 5= Santa Elena, 6= Panteón, 7= Punta Maldonado, 8= Playa Tijera, 9= San Agustín, 10= Salchi, 11= Salina Cruz, 12= Golfo de Tehuantepec, 13= Muestras de barco, 14= La Entrega, 15= Puerto Angelito, 16= Casa Mixteca, 17= Jicaral, 18= Chachacual, 19= Mazunte, 20= Manzanillo, 21= Riscalillo, 22= Bahía ppal. Puerto Escondido, 23= La Blanca, 24= Isla Cacaluta, 25= Agua Blanca, 26= Boquilla, 27= Bahía Conejos, 28= El Puertecito, 29= Huatulco, 30= Órgano, 31= Pomelo, 32= Agete, 33= Bahía el Maguey, 34= Playa del amor, 35= Copal, 36= Dos Hermanas, 37= Puerto Madero, 38= Chacahua, 39= San Agustinillo, 40= Zipolite, 41= Isla San Agustín, 42= Santa Cruz, 43= Arrocito. 44= Tangolunda, 45= Bahía Rosario, 46= Manzanilla, 47= El Zapatito, 48=Guerrilla, 49= Copalita, 50= El Faro, 51= Punto de Presión, 52= Carrizalillo, 53= Harrys, 54= Playa Coral, 55= La Prima, 56= Violín, 57= La india. 455

Cuadro 4: Análisis de similitudes (ANOSIM) entre la estructura de la comunidad de equinodermos en diferentes puntos estratégicos de Oaxaca y Chiapas. 522

Cuadro 5: Análisis de porcentaje de similitud de especies (SIMPER) que definen la estructura de la comunidad de equinodermos en diferentes puntos estratégicos de Oaxaca y Chiapas. 533

Cuadro 6: Análisis SIMPER de las especies que contribuyen a la separación del ensamblaje, definido por disimilitud de porcentajes, en puntos estratégicos de Oaxaca y Chiapas. 555

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Especies que representan las clases de equinodermos. A. Asteroidea, <i>Astropecten armatus</i> . B. Holothuridea, <i>Holothuria fuscocinerea</i> . C. Echinoidea, <i>Toxopneustes roseus</i> . D. Ophiuridea, <i>Amphipholis squamata</i> . E. Crinoidea, <i>Hyocrinus foelli</i>	2
Figura 2. Plataforma continental de Oaxaca y Chiapas. (Editado por Peña-Lara Víctor Alexis).....	14
Figura 3. Ecoregiones de la plataforma continental de Oaxaca y Chiapas. (Editado por Peña-Lara Víctor Alexis).....	15
Figura 4. Composición taxonómica de la fauna de equinodermos.....	21
Figura 5. Curvas de acumulación de especies. Sobs = Riqueza observada. Estimadores no paramétricos: Chao 2, Jackknife 1 y Jackknife 2.....	28
Figura 6. Relación de los valores del Índice de distinción taxonómica promedio o delta (Δ^+) general y la riqueza específica de los equinodermos de Oaxaca y Chiapas	29
Figura 7. Relación de los valores del Índice de variación de la distinción taxonómica o lambda (Λ^+) general y la riqueza específica de los equinodermos de Oaxaca y Chiapas.	30
Figura 8. Relación de los valores del Índice de distinción taxonómica promedio o delta (Δ^+) y la riqueza específica de los asteroideos de Oaxaca y Chiapas.....	31

Figura 9. Relación de los valores del Índice de variación de la distinción taxonómica o lambda (Λ^+) general y la riqueza específica de los asteroideos de Oaxaca y Chiapas.	31
Figura 10. Relación de los valores del Índice de distinción taxonómica promedio o delta (Δ^+) y la riqueza específica de los equinoideos de Oaxaca y Chiapas.	32
Figura 11. Relación de los valores del Índice de variación de la distinción taxonómica o lambda (Λ^+) general y la riqueza específica de los equinoideos de Oaxaca y Chiapas.	33
Figura 12. Relación de los valores del Índice de distinción taxonómica promedio o delta (Δ^+) y la riqueza específica de los holoturoideos de Oaxaca y Chiapas.....	34
Figura 13. Relación de los valores del Índice de variación de la distinción taxonómica o lambda (Λ^+) general y la riqueza específica de los holoturoideos de Oaxaca y Chiapas.	34
Figura 14. Relación de los valores del Índice de distinción taxonómica promedio o delta (Δ^+) y la riqueza específica de los ofiuroideos de Oaxaca y Chiapas.	35
Figura 15. Relación de los valores del Índice de variación de la distinción taxonómica o lambda (Λ^+) general y la riqueza específica de los ofiuroideos de Oaxaca y Chiapas.	36
Figura 16. A) Cluster, B) NMDS que determinan la clasificación de especies de equinodermos por clase registradas en las localidades de Oaxaca y Chiapas.	37

Figura 17. A) Cluster, B) NMDS que determinan la clasificación de especies de equinodermos de la clase Asteroidea registradas en las localidades de Oaxaca y Chiapas	39
Figura 18. A) Cluster, B) NMDS que determinan la clasificación de especies de equinodermos de la clase Echinoidea registradas en las localidades de Oaxaca y Chiapas.	40
Figura 19. A) Cluster, B) NMDS que determinan la clasificación de especies de la clase Holoturoidea registradas en las localidades de Oaxaca y Chiapas.....	43
Figura 20. A) Cluster, B) NMDS que determinan la clasificación de especies de la clase Ofiuroidea registradas en las localidades de Oaxaca y Chiapas	44
Figura 21. Relación de los valores del Índice de distinción taxonómica promedio o delta (Δ^+) y la riqueza específica de los ofiuroideos de Oaxaca y Chiapas.	49
Figura 22. Relación de los valores del Índice de variación de la distinción taxonómica o lambda (Λ^+) y la riqueza específica de los puntos estratégicos.....	50
Figura 23. A) Cluster, B) NMDS que determinan la similitud de especies entre los puntos estratégicos de Oaxaca y Chiapas.....	52

RESUMEN

Los equinodermos, además de ser importantes ecológicamente, algunos poseen importancia comercial, siendo explotados por pesquerías de tipo artesanal y utilizado principalmente como alimento para los humanos. En México, debido a su demanda en el mercado mundial, la pesca de este grupo se encuentra en desarrollo además de que están catalogados en la norma mexicana como especies bajo protección especial. El objetivo de este trabajo es describir y comparar la composición taxonómica de los equinodermos de las Costas de Chiapas y Oaxaca. Además de estimar los índices de distinción taxonómica promedio y la variación de la distinción taxonómica de estas mismas localidades, con el fin de evaluar la variabilidad en la composición y en la distribución de las especies en esta provincia biogeográfica. El área de estudio comprende la Plataforma continental desde el oeste de la costa de Oaxaca hasta el golfo de Tehuantepec que termina en Chiapas. Se construyó una base de datos y una lista sistemática para estimar en qué medida la riqueza de especies observada de equinodermos para Oaxaca y Chiapas está completa, utilizando el programa PRIMER 6.0 se calcularon los índices de distinción taxonómica promedio y el índice de la variación de la distinción taxonómica y con el método Multi-Dimensional Scaling (MDS) se detectaron los patrones de similitud en la composición de las comunidades. Se obtuvo una composición taxonómica de 97 especies distribuyéndose en 4 clases, 18 órdenes, 38 familias y 68 géneros. La localidad más diversa fue Estacahuite con 38 especies y las menos diversas fueron San Agustínillo y Bahía Rosario con 1 especie. Las 30 localidades que pertenecen a la ecorregión Pacífico centroamericano se diferencian de las 27 restantes que pertenecen a la ecorregión del Pacífico transicional mexicano, debido a que la primera es una región de gran productividad superficial con una alta variabilidad estacional debido a las surgencias, mientras que la última posee un sustrato que varía y está compuesto de mezclas variables de fango, arena y grava. Puerto Madero, Chiapas tuvo una mayor riqueza en las clases Asteroidea y Echinoidea. Se determinó que la comunidad de equinodermos del Pacífico sur es muy diversa taxonómicamente, sin embargo las investigaciones siguen siendo escasas para esta plataforma continental, en el litoral somero y en las zonas de mayor profundidad.

Palabras clave: Riqueza, Similitud, Distinción taxonómica, Variación taxonómica, Pacífico oriental.

I. INTRODUCCIÓN

La zona intermareal está habitada por organismos muy diversos, abundantes, macroscópicos y sésiles o de movilización lenta que pertenecen a varios grupos funcionales, organismos que interactúan en escalas espaciales pequeñas (Menge y Branch, 2001; Cruz-Motta, 2007), los cuales han logrado adaptarse a condiciones sumamente cambiantes en cuanto a la temperatura, luz, humedad, salinidad e hidrodinámica del océano, principalmente. Todos los organismos presentes allí forman parte de una cadena alimenticia y son de gran importancia ecológica porque “reciclan” nutrientes, es decir, limpian los nutrientes del suelo de residuos industriales contaminantes (Salazar-Vallejo y González, 1990).

Uno de los grupos taxonómicos de mayor importancia en la estructura de las comunidades marinas, es el Phylum Echinodermata (los equinodermos). Su presencia es conspicua en todos los ambientes marinos, desde la zona intermareal hasta los abismos oceánicos y desde las fuentes hidrotermales submarinas hasta las aguas polares (Hooker *et al.*, 2005). Todos ellos son relativamente grandes, aunque la característica más representativa del grupo es su simetría pentarradial, es decir, el cuerpo está dividido en cinco partes que se disponen alrededor de un eje central (Ruppert y Barnes, 1996).

Los equinodermos poseen un sistema circulatorio hemal, un sistema digestivo completo y un sistema nervioso descentralizado (Pawson, 2007), además tienen un tejido conectivo flexible que permite cambiar de forma voluntaria y rápida la rigidez del animal (Hendler *et al.*, 1995; Samyn *et al.*, 2006). El phylum Echinodermata se encuentra dividido en 5 clases: clase Crinoidea (lirios de mar), (No presente en el Sur-Pacífico de México), clase Asteroidea (estrellas de mar), clase Ophiuroidea (estrellas quebradizas y estrellas canasta), clase Echinoidea (erizos, galletas y bizcochos de mar) y la clase Holothuroidea (pepinos de mar) (Solís-Marín *et al.*, 2014) (Figura 1).

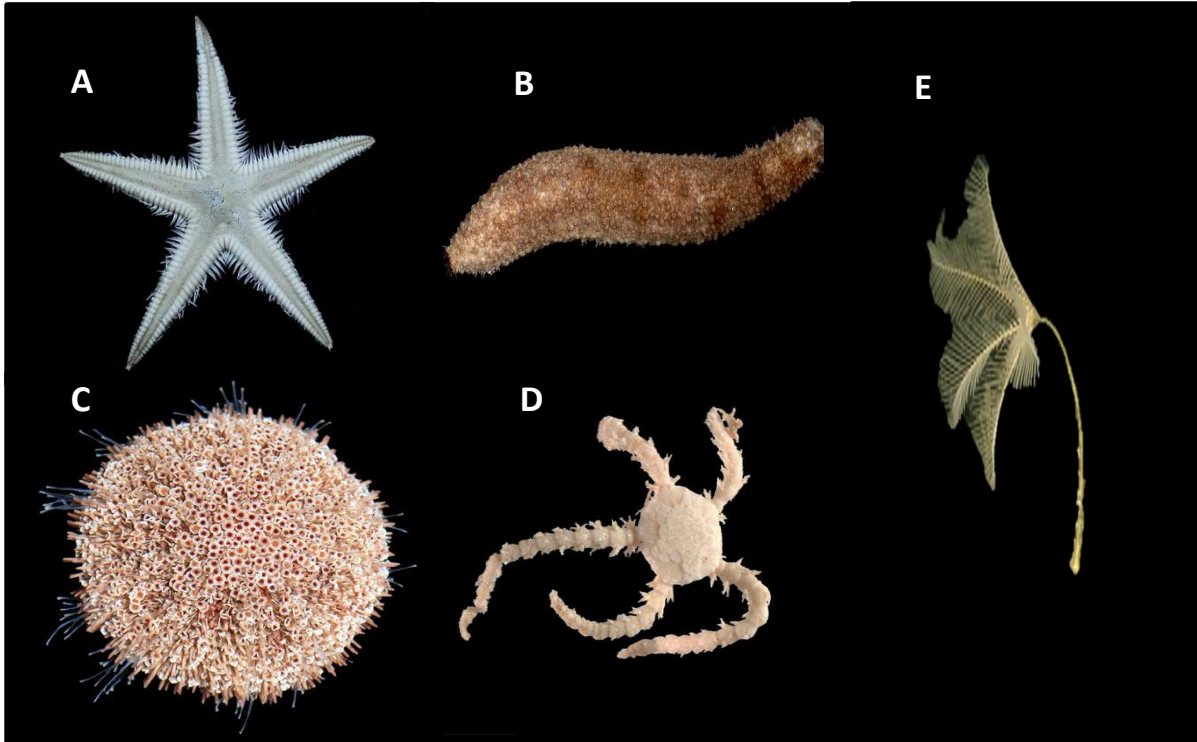


Figura 1. Especies que representan las clases de equinodermos. A. Asteroidea, *Astropecten armatus*. B. Holothuridea, *Holothuria fuscocinerea*. C. Echinoidea, *Toxopneustes roseus*. D. Ophiuridea, *Amphipholis squamata*. E. Crinoidea, *Hyocrinus foelli*.

En la extensión litoral de México se encuentran 643 especies de equinodermos (datos de la Colección Nacional de Equinodermos, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México), aproximadamente el 10% del total mundial. Probablemente existan nuevos registros y nuevas especies de equinodermos en ambientes y en regiones poco estudiados de las costas mexicanas, donde el tipo de sustrato, profundidad e inclinación del fondo, entre otros factores, han hecho imposible su muestreo con métodos convencionales (Solís-Marín *et al.*, 2014).

El Pacífico mexicano presenta una considerable diversidad de equinodermos. Su reconocimiento en diversos hábitats ha sido posible gracias a los estudios taxonómicos e inventarios del grupo, los cuales aún no se pueden considerar completos, sin embargo, representan un acervo de información esencial

para todo tipo de estudios tanto sistemáticos como evolutivos, genéticos, ecológicos y económicos, entre otros (Solís–Marín *et al.*,1993).

El conocimiento del estado actual de las comunidades de equinodermos en los diversos ambientes es de gran importancia, puesto que permite comparar a mediano y largo plazo, el estado de conservación en que se encuentran dichos ecosistemas con el transcurso del tiempo. No obstante los cambios de las condiciones ambientales, ya sean naturales o causados por las actividades humanas, provocan impactos que pueden alterar las condiciones ecológicas y la diversidad de equinodermos.

Pese a la gran importancia que tienen los equinodermos como parte del flujo de biomasa y energía en los ecosistemas marinos y en la estructura comunitaria como reguladores ecológicos (Lawrence, 1987; Maluf, 1988), se han realizado muy pocos estudios dirigidos a la biodiversidad para este grupo en la región del Pacífico sur mexicano (Granja-Fernández y López-Pérez, 2012). Por lo tanto, es indispensable hacer estudios que conduzcan a conocer las alteraciones y el grado de deterioro que sufren dichas comunidades. Con base en lo anterior, este estudio plantea evaluar la diversidad taxonómica de los equinodermos presentes en diversas localidades de las costas de Oaxaca y Chiapas. Estos conocimientos servirían de referencia para apoyar los programas de protección y conservación de estas especies y por ende de la biodiversidad perteneciente a la misma zona de estudio.

II. MARCO TEORICO

2.1 El Bentos y su Importancia

Se denomina bentos al conjunto de organismos que habitan o se encuentran asociados al fondo de sistemas marinos-costeros. El bentos está constituido por una gran diversidad de especies pertenecientes a diversos phyla, esta fauna está asociada a los sedimentos marinos y está compuesta en gran porcentaje por especies pertenecientes a los anélidos poliquetos, crustáceos, moluscos y los equinodermos (Pech *et al.*, 2023).

La importancia de las comunidades bentónicas radica en el rol que cumplen dentro de los ciclos biogeoquímicos y en la cadena trófica de los ecosistemas acuáticos. Su papel funcional reside en la transferencia de energía entre los productores primarios y los consumidores terciarios (Wilber y Clark, 1998; Yupanqui *et al.*, 2007).

En cuanto a los equinodermos, además de ser importantes ecológicamente, algunos poseen importancia comercial, siendo explotados por pesquerías en su mayoría de tipo artesanal y son utilizados principalmente como alimento para los humanos. En algunos países asiáticos son considerados sobre todo como un alimento gourmet e incluso se les atribuyen distintas propiedades medicinales, curativas y afrodisiacas.

En México, debido a su demanda en el mercado mundial, la pesca de este grupo se encuentra actualmente en desarrollo. El erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*) es el de mayor importancia comercial en el Pacífico mexicano, el cual cuenta con pocas regulaciones y se considera actualmente como una especie sobreexplotada (Ramírez-Félix, 2000). Dentro de los pepinos de mar, el pepino de mar marrón *Isostichopus fuscus* es de importancia comercial, por ser uno de los holotúridos comestibles de mayor demanda internacional, especialmente en el Oriente, debido a la textura de su piel y a su tamaño, lo que está ha generado que esté catalogado en la norma mexicana como especie bajo protección especial (NOM-Ecol-059-Semarnap-2010).

2.2. Generalidades de los equinodermos

Los equinodermos forman parte del Phylum Echinodermata (del griego *echinos*, espina y *derma*, piel). Se encuentran distribuidos desde la zona intermareal hasta los 11,000 metros de profundidad aproximadamente, y desde los trópicos hasta los polos (Pawson, 2007; Solís-Marín *et al.*, 2013). Los equinodermos son marinos casi en su totalidad, a excepción de algunas especies que habitan sistemas de cuevas anquialinas (Solís-Marín *et al.*, 2010) y algunos otros en cuerpos salobres que presentan salinidades por debajo de 20 ppm (Caso *et al.*, 1994).

El phylum Echinodermata comprende aproximadamente 7,000 especies vivientes, y 13,000 especies fósiles (Pawson, 2007, Solís-Marín *et al.* 2013). Este grupo distintivo de animales marinos puede definirse brevemente como poseedor de: un esqueleto de carbonato de calcio en forma de calcita; un sistema vascular acuífero que forma parte de la alimentación, la locomoción, entre otras funciones; una simetría radial pentámera en sus formas adultas y tejido colágeno mutable (Pawson, 2007).

La distribución tan amplia de los equinodermos se atribuye principalmente a su alimentación que es de tipo generalista, incluyendo grupos detritívoros, suspensívoros, carnívoros carroñeros, carnívoros cazadores, ramoneadores y omnívoros, y solo un pequeño grupo con dietas altamente selectivas (Birkeland, 1989; Calva, 2002a; Calva, 2002b). Los equinodermos son especies reguladoras de poblaciones de otros grupos como moluscos, macroalgas y corales, además por su capacidad bioerosionadora son considerados organismos ingenieros de los ecosistemas (Chamucero-Santacoloma *et al.*, 2011). Por lo anterior, a los equinodermos se les considera modificadores de la estructura y la composición de los sistemas bentónicos marinos (Birkeland 1989; Toro-Farmer *et al.*, 2004).

2.3 Clasificación taxonómica

El Phylum Echinodermata se divide en cinco clases: Asteroidea, Crinoidea, Echinoidea, Holothuroidea y Ophiuroidea (Pawson, 2007; Ruppert y Barnes 1996); cada clase presenta diferencias morfológicas y de hábitos, además de compartir características ontogénicas tales como: un desarrollo larval con simetría bilateral, que se transforma en simetría pentaradial al momento del asentamiento (Benavides-Serrato *et al.*, 2011), forman osículos de calcita que pueden crear diferentes piezas esqueléticas o de soporte como espinas o espículas, y el desarrollo de un sistema vascular acuífero de pies ambulacrales, el cual funciona como sistema locomotor, sensorial, de defensa, alimentario y excretor (Solís-Marín 1998; Pawson, 2007; Benavides-Serrato *et al.*, 2011).

La clase crinoidea es la más primitiva del grupo, incluye a los invertebrados marinos comúnmente conocidos como lirios y plumas de mar. Esta clase es la menos numerosa del Phylum (Benavides-Serrato *et al.*, 2011), aunque se distribuye en todos los océanos y a diferentes profundidades, en México, está muy poco representada, limitando su distribución a zonas profundas (Birkeland, 1989; Solís-Marín *et al.*, 2013). En el Pacífico, sólo se han descrito 4 especies presentes en la costa oeste de Baja California, en el archipiélago de Revillagigedo y la fractura de Clarión. Dos especies de crinoideos, *Fariometra parvula* y *Florometra taneri* son endémicas de la provincia Californiana (Solís-Marín *et al.*, 2014).

La clase Asteroidea está conformada por las llamadas estrellas de mar. Se caracterizan por tener una alimentación variada, algunos son herbívoros (algas), otros carnívoros (invertebrados sésiles) y las hay cazadoras y carroñeras (moluscos, otros equinodermos y algunos peces) (Benavides-Serrato *et al.*, 2011). En este grupo se encuentran especies que se alimentan de los pólipos del coral, como lo es *Acanthaster plancii*, esta forma de alimentarse en particular, la clasifica como una especie clave en las comunidades coralinas (Morberg y Folke, 1999).

La clase Ophiuroidea, conocidas como estrellas quebradizas u ofiuras y cestas de mar, se considera la clase más numerosa del Phylum por tener hasta ahora, más de dos mil especies descritas (Ruppert y Barnes 1996; Benavides-Serrato *et al.*, 2011).

Son organismos de vida libre y tienen una alta actividad locomotora. Contribuyen a la oxigenación de los sustratos al momento de desplazarse utilizando los brazos y sus espinas. Su desplazamiento influye en los patrones de asentamiento y distribución de invertebrados bentónicos como moluscos y poliquetos, ya que este ocurre sobre rocas, arena, coral, algas o cualquier material de bajo peso y suelto, (Bejarano-Chavarro *et al.*, 2004; Laguarda-Figueras *et al.*, 2009). Son muy abundantes y capaces de desarrollar un amplio espectro de funciones tróficas, tales como filtradores generalistas, carroñeros y carnívoros (Stancyk, 1999).

La clase Echinoidea está conformada por los organismos conocidos también como erizos, son uno de los grupos con mayor influencia, ya que su función es la de regular la estructura comunitaria de ecosistemas costeros como los bosques de macroalgas y los arrecifes coralinos (Steneck, 2013). Son organismos ramoneadores con poca selectividad, no obstante su actividad permite controlar la cobertura de algas carnosas y macroalgas, lo que permite el establecimiento de otros invertebrados, incluyendo larvas de coral al haber espacio libre (Mokady *et al.*, 1996). Se caracterizan por ser bioerosionadores de gran importancia, por ejemplo, las especies *Diadema mexicanum* y *Eucidaris thourasii*, presentes en el Pacífico tropical, pueden entre ambas generar una gran cantidad de sedimentos en los arrecifes coralinos de hasta $40 \text{ kg}\cdot\text{año}^{-1}$ (Glynn, 1988; Birkeland, 1989; Toro-Farmer *et al.*, 2004), favoreciendo a la disminución de la complejidad del sustrato y la cubierta de corales.

Los llamados pepinos de mar pertenecientes a la clase Holoturoidea son característicos por su capacidad filtradora y recolectora, puesto que no poseen estructuras masticadoras. Son poco móviles y no son capaces de realizar actividades de caza (Solís-Marín *et al.*, 2009), por lo cual los pepinos de mar son suspensívoros y detritívoros (Birkeland, 1989; Solís-Marín *et al.*, 2009). En el ecosistema actúan como especies filtradoras, no solamente de la columna de agua, sino también del sustrato como la arena y el escombros, lo cual permite el ciclado de nutrientes y la eliminación de las bacterias. Son excelentes excavadores, lo que ocasiona la oxigenación del sustrato y el aumento en las concentraciones de compuestos minerales que pueden volver a reutilizarse (Ruppert y Barnes, 1996).

2.4. Situación actual de los equinodermos en México

Los equinodermos actualmente están catalogados en la norma mexicana como especies bajo protección especial. Asimismo, la extracción manual de organismos con fines ornamentales —como las estrellas de mar *Oreaster reticulatus* en el Caribe mexicano y del género *Pisaster* de las aguas del Pacífico de Baja California—, es una actividad poco documentada y sin regulación alguna, por lo que no se tiene una idea clara de la magnitud del impacto ecológico que tiene su explotación (Solís-Marín *et al.*, 2013).

Las especies que se encuentran en riesgo son aquéllas en las cuales sus poblaciones han ido disminuyendo debido a actividades humanas como la transformación de su hábitat, sobreexplotación, interacciones con especies invasoras, efectos de la contaminación, al punto que se considera necesario protegerlas (NOM-059).

2.5. Enfoque taxonómico

En cuanto a las técnicas empleadas para el análisis de la estructura de la comunidad, se ha descubierto que, un enfoque válido y más revelador utiliza métodos de visualización informales, como agrupamiento o clasificación de escala multidimensional (MDS), basados en una definición motivada biológicamente de similitud por pares de muestras en términos de composición de especies (Warwick y Clarke, 1991).

Aunado a lo anterior, Warwick y Clarke (1995) describieron un par de medidas de “biodiversidad” que utilizan información derivada de un árbol taxonómico jerárquico, como una clasificación de Linneo o una matriz de distancias filogenéticas denominadas diversidad taxonómica, Δ , y distinción taxonómica, Δ^* , por lo que se considera que los valores medios de distinción y diversidad taxonómica son menos susceptibles a la variabilidad en el tamaño de la muestra que medidas como la riqueza de especies (D

de Margalef) y la uniformidad (J de Pielou) y, hasta cierto punto, la diversidad de especies de Shannon (H'), con Δ se considera una medida de "biodiversidad" más verdadera que H' (Campbel *et al.*, 2011).

En los últimos años se han propuesto índices de diversidad que consideran las diferencias taxonómicas entre especies, bajo el supuesto de que la estructura taxonómica representa una faceta importante de la biodiversidad no reflejada en los índices clásicos (Warwick y Clarke, 1998; Shimatani, 2001). Los índices de diversidad taxonómica no dependen del tamaño de la muestra y la distribución de los datos puede ser diferente a una distribución normal.

El índice de la distinción taxonómica promedio, $\Delta+$ (DTP; Clarke y Warwick, 1998) evalúa la riqueza junto con la distancia taxonómica entre cada par de especies, definida a través de un árbol de clasificación Linneana. Cada nivel jerárquico taxonómico recibe un valor discreto y proporcional dentro de una escala de 100 unidades, dependiendo del número de niveles empleados. Mientras que el índice de la variación de la distinción taxonómica $\Delta+$ (VarDT; Clarke y Warwick, 2001), refleja la variación de las distancias entre cada par de especies y el desnivel del árbol taxonómico. Por lo tanto las técnicas anteriores se han calificado como las más apropiadas para actualizar la información acerca de la diversidad taxonómica de la fauna de equinodermos en las costas de Oaxaca y Chiapas.

III. ANTECEDENTES

Desde hace más de un siglo se han realizado estudios hacia los equinodermos. Dentro de los primeros estudios de la fauna de equinodermos del Pacífico, destaca el que fue realizado por Verrill (1871), que colectó ejemplares desde Baja California hasta Panamá. Dichos ejemplares se encuentran reguardados en el Museum of Comparative Zoology de la Universidad de Harvard, E.U.A.

A partir de esa década en el Pacífico mexicano, se realizaron más estudios gracias a expediciones a bordo de buques oceanográficos como el HMS Challenger (Agassiz, 1881; Carpenter, 1884) y el Albatros (Clark, 1920), de los cuales se obtuvieron diversas publicaciones acerca de las clases de equinodermos en la zona y revisiones morfológicas y sistemáticas en el Pacífico Central Americano en los años de 1899 a 1905.

Sin embargo, se tuvo que esperar hasta la primera mitad del siglo XX para que surgiera un interés específico sobre este grupo de organismos en México. Sin lugar a dudas, la Dra. María Elena Caso Muñoz fue la fundadora de la escuela de “biología y taxonomía” de los equinodermos de México. A través de numerosas publicaciones y monografías (p. ej. Caso 1954, 1976, 1978, 1980, 1983, 1986, 1992), sentó las bases del conocimiento acerca de este grupo en México y montó la colección de equinodermos más importante del País ubicada en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, en la Ciudad de México.

Posterior a 1988, en la región se siguió con el estudio de los equinodermos y entre las contribuciones más destacadas y más útiles, tanto para la fauna de aguas someras como para aquella de aguas profundas, podemos citar los trabajos hechos sobre elencos sistemáticos de equinodermos elaborados principalmente con los registros de recolecta de las colecciones (Solís-Marín *et al.*, 1997; Maluf y Brusca, 2005; Solís-Marín *et al.*, 2005; Honey-Escandón *et al.*, 2008), así como de trabajos enfocados a holotúridos (Solís-Marín, 2003, Solís-Marín *et al.*, 2009).

Benítez-Villalobos *et al.* (2008) realizaron un listado de las especies de dos clases de equinodermos con un total de 27 especies de las que se informan 11

nuevos registros para el estado de Oaxaca, México: tres de asteroideos y ocho de equinoideos.

Granja-Fernández y López-Pérez (2012), realizan un trabajo enfocado a la biodiversidad de ofiuroides de Oaxaca y Chiapas, donde en 31 localidades de Oaxaca se registraron un total de 34 especies, mientras que en Chiapas sólo se reportó la presencia de *Diopederma daniana*. Además elaboran un modelo de regresión lineal para obtener la riqueza de especies con relación a la línea costera de Chiapas y mencionan que existe una alta probabilidad de existencia de una riqueza de alrededor de 12 especies de ofiuros para Chiapas.

Penagos-García *et al.* (2012), revisaron un total de 150 ejemplares del Phylum Echinodermata encontrando un total de cinco clases, cinco órdenes, ocho familias, nueve géneros y 12 especies para la plataforma continental de la región, así mismo se realizó una lista taxonómica de los equinodermos presentes en la fauna de acompañamiento del camarón en la línea de costa y de la Plataforma Continental de la Región Soconusco, Chiapas, México.

Solís-Marín *et al.* (2014), reportaron que en México se encuentran 643 especies de equinodermos, siendo la clase Ophiuroidea la más rica con 197 especies, la clase Asteroidea contiene 185, la clase Echinoidea 119, la clase Holothuroidea 113 y la clase Crinoidea 29. Mencionan que la región con mayor riqueza de equinodermos es el Golfo de México, seguido del Golfo de California, el Caribe y el Pacífico mexicano.

Así también, Granja-Fernández *et al.* (2015a) y Granja-Fernández *et al.* (2015b) realizaron un listado de la nomenclatura taxonómica actualizada de las especies de equinodermos y ofiuroides del Pacífico mexicano en el que sólo *Diopederma daniana* estaba reportada para la zona costa de Chiapas.

Posteriormente Granja Fernández *et al.* (2016), para seguir contribuyendo al conocimiento de la diversidad de ofiuroides de la región, realizaron un estudio en el que se identificaron en total de tres especies: *Ophiothrix (Ophiothrix) spiculata*, *Ophiactis savignyi* y *Ophiactis simplex*. Concluyeron que *Ophiactis simplex* fue la

especie más ampliamente distribuida y más abundante. Gracias a este estudio, se amplió a cinco especies la lista de especies de ofiuroides presentes en Chiapas.

Rodríguez-Estrada (2016), reportó en un estudio realizado en la región Soconusco a tres especies de ofiuroides: (*Ophiothrix* (*Ophiothrix*) *spiculata*, *Ophiothela mirabilis* y *Ophiactis simplex*, contribuyendo a formar parte del 4.46% de la riqueza de ofiuroides para Puerto Chiapas, de tales especies se reporta a *Ophiothela mirabilis* como nuevo registro para el área de estudio.

La mayoría de los estudios anteriores sobre equinodermos fueron realizados en forma de listado, a excepción de Granja Fernández et al, (2016) quien se enfocó en un análisis univariado (MDS) y otros más de diversidad taxonómica, Δ , y distinción taxonómica, Δ^* , a comparación de los muchos otros autores quienes elaboran análisis tradicionales tales como riqueza de especies (D de Margalef), uniformidad (J de Pielou) o la diversidad de especies de Shannon (H'). Lo cual conlleva a continuar efectuando este tipo de análisis para obtener nuevos y mejores resultados sobre las comunidades de equinodermos que se encuentran en las costas de Oaxaca y Chiapas.

IV. HIPÓTESIS

Los ambientes heterogéneos en las plataformas continentales favorecen una mayor diversidad taxonómica de equinodermos, por lo que se espera que esta sea mayor en la costa de Oaxaca, que presenta fondos rocosos, en comparación a la de la costa de Chiapas, que presenta fondos blandos.

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general:

Describir la composición taxonómica de los equinodermos de las Costas de Chiapas y Oaxaca, así como realizar un análisis comparativo de la composición específica de diversas localidades de dichos estados, con el fin de evaluar la variabilidad en la composición y en la distribución de las especies.

5.2 Objetivos específicos:

- Actualizar el listado taxonómico y su similitud de los equinodermos de localidades de los estados de Oaxaca y Chiapas
- Comparar la riqueza, distinción taxonómica y similitud de las comunidades de equinodermos entre localidades (Costas de Chiapas y Oaxaca).
- Examinar si las distinciones taxonómicas de la ecorregión Pacífico centroamericano se diferencian de la ecorregión del Pacífico transicional mexicano.
- Comparar la diversidad taxonómica de Puerto Madero con el resto de las localidades.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio

Las costas de Oaxaca y Chiapas pertenecen al Sur Pacífico mexicano, con una extensión territorial de 232, 444 km². Limita al norte con las zonas Centro Occidente, Centro Sur y del Golfo de México; al este colinda con Guatemala; al sur y oeste limita con el Océano Pacífico. La Plataforma continental de Oaxaca y Chiapas (Figura 2 y) se divide en dos regiones: una que comprende la mayor parte del Golfo de Tehuantepec (desde Salinas del Marqués, Oaxaca, al Río Suchiate, Chiapas), que se caracteriza por una plataforma continental amplia de fondos blandos, y otra de escasa plataforma continental principalmente de litoral rocoso correspondiente a la parte oeste de la costa de Oaxaca, a partir de Salinas del Marqués hasta Puerto Ángel (Lara-Lara *et al.*, 2008).

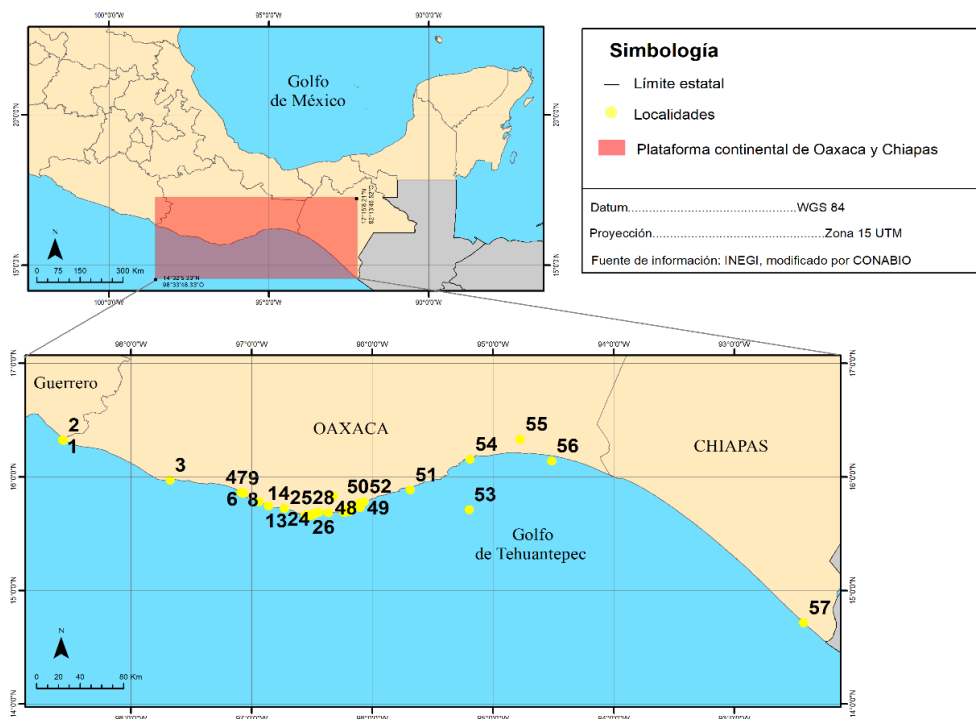


Figura 2. Plataforma continental de Oaxaca y Chiapas. (Editado por Peña-Lara Víctor Alexis)

Las ecoregiones marinas de México nivel I agrupan grandes masas y corrientes de agua, mares encerrados y regiones con temperatura marina similar. En nuestro país se localizan ocho ecoregiones marinas, siendo el Pacífico Transicional Mexicano, el Pacífico Sudcaliforniano y el Golfo de México Sur las más extensas (SEMARNAT-Atlas/Biodiversidad, 2015).

La plataforma continental de Oaxaca y Chiapas se encuentra dividida en dos ecoregiones, la del Pacífico transicional mexicano que abarca desde los límites de Baja California Sur-Jalisco hasta Tangolunda, Oaxaca y la del Pacífico centroamericano, que abarca desde Tangolunda, Oaxaca hasta Perú (Brigs, 1966). En este estudio se analizaron para el Pacífico transicional mexicano, 27 localidades ubicadas en Oaxaca (de la 1 a la 27) y 30 localidades del Pacífico centroamericano, ubicadas desde Tangolunda, Oaxaca hasta Puerto Madero, Chiapas (de la 28 a la 57) (Figura 3). Las abreviaciones de dichas localidades se muestran en el Cuadro 1.

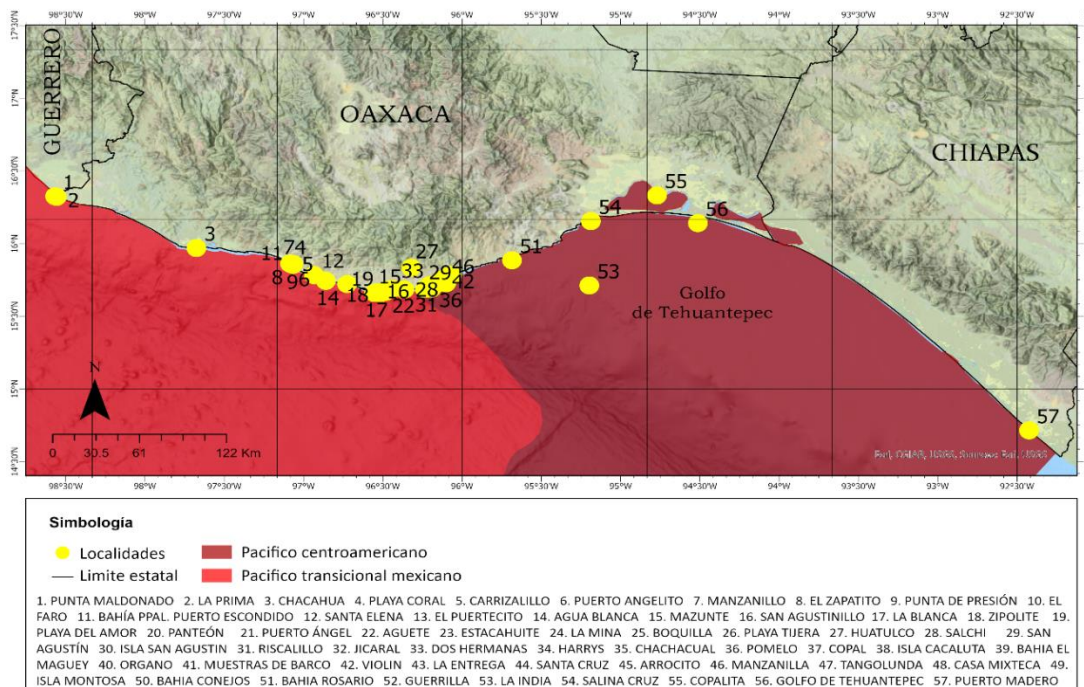


Figura 3. Ecoregiones de la plataforma continental de Oaxaca y Chiapas. (Editado por Peña-Lara Víctor Alexis)

Cuadro 1. Abreviaciones de las localidades de Oaxaca y Chiapas

Localidades	Abreviaciones	Localidades	Abreviaciones	Localidades	Abreviaciones
La Mina	LMI	Manzanillo	MAN	San Agustín	SAGU
Isla Montosa	IMO	Riscalillo	RIS	Zipolite	ZIP
Puerto Angel	PUA	Bahía ppal. Puerto Escondido	BPE	Isla San Agustín	ISA
Estacahuite	EST	La Blanca	LBL	Santa Cruz	SCRU
Santa Elena	SEL	Isla Cacaluta	ICA	Arrocito	ARR
Panteón	PAN	Agua Blanca	ABL	Tangolunda	TAN
Punta Maldonado	PMA	Boquilla	BOQ	Bahía Rosario	BRO
Playa Tijera	PTI	Bahía Conejos	BCO	Manzanilla	MANZ
San Agustín	SAG	El Puertecito	EPU	El Zapatito	EZA
Salchi	SAL	Huatulco	HUA	Guerrilla	GUE
Salina Cruz	SCR	Organo	ORG	Copalita	COPA
Golfo de Tehuantepec	GDT	Pomelo	POM	El Faro	EFA
Muestras de barco	MDB	Agete	AGE	Punto de Presión	PDP
La Entrega	LEN	Bahía el Maguey	BEM	Carrizalillo	CAR
Puerto Angelito	PANG	Playa del amor	PDA	Harrys	HAR
Casa Mixteca	CMI	Copal	COP	Playa Coral	PCO
Jicaral	JIC	Dos Hermanas	DHE	La Prima	LPR
Chachacual	CHA	Puerto Madero	PUM	Violín	VIO
Mazunte	MAZ	Chacahua	CHAC	La india	LIN

6.2. Análisis de datos

Con la finalidad de conocer la biodiversidad y distribución de los equinodermos de los estados de Oaxaca y Chiapas, se construyó una base de datos (lista de referencia principal) a partir de literatura científica y de difusión gris (Benítez-Villalobos *et al.*, 2008; Granja-Fernández y López-Pérez, 2012; Granja-Fernández *et al.*, 2015a; Granja-Fernández *et al.*, 2015b y Rodríguez-Estrada, 2016), revisión de organismos depositados en la Colección de Equinodermos y Colección de Referencia del Laboratorio de Sistemática de Invertebrados Marinos, y la base de datos propia de la Universidad del Mar, Puerto Ángel, Oaxaca.

Con los datos obtenidos se generó una lista sistemática. Para estimar en qué medida la riqueza de especies observada de equinodermos para Oaxaca y Chiapas está completa, se construyeron curvas de acumulación de especies mediante los estimadores no paramétricos Chao2, Jackknife 1 y Jackknife 2 para determinar el número representativo de las especies durante el estudio.

La comparación de la estructura de la comunidad de equinodermos se evaluó con los datos obtenidos de la base de datos de la colección de equinodermos de la UMAR y literatura seleccionada.

La riqueza específica se evaluó acumulando el número total de especies presentes en cada localidad. Además, se determinó el índice de distinción taxonómica promedio (Δ^+ , DTP; Clarke y Warwick, 1998), el cual evalúa la riqueza junto con la distancia taxonómica entre cada par de especies, definida a través de un árbol de clasificación Linneana y que actúa como indicador cualitativo. Cada nivel jerárquico taxonómico recibe un valor discreto y proporcional dentro de una escala de 100 unidades, dependiendo del número de niveles empleados. Adicionalmente se utilizara el índice de la variación de la distinción taxonómica (Δ^+ , VarDT; Clarke y Warwick, 2001) el cual es la variación de las distancias entre cada par de especies y refleja el desnivel del árbol taxonómico y mide como se encuentran representadas las especies.

El cálculo de la diversidad taxonómica se realizará con el programa PRIMER
6.0. Estos índices son:

$$1. \Delta^+ = 2 \frac{\sum_{i < j} W_{ij} n_i n_j}{S(S-1)}$$

$$2. \Lambda^+ = 2 \frac{[\sum_{i < j} [W_{ij} n_i n_j - \Delta^+]^2]}{S(S-1)}$$

Donde Δ^+ es la distinción taxonómica promedio, Λ^+ es la variación de la distinción taxonómica, $n =$ es la abundancia de las especies, S es la riqueza de especies, W_{ij} es la diferencia de peso resultante de la longitud de la rama entre las especies a través de un árbol taxonómico.

La similitud de especies y clases se estimó con el coeficiente de Bray-Curtis, usando matrices de presencia-ausencia de todas las localidades. Para ello, se utilizó el método de escalamiento multi-dimensional no métrico (Multi-Dimensional Scaling; nMDS) y un análisis de clasificación (cluster) para detectar patrones de similitud en la composición de las comunidades. La identificación de grupos se hizo con la prueba de perfiles de similitud SIMPROF basada en promedio en 1000 permutaciones y 999 simulaciones con un nivel de significancia de 0.05. Posteriormente, se hizo una superposición de los conglomerados obtenidos en las ordenaciones NMDS y se mencionaron las especies que contribuyeron mayormente a la formación de los mismos, o bien, se comentaron aquellas que tuvieron una mayor contribución a la similitud entre sitios dentro de un mismo grupo. El NMDS y el análisis de clasificación se hicieron con el programa PRIMER v6 (Clarke y Gorley, 2006).

En el análisis de nMDS, las posiciones de los puntos en la figura pueden ser arbitrariamente ubicadas, rotadas o invertidas, ya que lo único que se interpreta es la distancia relativa entre ellos. Esto implica que, al contrario de otras técnicas, los ejes no tienen unidades y tampoco indican el efecto de un factor en particular. La medida de esta distancia se denomina estrés, y se considera que los valores de hasta el 20% muestran una bondad de ajuste adecuada (Clarke y Warwick, 2001).

Además, el nMDS no se limita a la descripción de patrones dentro la comunidad, ya que también puede ser utilizado para relacionar una variable ambiental a la distribución de los sitios de muestreo en el espacio bidimensional y para estimar la severidad de distintos disturbios (Clarke y Warwick, 2001).

Para determinar que localidades presentaban una mayor diversidad taxonómica, estas se agruparon en cuatro puntos estratégicos. Dichos puntos estratégicos se consideran como municipios de importancia, debido a que son los que principalmente impulsan leyes de conservación, por lo tanto se proponen para que se constituyan como herramientas territoriales, sociales y ambientales para la conservación de la diversidad y para la puesta en marcha de modelos socio-económicos sostenibles a través de un turismo más científico. Estos fueron:

- 1) **Puerto Escondido**, que incluye las localidades de Santa Elena, Punta Maldonado, Puerto Angelito, Manzanillo, Bahía Principal, Puerto Escondido, Agua Blanca, El Puertecito, Pomelo, Chachagua, Carrizalillo y Playa Coral.
- 2) **Puerto Ángel**, compuesto por las localidades de La Mina, Puerto Ángel, Estacahuite, Panteón, Playa Tijera, Salchi, Mazunte, La Blanca, Boquilla, Aguete, Playa del amor, San Agustín y Zipolite.
- 3) **Huatulco**, está integrado por Isla Montosa, San Agustín, Muestras de barco, La Entrega, Casa Mixteca, Jicaral, Chachacual, Riscalillo, Isla Cacaluta, Bahía Conejos, Huatulco, Órgano, Bahía el Maguey, Copal, Dos Hermanas, Isla San Agustín, Santa Cruz, Arrocito, Tangolunda, Manzanilla, El Zapatito, Guerrilla, Copalita, El Faro, Punto de Presión, Harrys, La Prima, Violín y La india.
- 4) **Golfo de Tehuantepec**, que incluye a Salina Cruz, Golfo de Tehuantepec, Puerto Madero y Bahía Rosario.

En estas se realizaron también los análisis de cluster, SIMPROF y nMDS descritas anteriormente. Además se realizó un análisis de similitudes (ANOSIM) en cada punto estratégico con la finalidad de identificar las diferencias en las estructuras de las comunidades entre ellos. El valor estadístico de R se basa en la

diferencias de los rangos promedio entre los grupos y dentro de los grupos. Se considera que con valores de $R > 0.75$ existe una separación definida; $R > 0.50$ hay clara diferenciación; $R > 0.25$ hay una separación reducida; $R \sim 0$ implica una separación pequeña o nula (Clarke, 1993; Clarke y Warwick, 2001).

El último paso fue la aplicación de un porcentaje de similitud (SIMPER). El análisis SIMPER calcula la contribución de cada especie (%) a la diferencia entre cada dos grupos. Se calcula a partir de la matriz de disimilitud de Bray-Curtis. Este análisis compara la composición de la comunidad de equinodermos dentro y entre en cada punto estratégico. El porcentaje determina las especies que más contribuyeron a definir el conjunto de la comunidad. En el análisis global se aplicó el procedimiento SIMPER (análisis del porcentaje de similitud) para evaluar la contribución promedio de cada atributo a la similitud y disimilitud entre localidades (Clarke, 1993)

VII. RESULTADOS

7.1. Lista de especies y composición taxonómica

Se observa la lista de especies válidas de equinodermos que han sido registradas en las costas de Oaxaca y Chiapas; los registros se confirman con base en la literatura revisada (Cuadro 2).

Durante el periodo de investigación se registró un total de 97 especies de equinodermos en 56 localidades de las costas de Oaxaca y solo una localidad del estado de Chiapas, distribuyéndose en cuatro clases, 18 órdenes, 38 familias y 68 géneros. La clase Asterozoa se encontró representada por 14 especies, nueve géneros, siete familias y tres órdenes (Figura 4A), la clase Echinozoa por 20 especies, 17 géneros, 10 familias y siete órdenes (Figura 4B), la clase Holothurozoa por 31 especies, 17 géneros, ocho familias y cuatro órdenes (Figura 4C), y por último la clase Ophiurozoa con 32 especies, 24 géneros, 13 familias y cuatro órdenes (Figura 4D).

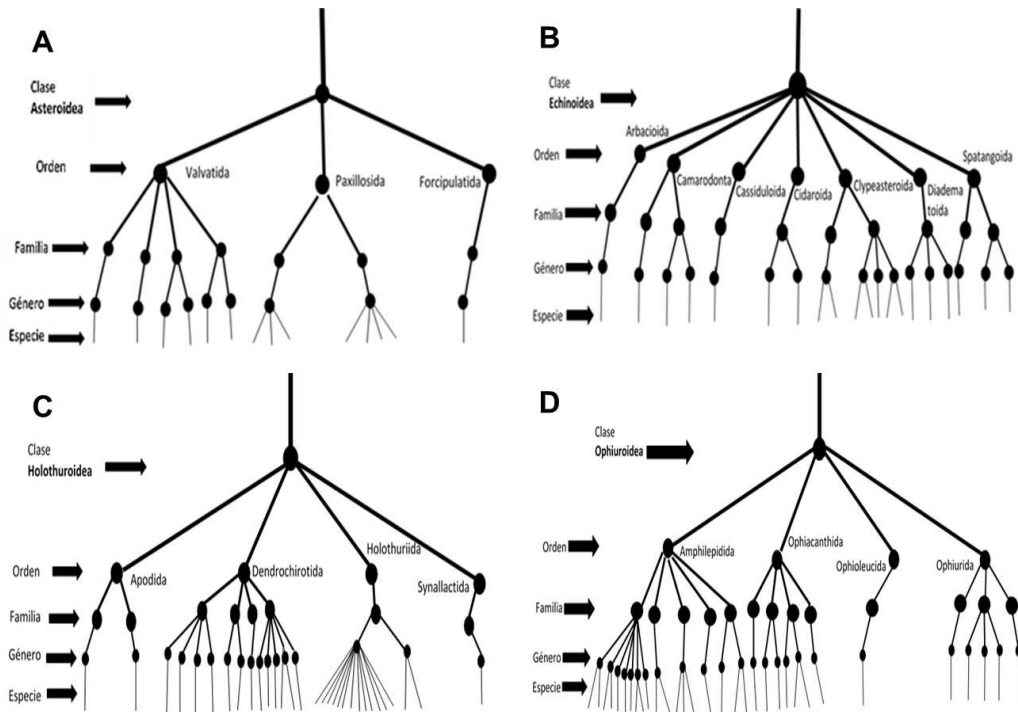


Figura 4. Composición taxonómica de la fauna de equinodermos

Cuadro 2. Lista de las especies de equinodermos registrados en las costas de Oaxaca y Chiapas. Abreviaturas: ASK= Alaska, AUS= Australia, CR= Costa Rica, CAL= California, CAN= Canadá, CIR= circumtropical, COS= cosmopolita, EU= Estados Unidos, FB= fondos blandos, GC= golfo de California, HAW= Hawái., IP= Indo-Pacífico, JAP= Japón, MEX= México., NIC= Nicaragua, ND= no definido, PCA= Pacífico centroamericano, POT= Pacífico oriental tropical, PSA= Pacífico sudamericano, PSM= Pacífico sur de México, PTM= Pacífico transicional mexicano

Taxón	Distribución General	Prof. (m)	Referencias
Filo Echinodermata Bruguière, 1791			
Clase Asteroidea de Blainville, 1830			
Familia Asteropeidae Hotchkiss & A.M. Clark, 1976			
<i>Asteropsis carinifera</i> (Lamarck, 1816)	GC, PCA	0-36.5	Benítez-Villalobos et al. (2008a)
Familia Astropectinidae Gray, 1840			
<i>Astropecten armatus</i> Gray, 1840	POT	11-160	Gamboa-Contreras & Tapia-García (1998)
<i>Astropecten ornatissimus</i> Fisher, 1906	CAL-MEX	277-366	Solís-Marín et al. (1993)
<i>Astropecten regalis</i> Gray, 1840	POT	2-20	Gamboa-Contreras & Tapia-García (1998)
Familia Heliasteridae Viguiér, 1879			
<i>Heliaster microbrachius</i> Xantus, 1860	POT	costero	Perrier (1875)
Familia Luidiidae Sladen, 1889			
<i>Luidia columbia</i> (Gray, 1840)	POT	0-55	Gamboa-Contreras & Tapia-García (1998)
<i>Luidia latiradiata</i> (Gray, 1871)	CAN, EU, NIC	FB	Gray (1871)
<i>Luidia superba</i> A.H. Clark, 1917	GC, POT	10-190	Benítez-Villalobos et al. (2008a)
<i>Luidia tessellata</i> Lütken, 1859	MEX, CR	3-114	Benítez-Villalobos et al. (2008a)
Familia Mithrodiidae Viguiér, 1878			
<i>Mithrodia bradleyi</i> Verrill, 1867	GC-POT	14-50	Salcedo-Martínez et al. (1988)
Familia Ophidiasteridae Verrill, 1870			

<i>Pharia pyramidata</i> (Gray, 1840)	POT	0-19	Perrier (1875)
<i>Phataria unifascialis</i> (Gray, 1840)	POT	0-30	Verrill (1867a)
Familia Oreasteridae Fisher, 1908			
<i>Nidorellia armata</i> (Gray, 1840)	POT	0-73	Perrier (1875)
<i>Pentaceraster cumingi</i> (Gray, 1840)	POT, HAW	10-183	Döderlein (1936)
Clase Echinoidea Leske, 1778			
Familia Arbaciidae Gray, 1855			
<i>Arbacia stellata</i> (Blainville, 1825; ?Gmelin, 1791)	GC, PTM	Litoral	Solís-Marín et al. (2014)
Familia Brissidae Gray, 1855			
<i>Metalia spatagus</i> (Linnaeus, 1758)		Litoral	Solís-Marín et al. (2014)
<i>Meoma ventricosa grandis</i> Gray, 1851	GC, PTM	0-100	Agassiz (1863)
Familia Cassidulidae L. Agassiz & Desor, 1847			
<i>Rhyncholampas pacificus</i> (A. Agassiz, 1863)	GC, POT	7-134	Agassiz (1863)
Familia Cidaridae Gray, 1825			
<i>Eucidaris thouarsii</i> (L. Agassiz & Desor, 1846)	POT	0-150	Clark, H.L. (1940)
<i>Hesperocidaris asteriscus</i> H.L. Clark, 1948	POT	2-183	Caso (1978a)
Familia Clypeasteridae L. Agassiz, 1835			
<i>Clypeaster europacificus</i> H.L. Clark, 1914	POT	0-402	Grant & Hertlein (1938)
<i>Clypeaster rotundus</i> (A. Agassiz, 1863)	POT	0-91	Agassiz (1863)
Familia Diadematidae Gray, 1855			
<i>Astropyga pulvinata</i> (Lamarck, 1816)	POT	0-90	Grant & Hertlein (1938)
<i>Diadema mexicanum</i> A. Agassiz, 1863	POT	0-133	Agassiz (1863)
Familia Echinometridae Gray, 1855			
<i>Echinometra vanbrunti</i> A. Agassiz, 1863	CAL-POT	0-53	Agassiz (1863)
Familia Mellitidae Stefanini, 1912			
<i>Encope grandis</i> L. Agassiz, 1841	POT	Litoral	Solís-Marín et al. (2014)
<i>Encope micropora</i> L. Agassiz, 1841	POT	0-82	Grant & Hertlein (1938)
<i>Lanthonia longifissa</i> (Michelin, 1858)	GC, POT	5-60	Agassiz (1872)

<i>Mellita quinquiesperforata</i> (Leske, 1778)	PCA	Litoral	
<i>Mellita notabilis</i> H.L. Clark, 1947	PCA	FB	Caso (1980)
Familia Prenasteridae Lambert, 1905			
<i>Agassizia scrobiculata</i> Valenciennes, 1846	GC, POT	0-220	Benítez-Villalobos et al. (2008a)
Familia Toxopneustidae Troschel, 1872			
<i>Toxopneustes roseus</i> (A. Agassiz, 1863)	POT	0-55	Agassiz (1863)
<i>Tripneustes depressus</i> A. Agassiz, 1863	GC, POT	0-73	Benítez-Villalobos et al. (2008a)
Familia Urechinidae Duncan, 1889			
Clase Holothuroidea Selenka, 1867			
Familia Chiridotidae Öestergren, 1898			
<i>Chiridota aponocrita</i> A.H. Clark, 1920	GC-PCA	9-4,755	Honey-Escandón et al. (2008)
Familia Cucumariidae Ludwig, 1894			
<i>Cucumaria flamma</i> Solís-Marín & Laguarda-Figueras, 1999	POT	6-33	Solís-Marín & Laguarda-Figueras (1999)
<i>Neocucumis veleronis</i> (Deichmann, 1941)	GC, PCA	Litoral	Sánchez-Alonzo et al. (2021)
<i>Pseudocnus californicus</i> (Semper, 1868)	EU, GC, POT	0-22	Deichmann (1938)
<i>Trachythyone peruana</i> (Semper, 1868)	GC, POT	42	Deichmann (1941)
Familia Holothuriidae Burmeister, 1837			
<i>Holothuria (Cystipus) inhabilis</i> Selenka, 1867	AUS, HAW, GC, POT	15.5-85	Caso (1965)
<i>Holothuria (Cystipus) rigida</i> (Selenka, 1867)	IP, POT	0-22	Caso (1965)
<i>Holothuria (Halodeima) inornata</i> Semper, 1868	GC, POT	0-18	Caso (1957)
<i>Holothuria (Halodeima) kefersteinii</i> (Selenka, 1867)	POT	0-18	Selenka (1867)
<i>Holothuria (Mertensiothuria) hilla</i> Lesson, 1830	COS	0-61	Deichmann (1958)
<i>Holothuria (Platyperona) difficilis</i> Semper, 1868	COS	0-100	Caso (1965)
<i>Holothuria (Selenkothuria) lubrica</i> Selenka, 1867	POT	0-10	Selenka (1867)
<i>Holothuria (Selenkothuria) portovallartensis</i> Caso, 1954	POT	1-3	Deichmann (1958)
<i>Holothuria (Selenkothuria) theeli</i> (Deichmann, 1938)	GC, POT	Litoral	Zamorano & Leyte-Morales (2005a)
<i>Holothuria (Semperothuria) imitans</i> Ludwig, 1875	POT	0-22	Deichmann (1958)

<i>Holothuria (Stauropora) fuscocinerea</i> Jaeger, 1833	COS	0-130	Zamorano & Leyte-Morales (2005a)
<i>Holothuria (Thymiosycia) arenicola</i> Semper, 1868	COS	0-121	Deichmann (1938)
<i>Holothuria (Thymiosycia) impatiens</i> (Forskål, 1775)	CIR	0-67	Deichmann (1937)
<i>Labidodemas americanum</i> Deichmann, 1938	GC, POT	0-16	Honey-Escandón et al. (2008)
<i>Labidodemas maccullochi</i> (Deichmann, 1958)	GC, POT	8-18	Caso (1965)
Familia Phyllophoridae Östergren, 1907			
<i>Pentamera chierchiae</i> (Ludwig, 1886)	POT	0-40	Deichmann (1938)
<i>Thyone bidentata</i> Deichmann, 1941	GC, POT	12-30	Deichmann (1941)
Familia Psolidae Burmeister, 1837			
<i>Lissothuria ornata</i> Verrill, 1867	POT	0-36	Deichmann (1938)
Familia Sclerodactylidae Panning, 1949			
<i>Apentamera lepra</i> (Deichmann, 1941)	GC	Litoral	Sánchez-Alonzo et al. (2021)
<i>Afrocucumis ovulum</i> (Selenka, 1867)	POT	Litoral	Selenka (1867)
<i>Neopentamera anexigua</i> Deichmann, 1941	GC, PSM	8-12	Honey-Escandón et al. (2008)
<i>Neothyone gibber</i> (Selenka, 1867)	GC, POT	0-50	Deichmann (1938)
<i>Neothyone gibbosa</i> Deichmann, 1941	GC, POT	0-50	Deichmann (1941)
<i>Pachythyone lugubris</i> (Deichmann, 1939)	GC	10-40	Honey-Escandón et al. (2008)
Familia Stichopodidae Haeckel, 1896			
<i>Isostichopus fuscus</i> (Ludwig, 1875)	POT	0-37	Deichmann (1937)
Familia Synaptidae Burmeister, 1837			
<i>Epitomapta tabogae</i> (Heding, 1928)	POT	Litoral	Sánchez-Alonzo et al. (2021)
Clase Ophiuroidea Gray, 1840			
Familia Amphiuridae Ljungman, 1867			
<i>Amphichondrius granulatus</i> (Lütken & Mortensen, 1899)	EU-POT	0-186	Clark, H.L. (1940)
<i>Amphichondrius laevis</i> Ziesenhene, 1940	EU-POT	3-1,375	Ziesenhene (1940)
<i>Amphiodia (Amphispina) urtica</i> (Lyman, 1860)	IP, POT	ND	Clark, H.L. (1940)
<i>Amphiodia sculptilis</i> Ziesenhene, 1940	GC, POT	0-101	Ziesenhene (1940)
<i>Amphipholis squamata</i> (Delle Chiaje, 1828)	COS	0-1,130	Salcedo-Martínez et al. (1988)

<i>Amphiura seminuda</i> Lütken & Mortensen, 1899	PTM	1,559	Luke (1982)
<i>Ophiocnida hispida</i> (Le Conte, 1851)	EU, GC, POT	0-794	Honey-Escandón et al. (2008)
<i>Ophiophragmus marginatus</i> (Lütken, 1856)	GC, PTM	ND	Caso (1986)
<i>Ophiophragmus papillatus</i> Ziesenhenné, 1940	PSM	ND	Ziesenhenné (1940)
<i>Silax daleus</i> (Lyman, 1879)	PCA	Litoral	MR Granja-Fernández et al. (2012)
Familia Astrophiuridae Sladen, 1879			
<i>Ophiomisidium leurum</i> Ziesenhenné, 1940	POT	82-137	Ziesenhenné (1940)
Familia Ophiacanthidae Ljungman, 1867			
<i>Ophiacantha cosmica</i> (Lyman, 1878)	PCA	Litoral	MR Granja-Fernández et al. (2012)
Familia Ophiactidae Matsumoto, 1915			
<i>Ophiactis savignyi</i> (Müller & Troschel, 1842)	COS	0-518	Lütken & Mortensen (1899)
<i>Ophiactis simplex</i> (Le Conte, 1851)	EU-POT	0-302	Salcedo-Martínez et al. (1988)
Familia Ophiernidae O'Hara, Stöhr, Hugall, Thuy & Martynov, 2018			
<i>Ophiernus seminudus</i> Lütken & Mortensen, 1899	POT	840-4,082	Clark, H.L. (1915)
Familia Ophiocomidae Ljungman, 1867			
<i>Ophiocoma aethiops</i> Lütken, 1859	POT	0-30	Verrill (1867a)
<i>Ophiocomella alexandri</i> Lyman, 1860	POT	1-70	Lyman (1860)
Familia Ophiodermatidae Ljungman, 1867			
<i>Diopederma daniana</i> (Verrill, 1867)	PCA	7-137	Clark, H.L. (1940)
<i>Ophioderma panamense</i> Lütken, 1859	CAL-POT	0-183	Verrill (1867a)
<i>Ophioderma teres</i> (Lyman, 1860)	CAL-POT	0-46	Verrill (1867b)
Familia Ophiolepididae Ljungman, 1867			
<i>Ophiolepis fulva</i> H.L. Clark, 1940	PSM	0-15	Clark, H.L. (1940)
<i>Ophiolepis pacifica</i> Lütken, 1856	GC, POT	0-18	Caso (1951)
<i>Ophiolepis variegata</i> Lütken, 1856	POT	0-102	Clark, H.L. (1940)
Familia Ophionereididae Ljungman, 1867			
<i>Ophionereis annulata</i> (Le Conte, 1851)	CAL-PCA	0-229	Clark, H.L. (1915)

Familia Ophiopyrgidae Perrier, 1893			
<i>Ophiuroglypha plana</i> (Lütken & Mortensen, 1899)	GC, POT	Litoral	MR Granja-Fernández et al. (2012)
<i>Stegophiura ponderosa</i> (Lyman, 1878)	ASK, GC, JAP	73-1,436	Luke (1982)
Familia Ophiosphalmidae O'Hara, Stöhr, Hugall, Thuy & Martynov, 2017			
<i>Ophiosphalma glabrum</i> (Lütken & Mortensen, 1899)	POT	878-5,023	Luke (1982)
Familia Ophiotomidae Paterson, 1985			
<i>Ophiotoma paucispina</i> (Lütken & Mortensen, 1899)	IP, POT	ND	Lütken & Mortensen (1899)
Familia Ophiothrixidae Ljungman, 1867			
<i>Ophiothela mirabilis</i> Verrill, 1867	GC, POT	5-170	Honey-Escandón et al. (2008)
<i>Ophiothrix (Ophiothrix) rudis</i> Lyman, 1874	PTM	0-64	Caso (1951)
<i>Ophiothrix (Ophiothrix) spiculata</i> Le Conte, 1851	CAL-POT	0-2,059	Clark, H.L. (1915)
Familia Ophiuridae Müller & Troschel, 1840			
<i>Ophiuroglypha irrorata</i> (Lyman, 1878)	COS	137-5,869	Luke (1982)

7.2. Riqueza observada

De acuerdo a la investigación realizada se logró registrar alrededor del 77% de la riqueza de especies presente en las costas de Oaxaca y Chiapas.

Las curvas de acumulación de especies presentaron una tendencia asintótica, en donde los estimadores no paramétricos Jackknife 1 y Jackknife 2 alcanzaron valores de 130 y 145 especies. El valor de riqueza observada (97) no se observó tan cercano al valor esperado (125) (Figura 5).

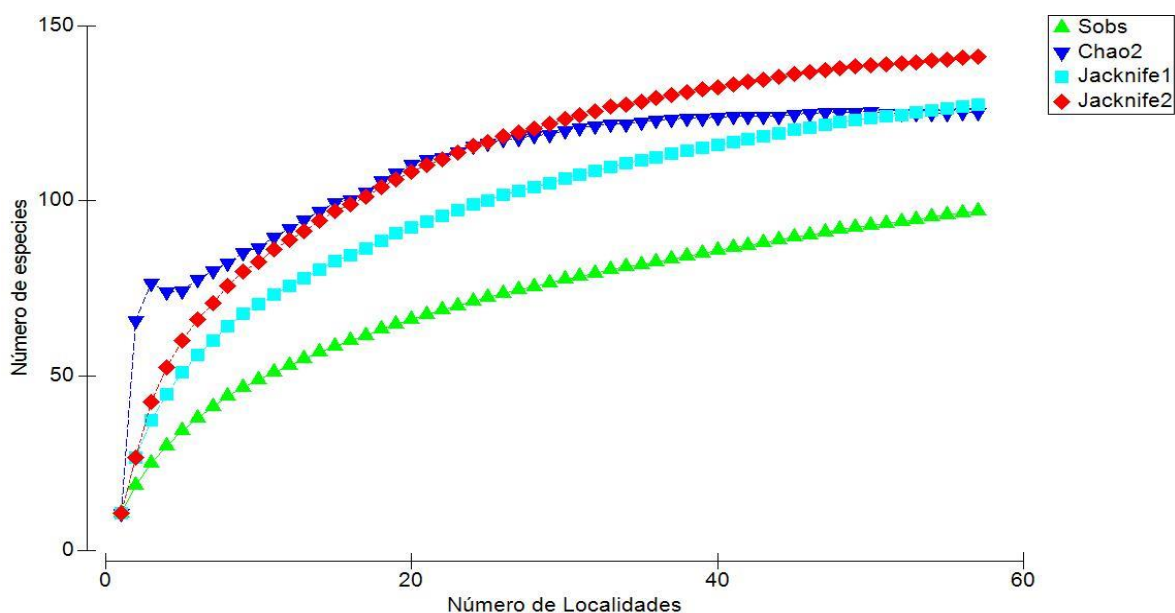


Figura 5. Curvas de acumulación de especies. Sobs = Riqueza observada. Estimadores no paramétricos: Chao 2, Jackknife 1 y Jackknife 2

7.3. Variación espacial de la distinción taxonómica

En las figuras de la distinción taxonómica promedio o delta (Δ^+) y el índice de variación de la distinción taxonómica o lambda (Λ^+), se muestra el promedio (línea punteada) y los intervalos de confianza de 95% (líneas continuas) para 999 permutaciones de pares aleatorias de la lista completa de especies.

El índice de distinción taxonómica promedio o delta (Δ^+) mostró localidades que se ubicaron sobre y debajo de la distribución esperada (77) y 24 localidades debajo del límite inferior de la distribución (Figura 6). En el árbol taxonómico se encontró la localidad con mayor riqueza de especies y una diversidad taxonómica cercana al valor esperado en Estacahuite con 38 especies de equinodermos y las menos diversas fueron San Agustín y Bahía Rosario con una especie. Las localidades con mayor distinción taxonómica promedio fueron Riscalillo, El Puertecito y Playa Tijera, mientras que las de menor distinción taxonómica promedio fueron Santa Cruz y Zipolite.

Por otra parte en el índice de variación de la distinción taxonómica o lambda (Λ^+), la mayoría de las localidades se encuentran por arriba y debajo de la distribución esperada (150), a excepción de ocho que sobrepasan el límite posterior de la distribución (Figura 7).

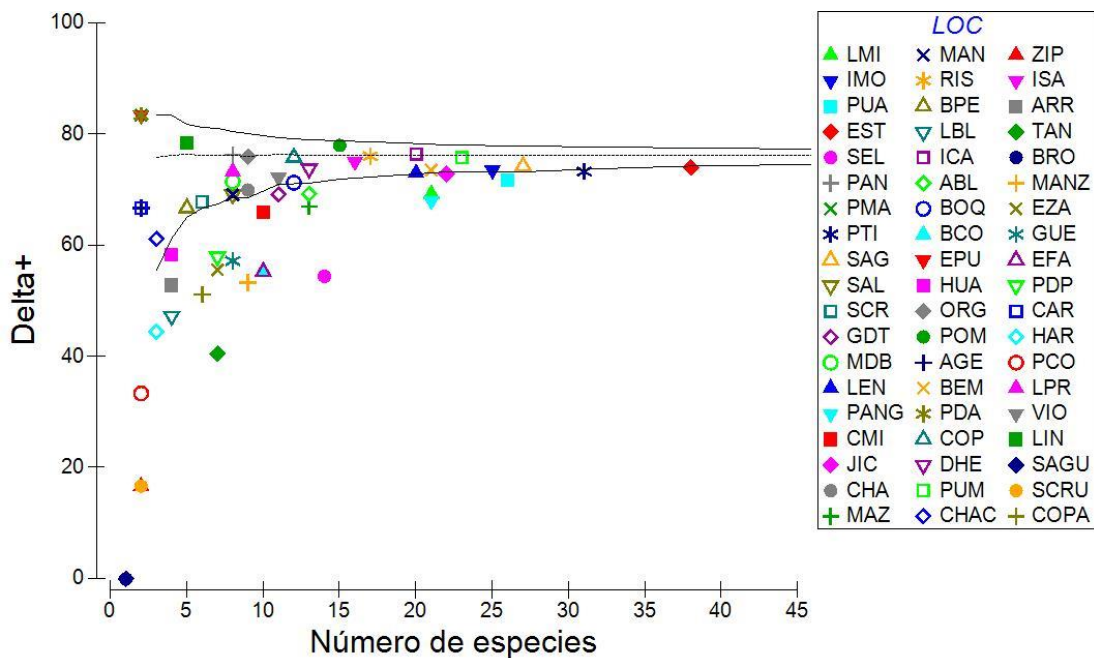


Figura 6. Relación de los valores del Índice de distinción taxonómica promedio o delta (Δ^+) general y la riqueza específica de los equinodermos de Oaxaca y Chiapas

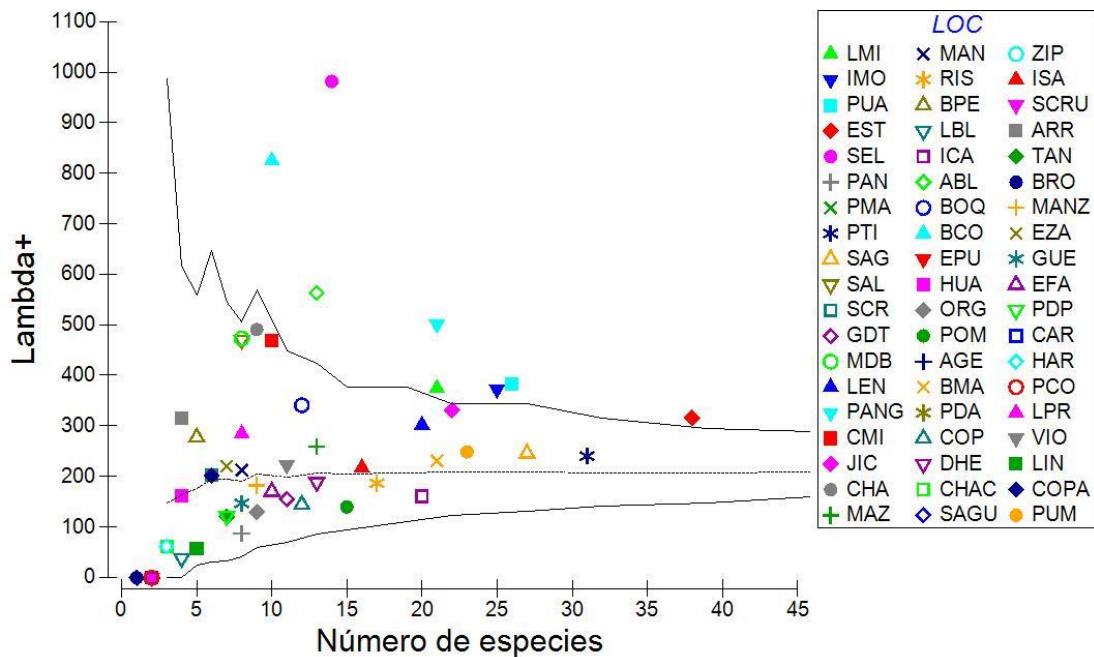


Figura 7. Relación de los valores del Índice de variación de la distinción taxonómica o lambda (Λ^+) general y la riqueza específica de los equinodermos de Oaxaca y Chiapas.

7.3.1. Variación espacial de la distinción taxonómica de Asteroideos

El índice de distinción taxonómica delta (Δ^+) mostró 15 localidades por debajo del límite inferior de la distribución esperada (56) (Figura 8). No obstante, la localidad con mayor riqueza taxonómica fue Puerto Madero con seis especies de asteroideos; sin embargo las localidades con mayor distinción taxonómica promedio fueron Golfo de Tehuantepec y Estacahuite, mientras que las de menor distinción taxonómica promedio fueron Riscalillo, Isla Cacaluta, Pomelo, Bahía el Maguey, Puerto Ángel, La Mina, Violín y La Prima que coinciden con una riqueza taxonómica de dos especies al igual que el Golfo de Tehuantepec y Playa Tijera.

El índice de variación de la distinción taxonómica lambda (Λ^+) sólo dos localidades se encuentran por arriba de la distribución esperada (240) y trece por debajo del límite inferior de la distribución (Figura 9). Aunque ninguna localidad se encuentra dentro del embudo (funnel).

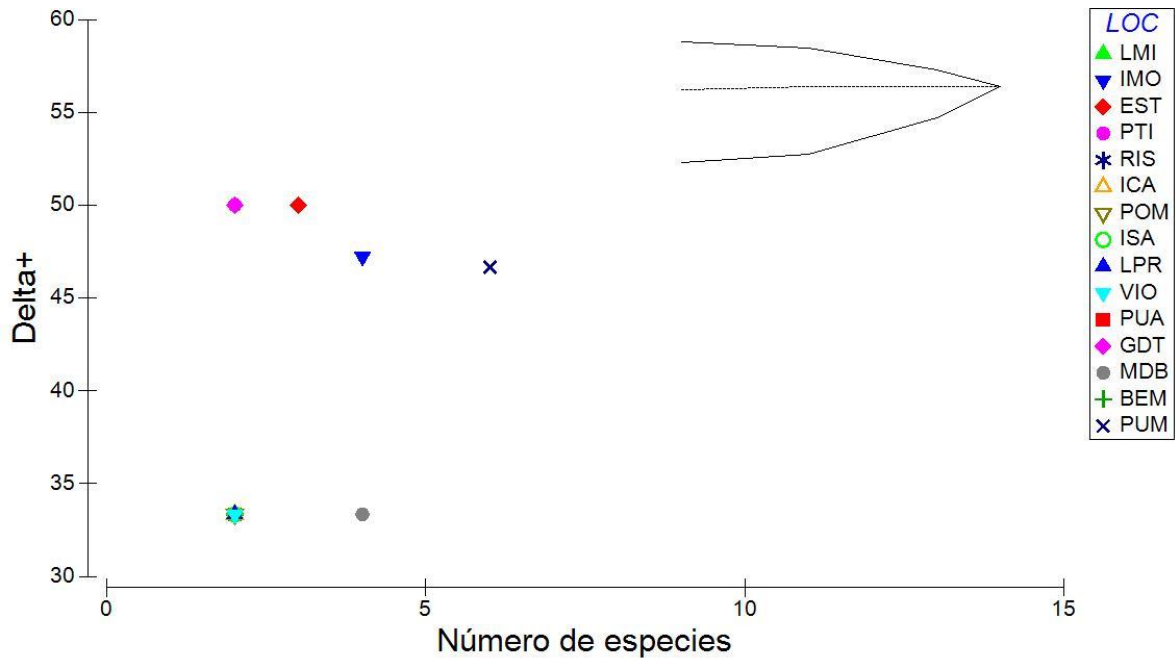


Figura 8. Relación de los valores del Índice de distinción taxonómica promedio o delta (Δ^+) y la riqueza específica de los asteroideos de Oaxaca y Chiapas.

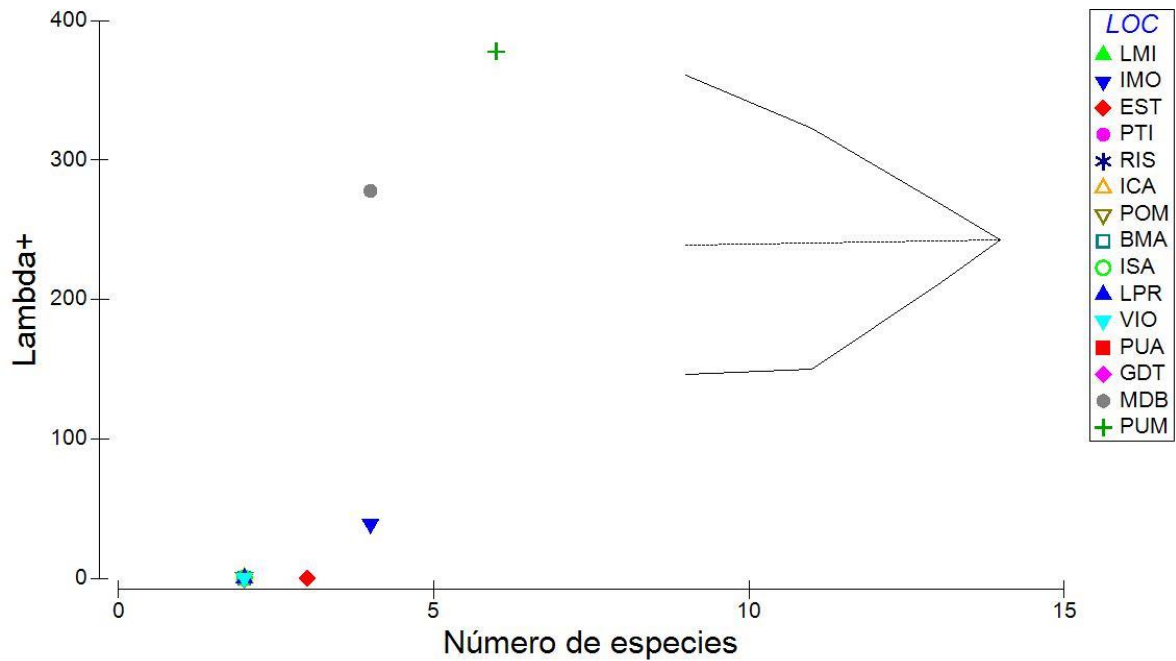


Figura 9. Relación de los valores del Índice de variación de la distinción taxonómica o lambda (Λ^+) general y la riqueza específica de los asteroideos de Oaxaca y Chiapas.

7.3.2. Variación espacial de la distinción taxonómica de Equinoideos

El índice de distinción taxonómica delta (Δ^+) mostró 22 localidades dentro de los límites de la distribución esperada (62) y uno por debajo del límite inferior (Figura 10). La localidad más diversa fue Puerto Madero con nueve especies de equinoideos, aunque presentó un valor de distinción taxonómica por debajo del límite inferior. Las localidades con mayor distinción taxonómica promedio fueron Pomelo, La India, La entrega, Violín y Puerto Angelito mientras que la de menor distinción taxonómica promedio fue Puerto Ángel que también cuenta con una riqueza taxonómica de dos especies al igual que Playa Tijera, Muestras de barco, Puerto Angelito, Agua Blanca, Órgano, Dos Hermanas, La Prima y Violín.

En el índice de variación de la distinción taxonómica lambda (Λ^+) sólo una localidad se encuentra por arriba de la distribución esperada (80) y veintiuno dentro de los límites de la distribución (Figura 11).

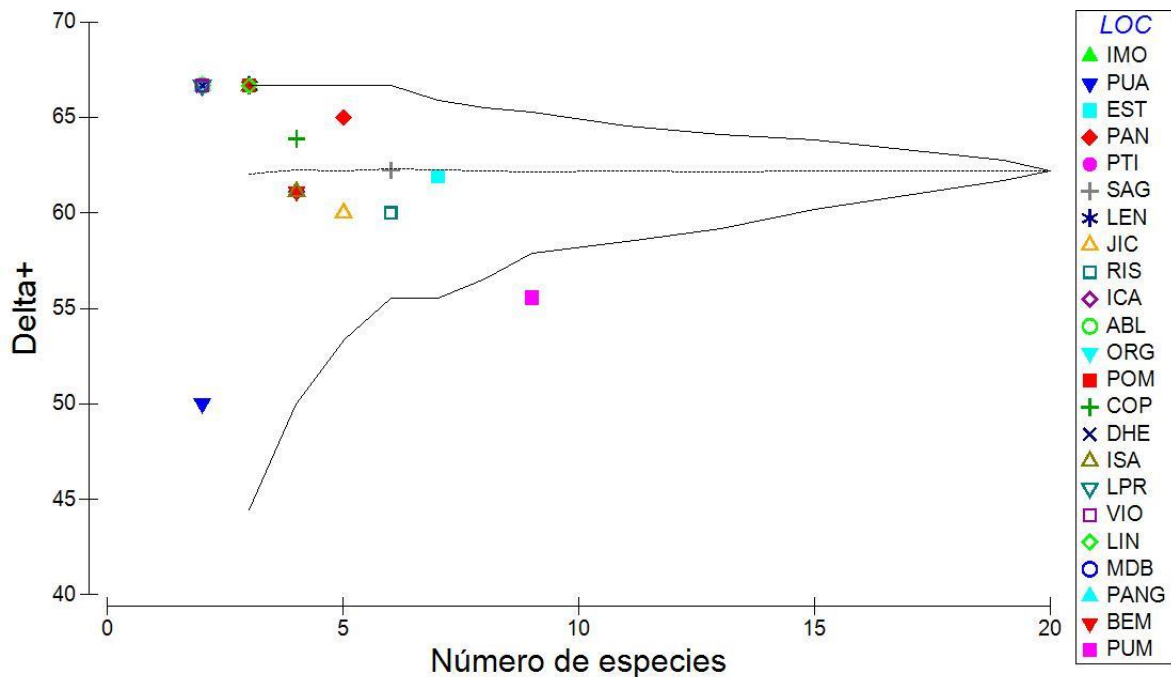


Figura 10. Relación de los valores del Índice de distinción taxonómica promedio o delta (Δ^+) y la riqueza específica de los equinoideos de Oaxaca y Chiapas.

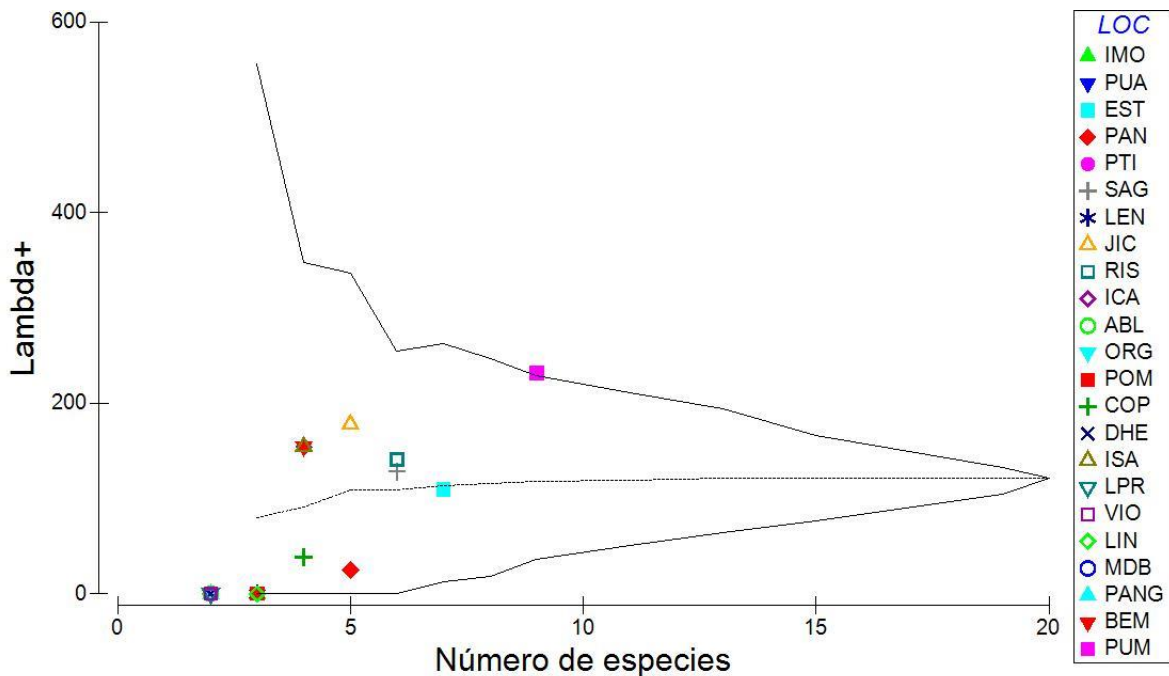


Figura 11. Relación de los valores del Índice de variación de la distinción taxonómica o lambda (Λ^+) general y la riqueza específica de los equinoideos de Oaxaca y Chiapas.

7.3.3. Variación espacial de la distinción taxonómica de los Holoturoideos

El índice de distinción taxonómica delta (Δ^+) mostró 26 localidades dentro de los límites de la distribución esperada (52) y ocho por debajo del límite inferior (Figura 12). Las localidades más diversas taxonómicamente fueron Playa Tijera y Estacahuite con 16 especies de holoturoideos, aunque éste último tuvo un valor de distinción taxonómica promedio por debajo del valor esperado. Las localidades con mayor distinción taxonómica promedio fueron Mazunte, Isla San Agustín, Órgano, Copal, Agete, Riscalillo, Salchi, Panteón y Manzanillo mientras que las de menor distinción taxonómica promedio fueron La India, Playa del Amor, El Puertecito y Bahía principal Puerto Escondido, contando con la menor diversidad taxonómica de con una especie.

En el índice de variación de la distinción taxonómica lambda (Λ^+) dos localidades se encuentran por arriba de la distribución esperada (210), 28 dentro de los límites y cuatro por debajo de los límites inferiores de la distribución, (sobresaliendo Jicaral y Agua blanca con cinco especies, y Puerto Angelito con siete

especies), pero el valor de la variación de la distinción taxonómica fue cero, debido a que todas las especies, son del mismo género, *Holothuria* (Figura 13).

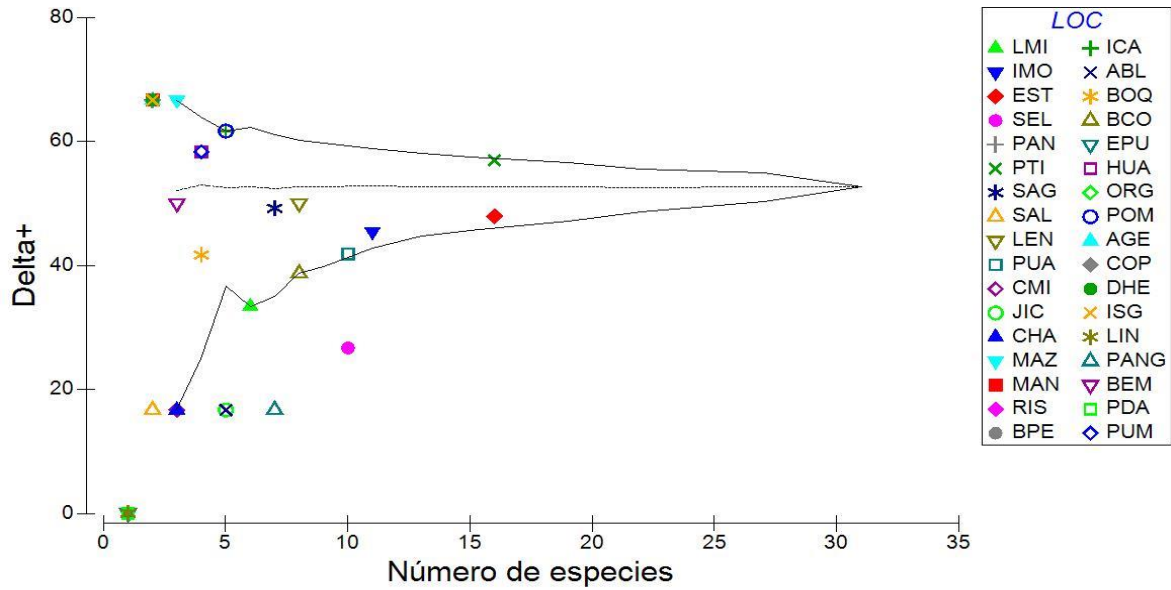


Figura 12. Relación de los valores del Índice de distinción taxonómica promedio o delta (Δ^+) y la riqueza específica de los holoturoideos de Oaxaca y Chiapas.

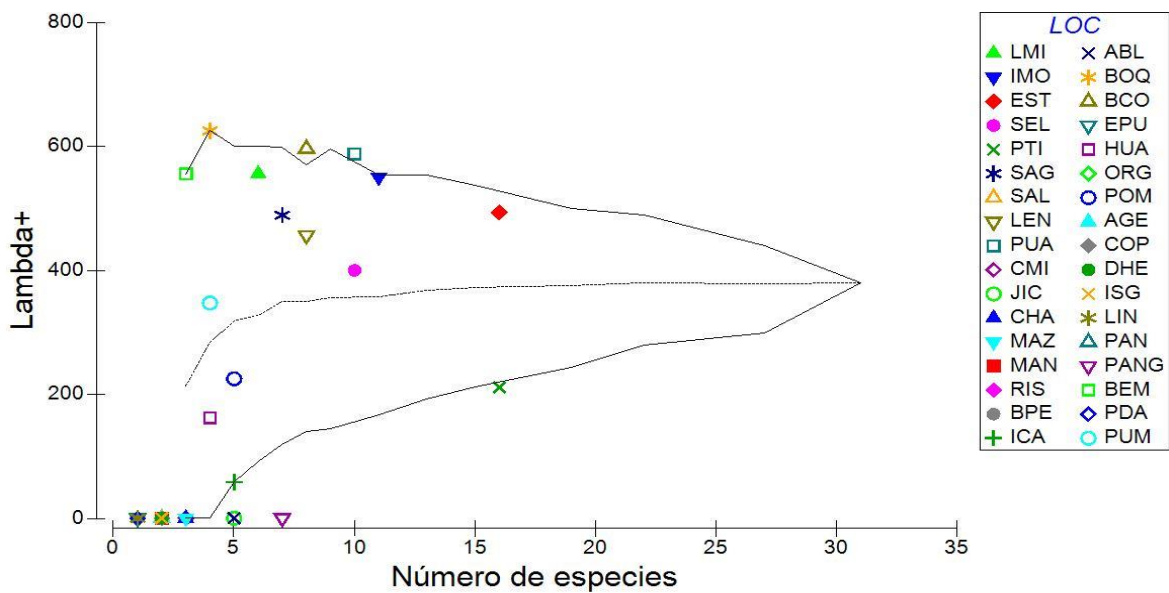


Figura 13. Relación de los valores del Índice de variación de la distinción taxonómica o lambda (Λ^+) general y la riqueza específica de los holoturoideos de Oaxaca y Chiapas.

7.3.4. Variación espacial de la distinción taxonómica de los Ofiuroideos:

El índice de distinción taxonómica delta (Δ^+) mostró 39 localidades dentro de los límites de la distribución esperada (57), tres por debajo del límite inferior y una arriba del límite posterior (Figura 14). Las localidades más diversas fueron San Agustín y La Mina con 13 especies de ofiuroideos. Las localidades con mayor distinción taxonómica promedio fueron Bahía Conejos, Carrizalillo y Muestras de Barco; Santa Cruz, Playa Coral y Zipolite son las de menor distinción taxonómica promedio, contando con la menor diversidad taxonómica de dos especies.

En el índice de variación de la distinción taxonómica lambda (Λ^+) solo una localidad se encuentra por arriba de la distribución esperada (90) y cuarenta y tres dentro de los límites de la distribución (Figura 15). Seis localidades tuvieron valores de cero en el índice de variación de la distinción taxonómica lambda (Muestras de Barco, Bahía Conejos, Zipolite, Santa Cruz, Carrizalillo y Playa Coral).

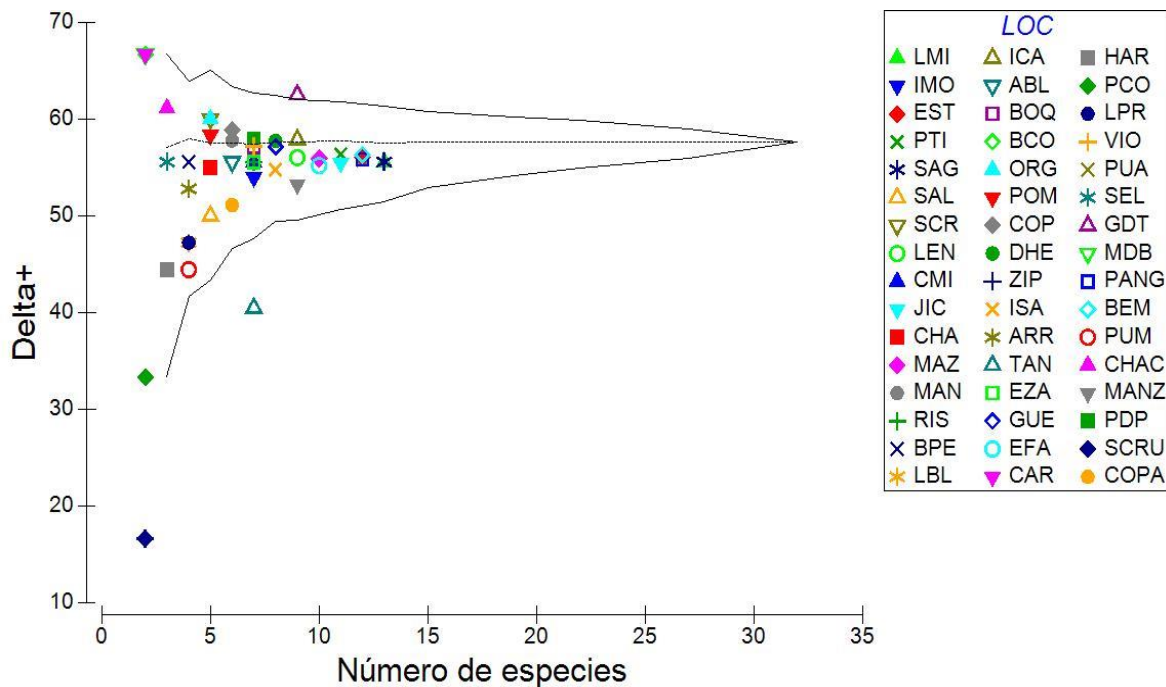


Figura 14. Relación de los valores del Índice de distinción taxonómica promedio o delta (Δ^+) y la riqueza específica de los ofiuroideos de Oaxaca y Chiapas.

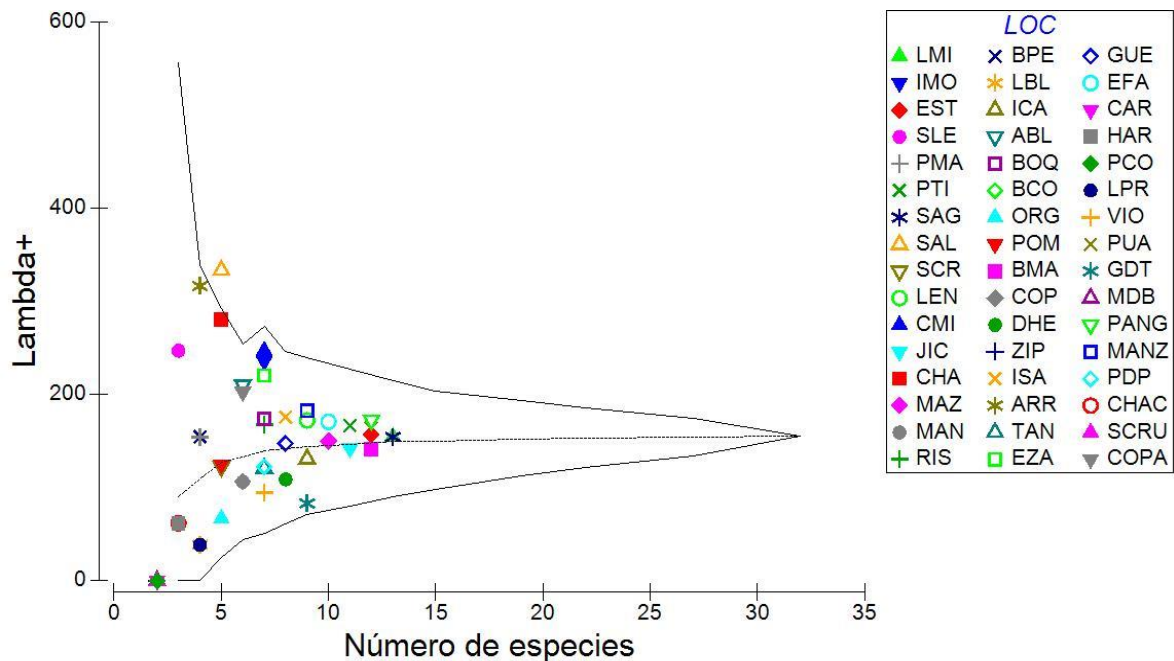


Figura 15. Relación de los valores del Índice de variación de la distinción taxonómica o lambda (Λ^+) general y la riqueza específica de los ofiuroides de Oaxaca y Chiapas.

7.4 Similitud de especies entre localidades

7.4.1 Similitud de especies entre localidades

Con base en el nMDS y Cluster se observaron similitudes entre las localidades, las cuales formaron distintos grupos, así como localidades aisladas que no comparten especies y algunas más que sólo comparten un pequeño número de estas. De acuerdo a lo anterior, con el total de especies se identificaron la formación de distintos grupos de localidades en su mayoría con similitud media, predominando un grupo con las siguientes localidades Agua Blanca, Boquilla, Bahía Conejos, Chachacual, Casa Mixteca, El Faro, Estacahuite, Isla Montosa, Jicaral, La Entrega, La Mina, Manzanillo, Manzanilla, Mazunte, Puerto Angelito, Playa Tijera, Puerto Ángel, San Agustín, Salchi, Santa Elena, que son localidades que se localizan en Puerto Escondido, Puerto Ángel y Huatulco.

Hubo tres localidades aisladas y una con pocas especies compartidas, Bahía el Rosario, Salina Cruz y Golfo de Tehuantepec, con las especies *Amphiura seminuda*, *Astropecten ornatissimus*, *Ophiosphalma glabrum* y *Ophiuroglypha*

irrorata presentes en Salina Cruz y Golfo de Tehuantepec, y sólo *Diopederma daniana* se encuentra en las tres localidades mencionadas anteriormente. (Figura.16).

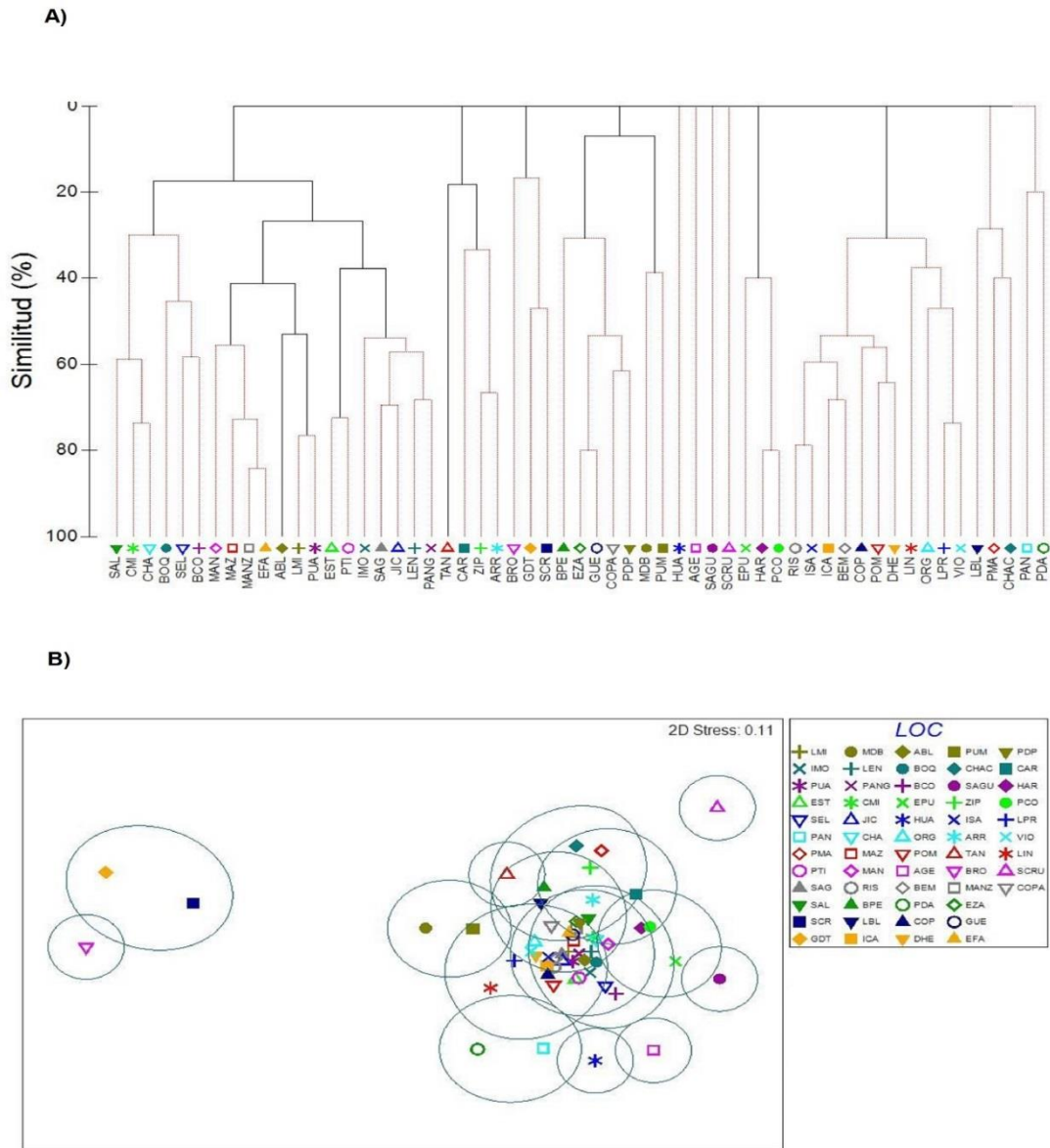


Figura 16. A) Cluster, B) NMDS que determinan la clasificación de especies de equinodermos por clase registradas en las localidades de Oaxaca y Chiapas.

7.4.2 Similitud de la clase Asteroidea entre localidades

La clase Asteroidea, se compone por 14 especies clasificadas en tres grupos. El grupo A está conformado por las siguientes localidades: La Mina, Puerto Ángel, Riscalillo, Isla Cacaluta, Pomelo, Bahía el Maguey, Isla San Agustín, La Prima y Violín, donde *Phataria unifascialis* y *Pharia pyramidata* fueron las especies más frecuentes. El grupo B asoció a Punta Maldonado y Muestras de barco en las cuales *Astropecten armatus*, *Luidia columbia*, *Luidia superba*, *Luidia tessellata* y *Pentaceraster cumingi* se registraron en las dos localidades. El grupo C integró a Isla Montosa, Estacahuite y Playa Tijera donde *Mithrodia bradleyi* y *Nidorellia armata* tuvieron la mayor incidencia. Se observó una sola localidad aislada, la cual fue el Golfo de Tehuantepec (Figura 17).

7.4.3 Similitud de la clase Echinoidea entre localidades

La clase Echinoidea se divide en cuatro grupos: grupo A, compuesto por Isla Montosa, San Agustín, La Entrega, Puerto Angelito, Órgano, La Prima y Violín donde *Diadema mexicanum* tuvo la mayor incidencia en las localidades. El grupo B comprendió a Puerto Madero y Muestras de barco las especies *Astropyga pulvinata* y *Encope micropora* fueron las especies compartidas. El grupo C asoció a Puerto Ángel, Jicaral, Isla Cacaluta, Agua Blanca y Bahía el Maguey donde incide la especie *Echinometra vanbrunti* mayormente. El grupo D se conformó por Estacahuite, Panteón, Playa Tijera, Riscalillo, Pomelo, Copal, Dos Hermanas e Isla San Agustín, localidades que comparten a la especie *Toxopneustes roseus*. No se identificaron localidades aisladas (Figura 18).

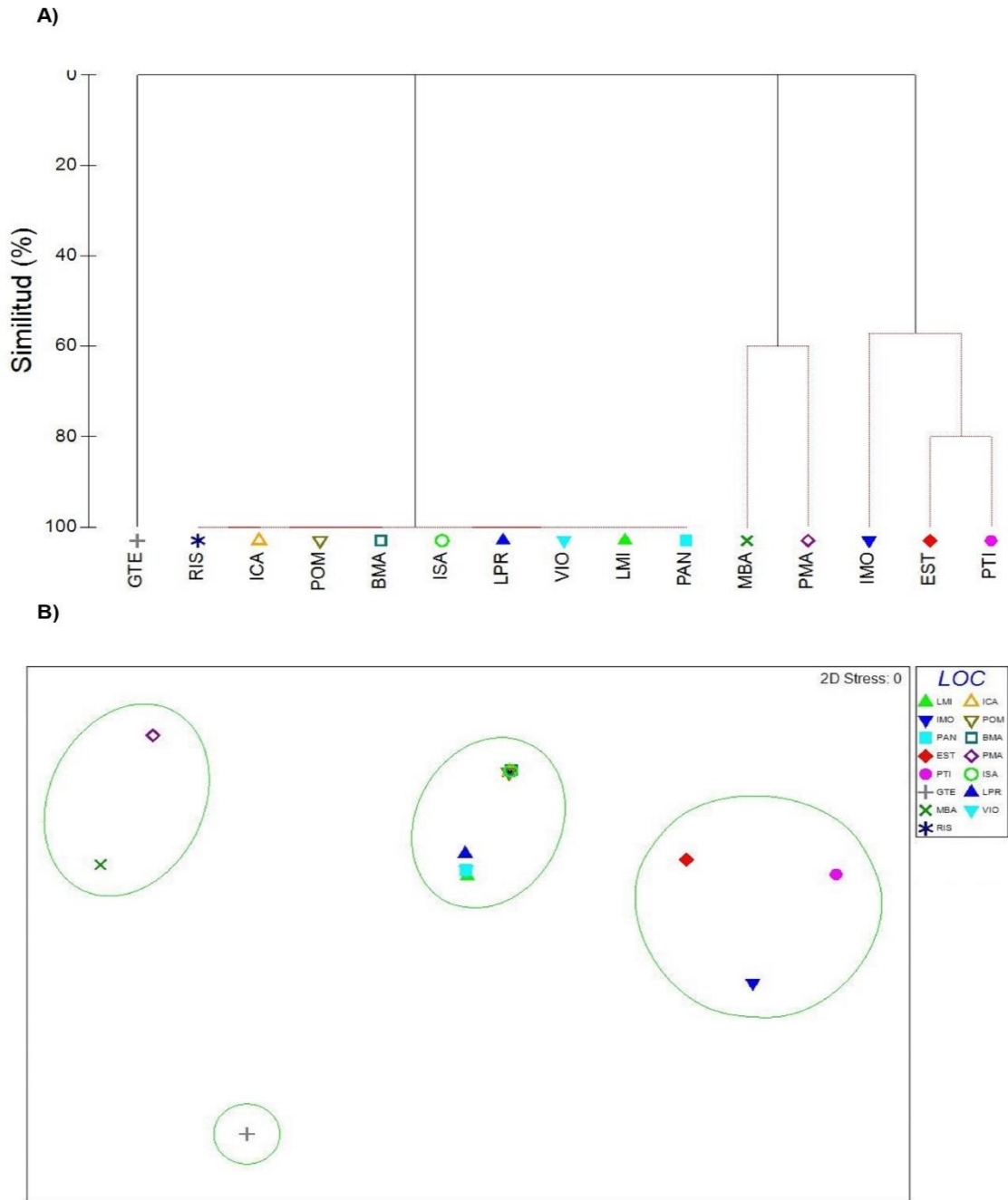


Figura 17. A) Cluster, B) NMDS que determinan la clasificación de especies de equinodermos de la clase Asteroidea registradas en las localidades de Oaxaca y Chiapas

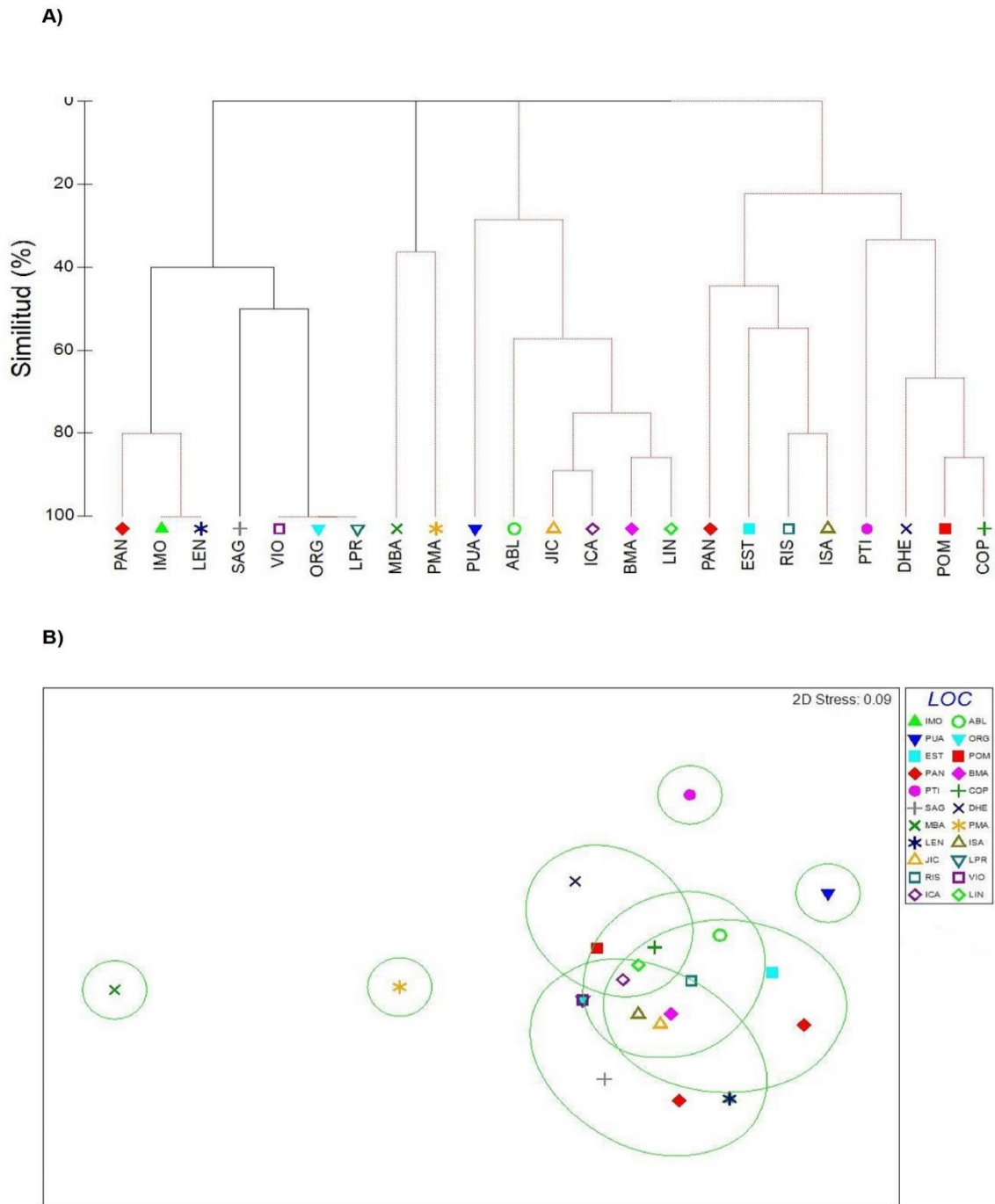


Figura 18. A) Cluster, B) NMDS que determinan la clasificación de especies de equinodermos de la clase Echinoidea registradas en las localidades de Oaxaca y Chiapas.

7.4.4 Similitud de la clase Holoturoidea entre localidades

La clase Holoturoidea se compone por diez grupos, el grupo A incluyó a La Mina, Casa Mixteca, Jicaral y Chachacual, donde se observó una mayor incidencia por las especies *Holothuria imitans* y *H. impatiens*. El grupo B integró a San Agustín y La Entrega, localidades que comparten a *Pseudocnus californicus*, *H. fuscocinerea*, *H. imitans* y *H. impatiens*. El grupo C se formó por Isla Montosa, Puerto Ángel, Estacahuite y Bahía Conejos que comparten las especies *H. kefersteinii* y *H. arenicola*. El grupo D incluyó a Manzanillo y Huatulco, donde las especies que más inciden son *Pentamera chierchiae* y *H. arenicola*. El grupo E se compone por Mazunte, Isla Cacaluta y comparten las especies *Isostichopus fuscus* y *P. chierchiae*.

El grupo F incluyó a Órgano y Copal, en donde la especie que se registró en las dos localidades fue *Neocucumis veleronis*. El grupo G le pertenecen Puerto Madero e Isla San Agustín donde *H. kefersteinii* y *Isostichopus fuscus* son las especies que se comparten. El grupo H integró a Pomelo y Bahía el Maguey, *H. lubrica* y *I. fuscus* inciden mayormente. El grupo I constituyó a Riscalillo y Agete, localidades que comparten a la especie *H. kefersteinii* con mayor incidencia y por último el grupo J integrado por Santa Elena y Puerto Angelito, localidades bastante diversas que comparten a las especies *H. inornata*, *H. portovallartensis*, *H. imitans*, *H. impatiens*, *H. arenicola* y *H. kefersteinii*. Se identificaron seis localidades aisladas Panteón, Playa Tijera, Salchi, Agua Blanca, Boquilla, Dos Hermanas (Figura 19).

7.4.5 Similitud de la clase Ofiuroidea entre localidades

La clase Ofiuroidea formó una conglomeración de grupos, debido a que la mayoría de las localidades comparten las mismas especies. Se identificaron siete grupos, de los cuales el grupo A se integró por Riscalillo, Isla Cacaluta, Boquilla, Pomelo, Copal, Guerrilla, donde se encuentra una mayor incidencia por las especies *Ophiocoma aethiops*, *Ophiocomella alexandri*, *Ophiolepis pacífica* y *Ophionereis annulata*. El grupo B se formó por La Mina, Puerto Ángel, Estacahuite, Puerto Angelito, Playa Tijera, San Agustín, Jicaral, Mazunte, Bahía el Maguey y Punto de Presión debido a la incidencia de *Ophiactis savignyi*, *Ophioderma panamense*, *O.*

pacifica, *O. alexandri* y *O. aethiops*. El grupo C asoció a Santa Elena, Bahía Conejos, Carrizalillo, Harrys y Playa Coral asociadas por la especie *O. alexandri*.

El grupo D se compuso por Punta Maldonado, Chacahua, Zipolite y Arrocito, la especie *Ophiactis simplex* fue la mayor incidencia en estas localidades. El grupo E se conformó por Manzanillo, La Blanca, Dos Hermanas, Manzanilla, Copalita, La Prima y Violín, donde se comparte a la especie *Ophiothela mirabilis* mayormente. El grupo F asoció a Isla Montosa, Salchi, La Entrega, Casa Mixteca, Chachacual, Bahía principal Puerto Escondido, Agua Blanca, Órgano, Isla San Agustín, El Zapatito y El Faro, localidades en las que incide, en todas la especie *O. mirabilis*. Y por último el grupo G compuesto por Salina Cruz y Golfo de Tehuantepec donde se registró siempre a *Amphiura seminuda*, *Diopederma daniana*, *Ophiosphalma glabrum* y *Ophiuroglypha irrorata*. Solo se distinguen tres localidades catalogadas como aisladas que incluye a las Muestras de barco, Santa Cruz y Tangolunda (Figura 20).

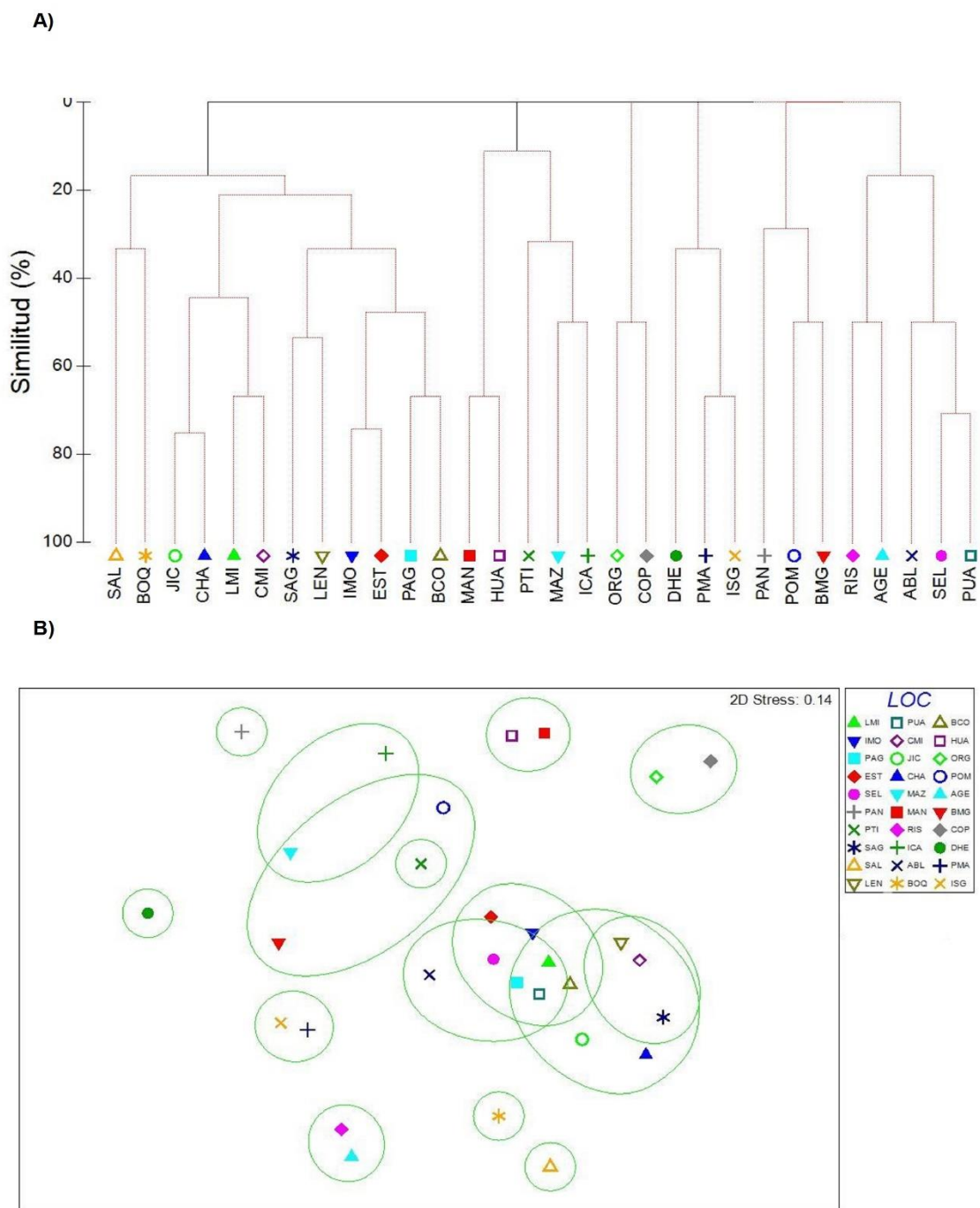


Figura 19. A) Cluster, B) NMDS que determinan la clasificación de especies de la clase Holoturoidea registradas en las localidades de Oaxaca y Chiapas.

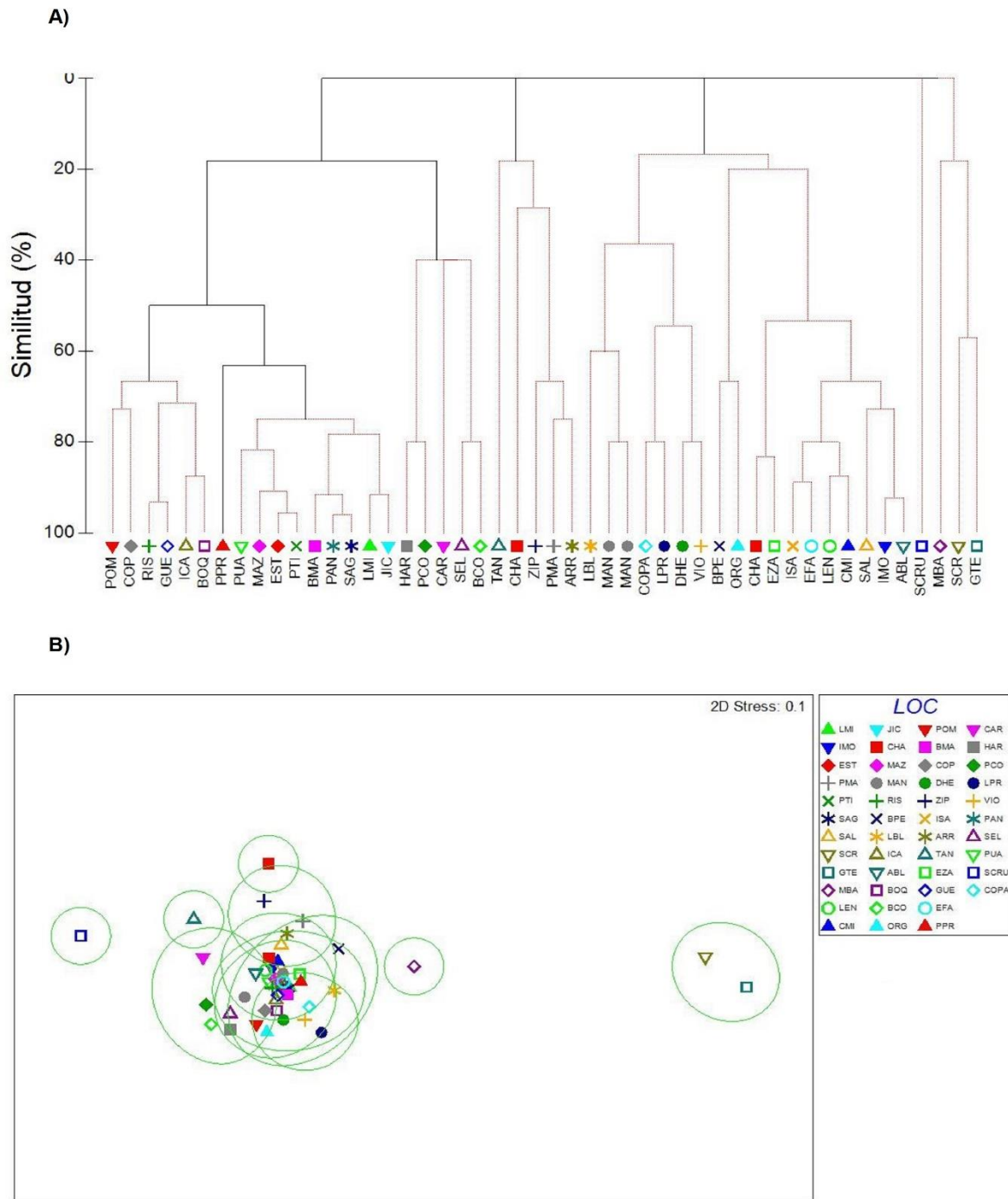


Figura 20. A) Cluster, B) NMDS que determinan la clasificación de especies de la clase Ofiuroidea registradas en las localidades de Oaxaca y Chiapas

7.4.6 Similitud entre puntos estratégicos

En cuanto a la comparación de los puntos estratégicos, el índice de distinción taxonómica delta (Δ^+) mostró que el Golfo de Tehuantepec, aunque presenta la menor riqueza de especies (35), presenta la mayor distinción taxonómica promedio, siendo similar al valor esperado (76). Los otros tres puntos estratégicos, estuvieron por debajo del límite inferior, siendo Puerto Escondido el que tuvo el valor más bajo (Figura 21).

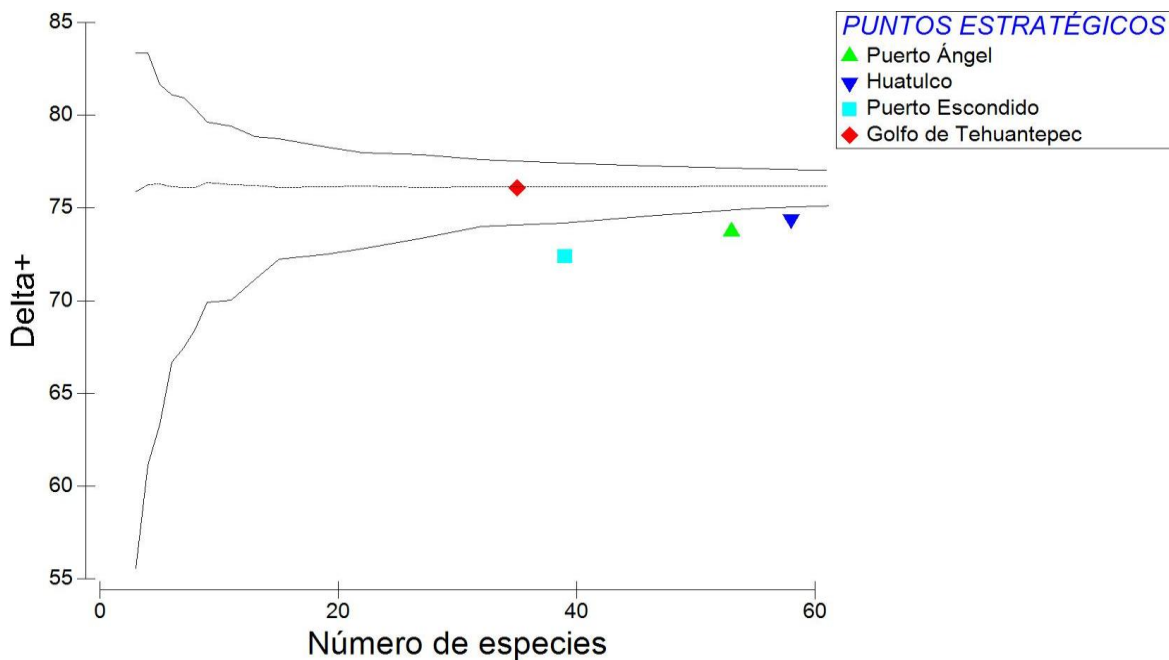


Figura 21. Relación de los valores del Índice de distinción taxonómica promedio o delta (Δ^+) y la riqueza específica de los ofiuroides de Oaxaca y Chiapas.

En el índice de variación de la distinción taxonómica lambda (Λ^+), mostró de igual manera que el Golfo de Tehuantepec presentó un valor similar al esperado (206) y los otros tres sitios estuvieron por encima del límite inferior, siendo Puerto Escondido quien presentó la mayor variación (Figura 22).

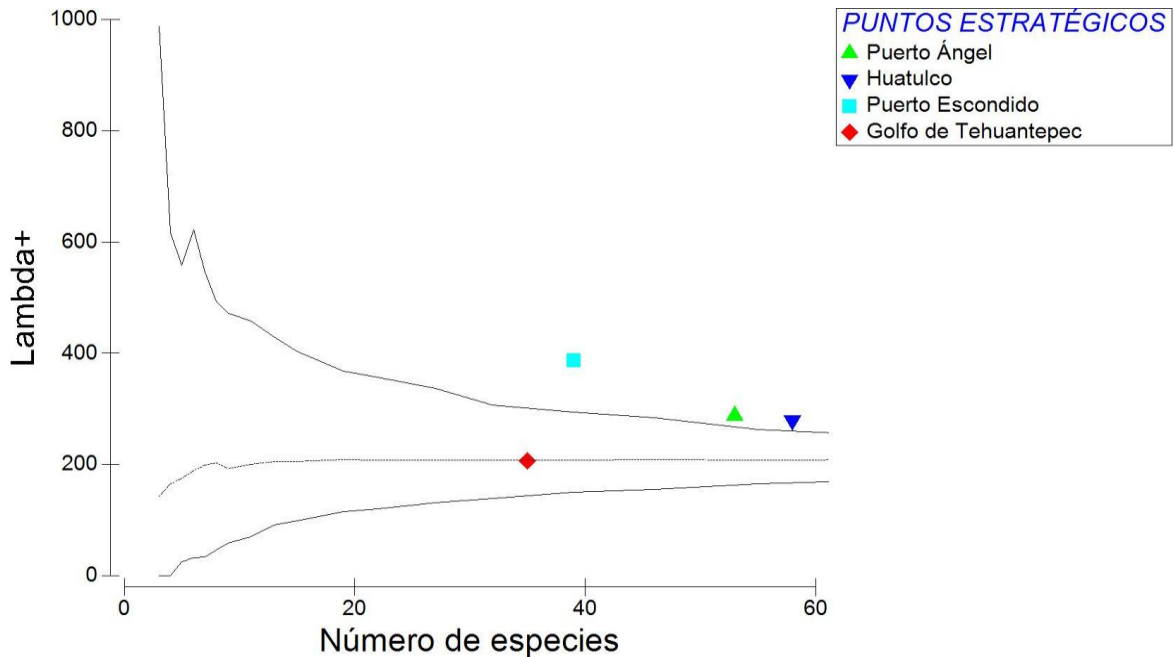


Figura 22. Relación de los valores del Índice de variación de la distinción taxonómica o lambda (Λ^+) y la riqueza específica de los puntos estratégicos

El análisis MDS arrojó un valor de estrés de menor de 0.01, lo que indica una bondad de ajuste adecuada y mostró diferencias en la estructura de la comunidad de equinodermos entre los puntos estratégicos (Figura 18). Esto fue corroborado por el análisis de similitud (ANOSIM), el cual indicó que hubo una separación definida entre Huatulco y el Golfo de Tehuantepec ($R = 0.759$, $p = 0.001$), así como una clara diferenciación entre Puerto Ángel y el Golfo de Tehuantepec ($R = 0.520$, $p = 0.003$) y Puerto Escondido y el Golfo de Tehuantepec ($R = 0.652$, $p = 0.002$). Hubo una nula separación entre las demás comparaciones de los puntos estratégicos (Cuadro 4).

El análisis SIMPER mostró que la estructura de la comunidad de equinodermos en Puerto Ángel está representada por 20 especies, de las cuales doce especies son Ofiuros, con una similitud promedio de 19.88%. En Huatulco, la comunidad está representada por catorce especies, de las cuales once son Ofiuros con una similitud promedio de 33.98%. En Puerto Escondido, por diez especies, de

las cuales seis son Ofiuros con una similitud promedio de 20.00%, y por último en el Golfo de Tehuantepec con ocho especies, de las cuales cuatro son Ofiuros con un 20.97% de similitud promedio. Dando a conocer que los Ofiuros representan la clase de equinodermos más abundante en las costas de Oaxaca y Chiapas (Cuadro 5).

Las especies *Ophiactis savignyi*, *Ophiactis simplex*, *Ophiocoma aethiops*, *Ophiocomella alexandri*, *Ophioderma teres* y *Ophionereis annulata*, se encuentran en los puntos estratégicos de Puerto Ángel, Huatulco y Puerto Escondido. Mientras que en el Golfo de Tehuantepec, las especies *Diopederma daniana*, *Astropecten armatus*, *Amphiura seminuda*, *Ophiosphalma glabrum*, *Ophiuroglypha irrorata*, *Luidia superba*, *Astropyga pulvinata* y *Encope micropora*, son únicas de este punto estratégico, lo cual lo hace diferente al resto (Cuadro 5, Figura 23).

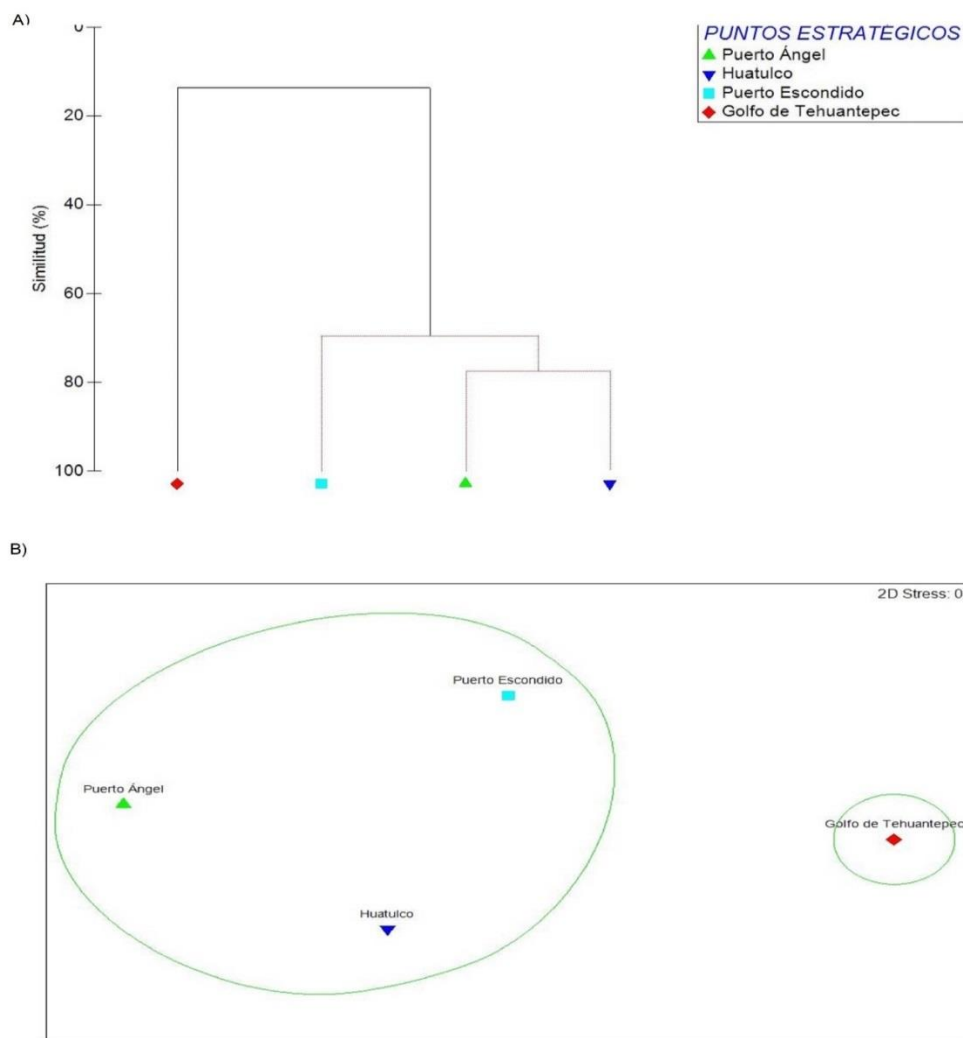


Figura 23. A) Cluster, B) NMDS que determinan la similitud de especies entre los puntos estratégicos de Oaxaca y Chiapas.

Cuadro 4. Análisis de similitudes (ANOSIM) entre la estructura de la comunidad de equinodermos en diferentes puntos estratégicos de Oaxaca y Chiapas.

Grupos, R Global: 0.294	R estadístico	Nivel de significancia	Permutaciones posibles	Permutaciones actuales	Números >= Observados
Puerto Ángel vs Huatulco	0.165	0.038	Muy largo	999	37
Puerto Ángel vs Puerto Escondido	0.002	0.421	2496144	999	420
Puerto Ángel vs Golfo de Tehuantepec	0.520	0.003	8568	999	2
Huatulco vs Puerto Escondido	0.208	0.024	Muy largo	999	23
Huatulco vs Golfo de Tehuantepec	0.759	0.001	237336	999	0
Puerto Escondido vs Golfo de Tehuantepec	0.652	0.002	4368	999	1

Cuadro 5. Análisis de porcentaje de similitud de especies (SIMPER) que definen la estructura de la comunidad de equinodermos en diferentes puntos estratégicos de Oaxaca y Chiapas

Especies	Abundancia promedio	Similitud Promedio	Similitud (DE)	Contribución (%)	Acumulativo (%)
Puerto Ángel, similitud promedio: 19.88					
<i>Ophiactis simplex</i>	0.62	2.81	0.52	14.15	14.15
<i>Ophiactis savignyi</i>	0.54	1.7	0.49	8.54	22.69
<i>Ophiothrix rudis</i>	0.54	1.61	0.51	8.12	30.81
<i>Ophionereis annulata</i>	0.54	1.51	0.53	7.6	38.41
<i>Ophiocomella alexandri</i>	0.54	1.41	0.55	7.11	45.52
<i>Ophiothrix spiculata</i>	0.54	1.41	0.55	7.11	52.63
<i>Ophiocoma aethiops</i>	0.46	0.88	0.46	4.42	57.04
<i>Ophioderma panamense</i>	0.46	0.88	0.46	4.42	61.46
<i>Ophiolepis pacifica</i>	0.46	0.88	0.46	4.42	65.88
<i>Amphipholis squamata</i>	0.38	0.72	0.33	3.62	69.5
<i>Echinometra vanbrunti</i>	0.31	0.58	0.23	2.93	72.43
<i>Holothuria inornata</i>	0.38	0.58	0.36	2.9	75.34
<i>Holothuria impatiens</i>	0.38	0.55	0.36	2.79	78.13
<i>Phataria unifascialis</i>	0.31	0.54	0.27	2.73	80.86
<i>Ophioderma teres</i>	0.38	0.53	0.37	2.64	83.5
<i>Holothuria kefersteini</i>	0.31	0.41	0.27	2.04	85.54
<i>Holothuria imitans</i>	0.31	0.33	0.28	1.68	87.22
<i>Ophiothela mirabilis</i>	0.23	0.24	0.19	1.22	88.44
<i>Hesperocidaris asteriscus</i>	0.23	0.24	0.18	1.18	89.62
<i>Holothuria hilla</i>	0.23	0.24	0.18	1.18	90.81
Huatulco, similitud promedio: 33.98					
<i>Ophiocoma aethiops</i>	0.71	4.51	0.85	13.27	13.27
<i>Ophiocomella alexandri</i>	0.71	4.13	0.88	12.16	25.43
<i>Ophionereis annulata</i>	0.71	4.08	0.9	12.02	37.45
<i>Ophiothrix spiculata</i>	0.61	3.08	0.67	9.08	46.53
<i>Ophiothrix rudis</i>	0.61	2.83	0.69	8.34	54.86
<i>Ophiactis simplex</i>	0.54	2.09	0.56	6.16	61.03
<i>Ophiolepis pacifica</i>	0.50	1.88	0.53	5.52	66.55
<i>Diadema mexicanum</i>	0.50	1.67	0.52	4.92	71.47
<i>Ophiactis savignyi</i>	0.46	1.66	0.46	4.88	76.35
<i>Ophiothela mirabilis</i>	0.39	1.4	0.39	4.12	80.48
<i>Eucidaris thouarsii</i>	0.43	1.27	0.43	3.73	84.2
<i>Ophioderma teres</i>	0.32	0.84	0.29	2.48	86.69
<i>Ophioderma panamense</i>	0.36	0.77	0.35	2.28	88.97
<i>Phataria unifascialis</i>	0.29	0.44	0.27	1.3	90.27
Puerto Escondido, similitud promedio: 20.00					
<i>Ophiocoma aethiops</i>	0.64	4.64	0.56	23.22	23.22
<i>Ophiocomella alexandri</i>	0.64	4.64	0.56	23.22	46.44
<i>Ophiactis simplex</i>	0.45	2.61	0.37	13.03	59.47
<i>Ophiactis savignyi</i>	0.36	1.37	0.29	6.84	66.32
<i>Holothuria arenicola</i>	0.45	1.32	0.46	6.62	72.94
<i>Ophionereis annulata</i>	0.45	1.32	0.46	6.62	79.56
<i>Holothuria lubrica</i>	0.36	1.07	0.33	5.37	84.92
<i>Chiridota aponocrita</i>	0.27	0.5	0.23	2.49	87.42
<i>Ophioderma teres</i>	0.27	0.42	0.23	2.11	89.53
<i>Holothuria inornata</i>	0.27	0.35	0.24	1.73	91.26
Golfo de Tehuantepec, similitud promedio: 20.97					
<i>Diopederma daniana</i>	0.80	10.4	1.01	49.6	49.6
<i>Astropecten armatus</i>	0.60	2.76	0.56	13.17	62.78
<i>Amphiura seminuda</i>	0.40	1.18	0.32	5.61	68.38
<i>Ophiosphalma glabrum</i>	0.40	1.18	0.32	5.61	73.99
<i>Ophiuroglypha irrorata</i>	0.40	1.18	0.32	5.61	79.6
<i>Luidia superba</i>	0.40	1.05	0.32	5.02	84.62
<i>Astropyga pulvinata</i>	0.40	0.65	0.32	3.08	87.7
<i>Encope micropora</i>	0.40	0.65	0.32	3.08	90.77

En el cuadro 6 se muestran las disimilitudes entre los puntos estratégicos. La disimilitud promedio entre Puerto Ángel y Huatulco es de 74.90%, representada por 42 especies, de las cuales las siguientes once especies de ofiuos: *Ophiactis savignyi*, *O. simplex*, *Ophiocoma aethiops*, *Ophiocomella alexandri*, *Ophioderma panamense*, *O. teres*, *Ophiolepis pacifica*, *Ophionereis annulata*, *Ophiothela mirabilis*, *Ophiothrix rudis*, *O. spiculata* y dos especies de erizos: *Diadema mexicanum* y *Echinometra vanbrunti*, son las que hacen que estos dos puntos estratégicos se encuentren separados.

Entre Puerto Ángel y Puerto Escondido, la disimilitud promedio es de 80.67%, con un total de 38 especies de las cuales diez especies de ofiuos: *Ophiactis savignyi*, *O. simplex*, *Ophiocoma aethiops*, *Ophiocomella alexandri*, *Ophioderma teres*, *Ophionereis annulata*, *Amphipholis squamata*, *Ophiothrix spiculata*, *O. rudis* y *Ophiothela mirabilis*, tres especies de pepino: *Holothuria arenicola*, *Holothuria lubrica* y *H. kefersteinii*, una especie de erizo: *Echinometra vanbrunti* y una especie de estrella: *Phataria unifascialis*, hacen diferentes a dichos puntos estratégicos.

Huatulco y Puerto Escondido poseen una disimilitud promedio de 75.26% con un total de treinta ocho especies de las que diez especies de ofiuos: *Ophiothrix spiculata*, *O. rudis*, *Ophionereis annulata*, *Ophiactis simplex*, *O. savignyi*, *Ophiocoma aethiops*, *Ophiocomella alexandri*, *Ophiolepis pacifica*, *Ophiothela mirabilis* y *Ophioderma teres* dos especies de erizo: *Diadema mexicanum* y *Eucidaris thouarsii*, y dos especies de pepino: *Holothuria lubrica* y *H. arenicola*, representan la mayor disimilitud entre estos puntos estratégicos.

La disimilitud promedio entre Puerto Ángel y Golfo de Tehuantepec es 96.87% con un total de 56 especies; entre Huatulco y Golfo de Tehuantepec la disimilitud promedio es de 95.85%, con 53 especies y por último entre Puerto Escondido y el Golfo de Tehuantepec la disimilitud promedio es 97.78% con cuarenta y ocho especies. No se encontró ninguna especie que compartida entre cada punto estratégico relacionado con el Golfo de Tehuantepec, dado que este, cuenta con una composición taxonómica totalmente diferente a los demás, como antes ya se ha mencionado.

Cuadro 6. Análisis SIMPER de las especies que contribuyen a la separación del ensamblaje, definido por disimilitud de porcentajes, en puntos estratégicos de Oaxaca y Chiapas.

Especies	Abundancia promedio Puerto Ángel	Abundancia promedio Huatulco	Disimilitud promedio	Disimilitud (DE)	Contribución (%)	Acumulativo (%)
Puerto Ángel vs Huatulco, disimilitud promedio = 74.90%						
<i>Ophiocoma aethiops</i>	0.46	0.71	3.34	0.78	4.46	4.46
<i>Ophiocomella alexandri</i>	0.54	0.71	3.04	0.77	4.06	8.52
<i>Ophionereis annulata</i>	0.54	0.71	2.99	0.79	3.99	12.51
<i>Ophiothrix spiculata</i>	0.54	0.61	2.92	0.77	3.9	16.41
<i>Ophiactis simplex</i>	0.62	0.54	2.89	0.72	3.86	20.27
<i>Ophiothrix rudis</i>	0.54	0.61	2.82	0.79	3.77	24.04
<i>Ophiactis savignyi</i>	0.54	0.46	2.78	0.73	3.71	27.75
<i>Ophiolepis pacifica</i>	0.46	0.5	2.56	0.81	3.42	31.17
<i>Ophiothela mirabilis</i>	0.23	0.39	2.44	0.7	3.26	34.43
<i>Diadema mexicanum</i>	0.08	0.5	2.27	0.77	3.04	37.47
<i>Ophioderma teres</i>	0.38	0.32	2.21	0.64	2.95	40.42
<i>Ophioderma panamense</i>	0.46	0.36	2.12	0.82	2.83	43.25
<i>Echinometra vanbrunti</i>	0.31	0.21	2	0.58	2.67	45.92
<i>Eucidaris thoursii</i>	0.00	0.43	1.99	0.68	2.66	48.58
<i>Amphipholis squamata</i>	0.38	0.11	1.9	0.52	2.54	51.12
<i>Phataria unifascialis</i>	0.31	0.29	1.9	0.72	2.54	53.66
<i>Holothuria impatiens</i>	0.38	0.25	1.77	0.73	2.36	56.02
<i>Holothuria kefersteinii</i>	0.31	0.18	1.71	0.55	2.28	58.31
<i>Holothuria imitans</i>	0.31	0.25	1.6	0.7	2.14	60.45
<i>Holothuria arenicola</i>	0.23	0.21	1.53	0.54	2.04	62.49
<i>Hesperocidaris asteriscus</i>	0.23	0.25	1.46	0.67	1.96	64.45
<i>Pharia pyramidata</i>	0.23	0.25	1.44	0.65	1.92	66.37
<i>Holothuria inornata</i>	0.38	0	1.24	0.7	1.66	68.03
<i>Holothuria hilla</i>	0.23	0.11	1.22	0.55	1.62	69.65
<i>Toxopneustes roseus</i>	0.23	0.14	1.21	0.57	1.62	71.27
<i>Isostichopus fuscus</i>	0.15	0.18	1.21	0.5	1.61	72.88
<i>Pentamera chierchiae</i>	0.23	0.11	1.11	0.45	1.49	74.37
<i>Neocucumis veleronis</i>	0.23	0.14	1.11	0.55	1.48	75.85
<i>Holothuria portovallartensis</i>	0.23	0	1.08	0.37	1.44	77.29
<i>Pseudocnus californicus</i>	0.23	0.14	1.06	0.58	1.42	78.7
<i>Ophiocnida hispida</i>	0.15	0.21	1.06	0.59	1.42	80.12
<i>Afroccumis ovulum</i>	0.15	0	0.95	0.32	1.26	81.38
<i>Holothuria lubrica</i>	0.23	0.07	0.93	0.51	1.24	82.62
<i>Holothuria difficilis</i>	0.08	0.18	0.87	0.46	1.16	83.78
<i>Pachythyone lugubris</i>	0.15	0.07	0.79	0.35	1.06	84.84
<i>Neothyone gibber</i>	0.23	0.04	0.64	0.55	0.86	85.7
<i>Agassizia scrobiculata</i>	0.08	0.07	0.63	0.36	0.84	86.54
<i>Labiodemas americanum</i>	0.08	0.07	0.62	0.28	0.83	87.37
<i>Ophiolepis fulva</i>	0	0.07	0.59	0.19	0.79	88.16
<i>Amphichondrius laevis</i>	0.08	0.07	0.57	0.33	0.77	88.93
<i>Holothuria theeli</i>	0.15	0.04	0.55	0.45	0.73	89.66
<i>Rhyncholampas pacificus</i>	0.08	0.04	0.52	0.31	0.7	90.35

Puerto Ángel vs Puerto Escondido, disimilitud promedio = 80.67%							
<i>Ophiocoma aethiops</i>	0.46	0.64	4.23	0.64	5.24	5.24	
<i>Ophiocomella alexandri</i>	0.54	0.64	4.18	0.63	5.19	10.43	
<i>Ophiactis simplex</i>	0.62	0.45	4.17	0.63	5.17	15.6	
<i>Ophiactis savignyi</i>	0.54	0.36	3.77	0.61	4.67	20.27	
<i>Ophionereis annulata</i>	0.54	0.45	3.02	0.78	3.75	24.02	
<i>Ophiothrix rudis</i>	0.54	0.18	2.81	0.75	3.49	27.51	
<i>Holothuria lubrica</i>	0.23	0.36	2.76	0.54	3.42	30.93	
<i>Amphipholis squamata</i>	0.38	0.09	2.73	0.44	3.39	34.32	
<i>Ophiothrix spiculata</i>	0.54	0.18	2.65	0.77	3.29	37.6	
<i>Holothuria kefersteini</i>	0.31	0.27	2.44	0.51	3.02	40.63	
<i>Echinometra vanbrunti</i>	0.31	0.09	2.33	0.47	2.89	43.52	
<i>Holothuria arenicola</i>	0.23	0.45	2.25	0.82	2.79	46.31	
<i>Ophiethela mirabilis</i>	0.23	0.18	2.25	0.53	2.78	49.09	
<i>Ophioderma teres</i>	0.38	0.27	2.17	0.68	2.68	51.77	
<i>Phataria unifascialis</i>	0.31	0.18	2.02	0.66	2.5	54.27	
<i>Holothuria portovallartensis</i>	0.23	0.18	1.98	0.42	2.46	56.73	
<i>Holothuria inornata</i>	0.38	0.27	1.98	0.8	2.46	59.19	
<i>Ophiolepis pacifica</i>	0.46	0.18	1.96	0.85	2.43	61.62	
<i>Ophioderma panamense</i>	0.46	0.09	1.81	0.83	2.25	63.87	
<i>Holothuria impatiens</i>	0.38	0.18	1.79	0.72	2.21	66.08	
<i>Chiridota aponocrita</i>	0.08	0.27	1.65	0.52	2.04	68.13	
<i>Holothuria imitans</i>	0.31	0.18	1.52	0.7	1.88	70.01	
<i>Holothuria hilla</i>	0.23	0.09	1.41	0.53	1.75	71.76	
<i>Afroccumis ovulum</i>	0.15	0	1.41	0.3	1.74	73.5	
<i>Hesperocidaris asteriscus</i>	0.23	0.09	1.34	0.53	1.66	75.16	
<i>Pentamera chierchiaie</i>	0.23	0.09	1.22	0.51	1.51	76.68	
<i>Pentacaster cumingi</i>	0	0.09	1.2	0.25	1.49	78.17	
<i>Toxopneustes roseus</i>	0.23	0.09	1.2	0.51	1.48	79.65	
<i>Diadema mexicanum</i>	0.08	0.27	1.19	0.6	1.48	81.13	
<i>Amphiodia sculptilis</i>	0	0.09	1	0.26	1.24	82.37	
<i>Ophiomysidium lerum</i>	0	0.09	1	0.26	1.24	83.62	
<i>Pharia pyramidata</i>	0.23	0.09	0.96	0.58	1.2	84.81	
<i>Isostichopus fuscus</i>	0.15	0.09	0.9	0.48	1.12	85.93	
<i>Holothuria theeli</i>	0.15	0.09	0.86	0.49	1.06	86.99	
<i>Pseudocnus californicus</i>	0.23	0	0.8	0.47	0.99	87.98	
<i>Pachythyone lugubris</i>	0.15	0.09	0.76	0.48	0.95	88.93	
<i>Neocucumis veleronis</i>	0.23	0	0.61	0.53	0.75	89.68	
<i>Neothyone gibber</i>	0.23	0	0.61	0.53	0.75	90.44	

Huatulco vs Puerto Escondido, disimilitud promedio = 75.26%							
<i>Ophiotrix spiculata</i>	0.61	0.18	3.51	0.89	4.66	4.66	
<i>Ophionereis annulata</i>	0.71	0.45	3.48	0.9	4.62	9.29	
<i>Ophiactis simplex</i>	0.54	0.45	3.3	0.77	4.39	13.68	
<i>Ophiocoma aethiops</i>	0.71	0.64	3.29	0.71	4.38	18.05	
<i>Ophiotrix rudis</i>	0.61	0.18	3.28	0.95	4.36	22.41	
<i>Ophiocomella alexandri</i>	0.71	0.64	3.28	0.71	4.36	26.77	
<i>Ophiactis savignyi</i>	0.46	0.36	3.12	0.75	4.15	30.92	
<i>Ophiolepis pacifica</i>	0.5	0.18	2.8	0.85	3.72	34.64	
<i>Ophiothela mirabilis</i>	0.39	0.18	2.77	0.74	3.69	38.33	
<i>Diadema mexicanum</i>	0.5	0.27	2.7	0.84	3.59	41.92	
<i>Ophioderma teres</i>	0.32	0.27	2.53	0.66	3.36	45.28	
<i>Holothuria arenicola</i>	0.21	0.45	2.49	0.76	3.31	48.59	
<i>Eucidaris thourarsii</i>	0.43	0.09	2.34	0.75	3.11	51.7	
<i>Holothuria lubrica</i>	0.07	0.36	2.09	0.61	2.78	54.48	
<i>Ophioderma panamense</i>	0.36	0.09	1.83	0.69	2.43	56.91	
<i>Phataria unifascialis</i>	0.29	0.18	1.69	0.69	2.25	59.16	
<i>Chiridota aponocrita</i>	0.07	0.27	1.57	0.59	2.09	61.24	
<i>Holothuria imitans</i>	0.25	0.18	1.56	0.64	2.08	63.32	
<i>Holothuria impatiens</i>	0.25	0.18	1.56	0.64	2.08	65.4	
<i>Holothuria kefersteinii</i>	0.18	0.27	1.54	0.69	2.05	67.45	
<i>Pharia pyramidata</i>	0.25	0.09	1.44	0.59	1.91	69.36	
<i>Echinometra vanbrunti</i>	0.21	0.09	1.34	0.51	1.78	71.15	
<i>Isostichopus fuscus</i>	0.18	0.09	1.21	0.47	1.6	72.75	
<i>Hesperocidaris asteriscus</i>	0.25	0.09	1.1	0.63	1.46	74.21	
<i>Holothuria inornata</i>	0	0.27	1.07	0.58	1.42	75.63	
<i>Pentamera chierchiaae</i>	0.11	0.09	1.06	0.38	1.41	77.04	
<i>Amphiodia sculptilis</i>	0.04	0.09	1	0.33	1.32	78.37	
<i>Toxopneustes roseus</i>	0.14	0.09	0.97	0.49	1.29	79.66	
<i>Pentaceraster cumingi</i>	0.04	0.09	0.96	0.3	1.27	80.93	
<i>Amphipholis squamata</i>	0.11	0.09	0.92	0.42	1.22	82.15	
<i>Ophiocnida hispida</i>	0.21	0	0.89	0.48	1.18	83.33	
<i>Pachythyone lugubris</i>	0.07	0.09	0.82	0.33	1.09	84.42	
<i>Holothuria difficilis</i>	0.18	0	0.81	0.41	1.07	85.49	
<i>Ophiolepis variegata</i>	0.04	0.09	0.81	0.24	1.07	86.56	
<i>Neocucumis veleronis</i>	0.14	0	0.8	0.38	1.06	87.62	
<i>Holothuria hilla</i>	0.11	0.09	0.78	0.43	1.04	88.66	
<i>Ophiomisdium lerum</i>	0	0.09	0.78	0.28	1.03	89.69	
<i>Ophiolepis fulva</i>	0.07	0	0.68	0.2	0.9	90.59	

Puerto Ángel vs Golfo de Tehuantepec, disimilitud promedio = 96.87%						
<i>Diopederma daniana</i>	0	0.8	7.23	0.8	7.46	7.46
<i>Ophiactis simplex</i>	0.62	0.2	3.46	0.65	3.57	11.04
<i>Astropecten armatus</i>	0	0.6	3.4	0.86	3.51	14.55
<i>Ophiactis savignyi</i>	0.54	0.2	2.83	0.58	2.92	17.47
<i>Ophiothrix spiculata</i>	0.54	0.4	2.65	0.81	2.74	20.21
<i>Amphiura seminuda</i>	0	0.4	2.55	0.66	2.64	22.84
<i>Ophiosphalma glabrum</i>	0	0.4	2.55	0.66	2.64	25.48
<i>Ophiuroglypha irrorata</i>	0	0.4	2.55	0.66	2.64	28.12
<i>Ophiothrix rudis</i>	0.54	0	2.47	0.71	2.55	30.67
<i>Ophionereis annulata</i>	0.54	0	2.36	0.71	2.43	33.1
<i>Luidia superba</i>	0	0.4	2.31	0.69	2.39	35.49
<i>Amphipholis squamata</i>	0.38	0	2.31	0.35	2.38	37.87
<i>Ophiocomella alexandri</i>	0.54	0	2.12	0.86	2.18	40.05
<i>Holothuria kefersteini</i>	0.31	0.2	2	0.43	2.06	42.11
<i>Echinometra vanbrunti</i>	0.31	0	1.93	0.4	2	44.11
<i>Astropyga pulvinata</i>	0	0.4	1.89	0.64	1.95	46.06
<i>Encope micropora</i>	0	0.4	1.89	0.64	1.95	48
<i>Luidia columbia</i>	0	0.4	1.89	0.64	1.95	49.95
<i>Luidia tessellata</i>	0	0.4	1.89	0.64	1.95	51.9
<i>Ophiocoma aethiops</i>	0.46	0	1.61	0.8	1.66	53.56
<i>Ophioderma panamense</i>	0.46	0	1.61	0.8	1.66	55.21
<i>Ophiolepis pacifica</i>	0.46	0	1.61	0.8	1.66	56.87
<i>Stegophiura ponderosa</i>	0	0.2	1.52	0.42	1.57	58.44
<i>Phataria unifascialis</i>	0.31	0	1.5	0.56	1.55	59.99
<i>Holothuria portovallartensis</i>	0.23	0	1.4	0.3	1.44	61.43
<i>Holothuria impatiens</i>	0.38	0	1.35	0.63	1.4	62.83
<i>Holothuria inornata</i>	0.38	0	1.34	0.68	1.39	64.22
<i>Afroccumis ovulum</i>	0.15	0	1.26	0.27	1.3	65.52
<i>Ophioderma teres</i>	0.38	0	1.24	0.69	1.28	66.8
<i>Ophiothela mirabilis</i>	0.23	0	1.24	0.39	1.28	68.07
<i>Hesperocidaris asteriscus</i>	0.23	0	1.06	0.46	1.1	69.17
<i>Holothuria hilla</i>	0.23	0	1.06	0.46	1.1	70.27
<i>Holothuria imitans</i>	0.31	0	1.04	0.59	1.08	71.35
<i>Astropecten ornatissimus</i>	0	0.2	1.04	0.45	1.07	72.41
<i>Ophiacantha cosmica</i>	0	0.2	1.04	0.45	1.07	73.48
<i>Ophiernus seminudus</i>	0	0.2	1.04	0.45	1.07	74.55
<i>Ophiotoma paucispina</i>	0	0.2	1.04	0.45	1.07	75.62
<i>Ophiuroglypha plana</i>	0	0.2	1.04	0.45	1.07	76.69
<i>Silax daleus</i>	0	0.2	1.04	0.45	1.07	77.76
<i>Isostichopus fuscus</i>	0.15	0.2	1.03	0.59	1.07	78.83
<i>Ophiocnida hispida</i>	0.15	0.2	0.92	0.61	0.95	79.78
<i>Holothuria lubrica</i>	0.23	0	0.87	0.43	0.89	80.67
<i>Toxopneustes roseus</i>	0.23	0	0.87	0.43	0.89	81.57
<i>Pseudocnus californicus</i>	0.23	0	0.75	0.47	0.77	82.34
<i>Pentamera chierchiae</i>	0.23	0	0.73	0.48	0.75	83.1
<i>Holothuria arenicola</i>	0.23	0	0.65	0.52	0.67	83.77
<i>Pharia pyramidata</i>	0.23	0	0.65	0.52	0.67	84.44
<i>Arbacia stellata</i>	0	0.2	0.61	0.47	0.63	85.07
<i>Astropecten regalis</i>	0	0.2	0.61	0.47	0.63	85.7
<i>Clypeaster europacificus</i>	0	0.2	0.61	0.47	0.63	86.33
<i>Clypeaster rotundus</i>	0	0.2	0.61	0.47	0.63	86.97
<i>Eucidaris thouarsii</i>	0	0.2	0.61	0.47	0.63	87.6
<i>Heliaster microbrachius</i>	0	0.2	0.61	0.47	0.63	88.23
<i>Holothuria fuscocinerea</i>	0	0.2	0.61	0.47	0.63	88.86
<i>Lanthonia longifissa</i>	0	0.2	0.61	0.47	0.63	89.49
<i>Luidia latiradiata</i>	0	0.2	0.61	0.47	0.63	90.12

Huatulco vs Golfo de Tehuantepec, disimilitud promedio = 95.85%						
<i>Diopederma daniana</i>	0	0.8	5.62	1.15	5.86	5.86
<i>Ophiocoma aethiops</i>	0.71	0	4.01	1.02	4.19	10.05
<i>Ophiocomella alexandri</i>	0.71	0	3.77	1.06	3.93	13.97
<i>Ophionereis annulata</i>	0.71	0	3.7	1.14	3.86	17.84
<i>Ophiothrix spiculata</i>	0.61	0.4	3.09	0.83	3.22	21.06
<i>Ophiothrix rudis</i>	0.61	0	3.07	0.98	3.21	24.26
<i>Astropecten armatus</i>	0	0.6	3.06	0.99	3.19	27.46
<i>Ophiactis simplex</i>	0.54	0.2	2.7	0.82	2.81	30.27
<i>Ophiolepis pacifica</i>	0.5	0	2.52	0.82	2.63	32.9
<i>Ophiactis savignyi</i>	0.46	0.2	2.51	0.75	2.62	35.52
<i>Diadema mexicanum</i>	0.5	0	2.35	0.8	2.45	37.97
<i>Amphiura seminuda</i>	0	0.4	2.28	0.73	2.38	40.35
<i>Ophiosphalma glabrum</i>	0	0.4	2.28	0.73	2.38	42.72
<i>Ophiuroglypha irrorata</i>	0	0.4	2.28	0.73	2.38	45.1
<i>Ophiothela mirabilis</i>	0.39	0	2.26	0.68	2.35	47.46
<i>Eucidaris thouarsii</i>	0.43	0.2	2.21	0.76	2.3	49.76
<i>Luidia superba</i>	0	0.4	2.11	0.75	2.2	51.96
<i>Ophioderma teres</i>	0.32	0	1.83	0.53	1.9	53.87
<i>Astropyga pulvinata</i>	0	0.4	1.75	0.71	1.82	55.69
<i>Encope micropora</i>	0	0.4	1.75	0.71	1.82	57.51
<i>Luidia columbia</i>	0	0.4	1.75	0.71	1.82	59.33
<i>Luidia tessellata</i>	0	0.4	1.75	0.71	1.82	61.15
<i>Ophioderma panamense</i>	0.36	0	1.59	0.65	1.66	62.81
<i>Stegophiura ponderosa</i>	0	0.2	1.31	0.46	1.37	64.18
<i>Isostichopus fuscus</i>	0.18	0.2	1.29	0.55	1.34	65.53
<i>Ophiocnida hispida</i>	0.21	0.2	1.22	0.65	1.28	66.8
<i>Holothuria arenicola</i>	0.21	0	1.21	0.43	1.26	68.07
<i>Phataria unifascialis</i>	0.29	0	1.19	0.56	1.25	69.31
<i>Holothuria kefersteinii</i>	0.18	0.2	1.14	0.62	1.19	70.51
<i>Pharia pyramidata</i>	0.25	0	1.14	0.52	1.19	71.7
<i>Holothuria imitans</i>	0.25	0	1.08	0.51	1.13	72.82
<i>Holothuria impatiens</i>	0.25	0	1.08	0.51	1.13	73.95
<i>Echinometra vanbrunti</i>	0.21	0	1	0.43	1.04	74.99
<i>Astropecten ornatissimus</i>	0	0.2	0.97	0.48	1.01	76
<i>Ophiacantha cosmica</i>	0	0.2	0.97	0.48	1.01	77.01
<i>Ophiernus seminudus</i>	0	0.2	0.97	0.48	1.01	78.02
<i>Ophiotoma paucispina</i>	0	0.2	0.97	0.48	1.01	79.02
<i>Ophiuroglypha plana</i>	0	0.2	0.97	0.48	1.01	80.03
<i>Silax daleus</i>	0	0.2	0.97	0.48	1.01	81.04
<i>Hesperocidaris asteriscus</i>	0.25	0	0.87	0.55	0.9	81.94
<i>Holothuria fuscocinerea</i>	0.07	0.2	0.77	0.55	0.8	82.74
<i>Holothuria difficilis</i>	0.18	0	0.75	0.41	0.78	83.52
<i>Neocucumis veleronis</i>	0.14	0	0.73	0.37	0.76	84.28
<i>Toxopneustes roseus</i>	0.14	0	0.65	0.39	0.67	84.96
<i>Ophiolepis fulva</i>	0.07	0	0.61	0.19	0.64	85.59
<i>Arbacia stellata</i>	0	0.2	0.6	0.49	0.63	86.22
<i>Astropecten regalis</i>	0	0.2	0.6	0.49	0.63	86.85
<i>Clypeaster europacificus</i>	0	0.2	0.6	0.49	0.63	87.47
<i>Clypeaster rotundus</i>	0	0.2	0.6	0.49	0.63	88.1
<i>Heliaster microbrachius</i>	0	0.2	0.6	0.49	0.63	88.73
<i>Lanthonia longifissa</i>	0	0.2	0.6	0.49	0.63	89.35
<i>Luidia latiradiata</i>	0	0.2	0.6	0.49	0.63	89.98
<i>Mellita notabilis</i>	0	0.2	0.6	0.49	0.63	90.6

Puerto Escondido vs Golfo de Tehuantepec, disimilitud promedio = 97.78%						
<i>Diopederma daniana</i>	0	0.8	8.21	0.96	8.4	8.4
<i>Ophiocoma aethiops</i>	0.64	0	4.62	0.7	4.72	13.12
<i>Ophiocomella alexandri</i>	0.64	0	4.62	0.7	4.72	17.84
<i>Astropecten armatus</i>	0	0.6	3.88	0.93	3.97	21.81
<i>Ophiactis simplex</i>	0.45	0.2	3.69	0.6	3.77	25.58
<i>Ophiactis savignyi</i>	0.36	0.2	2.98	0.54	3.05	28.62
<i>Amphiura seminuda</i>	0	0.4	2.92	0.71	2.99	31.61
<i>Ophiosphalma glabrum</i>	0	0.4	2.92	0.71	2.99	34.59
<i>Ophiuroglypha irrorata</i>	0	0.4	2.92	0.71	2.99	37.58
<i>Luidia superba</i>	0	0.4	2.63	0.74	2.69	40.27
<i>Ophiothrix spiculata</i>	0.18	0.4	2.61	0.69	2.67	42.94
<i>Holothuria lubrica</i>	0.36	0	2.48	0.48	2.54	45.48
<i>Holothuria arenicola</i>	0.45	0	2.16	0.8	2.21	47.69
<i>Ophionereis annulata</i>	0.45	0	2.16	0.8	2.21	49.9
<i>Astropyga pulvinata</i>	0	0.4	2.13	0.68	2.18	52.08
<i>Encope micropora</i>	0	0.4	2.13	0.68	2.18	54.26
<i>Luidia columbia</i>	0	0.4	2.13	0.68	2.18	56.44
<i>Luidia tessellata</i>	0	0.4	2.13	0.68	2.18	58.62
<i>Stegophiura ponderosa</i>	0	0.2	1.75	0.45	1.79	60.4
<i>Chiridota aponocrita</i>	0.27	0	1.6	0.5	1.64	62.04
<i>Holothuria kefersteinii</i>	0.27	0.2	1.56	0.71	1.59	63.63
<i>Ophioderma teres</i>	0.27	0	1.49	0.49	1.53	65.16
<i>Ophiothela mirabilis</i>	0.18	0	1.39	0.41	1.42	66.58
<i>Pentacaster cumingi</i>	0.09	0	1.23	0.24	1.26	67.83
<i>Astropecten ornatissimus</i>	0	0.2	1.17	0.47	1.2	69.03
<i>Ophiacantha cosmica</i>	0	0.2	1.17	0.47	1.2	70.24
<i>Ophiernus seminudus</i>	0	0.2	1.17	0.47	1.2	71.44
<i>Ophiotoma paucispina</i>	0	0.2	1.17	0.47	1.2	72.64
<i>Ophiuroglypha plana</i>	0	0.2	1.17	0.47	1.2	73.84
<i>Silax daleus</i>	0	0.2	1.17	0.47	1.2	75.04
<i>Holothuria inornata</i>	0.27	0	1.17	0.57	1.19	76.23
<i>Diadema mexicanum</i>	0.27	0	1.15	0.57	1.17	77.4
<i>Amphiodia sculptilis</i>	0.09	0	1.02	0.26	1.04	78.45
<i>Ophiomysidium lerum</i>	0.09	0	1.02	0.26	1.04	79.49
<i>Eucidaris thouarsii</i>	0.09	0.2	0.97	0.56	1	80.49
<i>Isostichopus fuscus</i>	0.09	0.2	0.97	0.56	1	81.48
<i>Holothuria fuscocinerea</i>	0.09	0.2	0.9	0.57	0.92	82.41
<i>Phataria unifascialis</i>	0.18	0	0.81	0.45	0.83	83.24
<i>Ophiothrix rudis</i>	0.18	0	0.75	0.44	0.77	84
<i>Holothuria imitans</i>	0.18	0	0.73	0.44	0.74	84.75
<i>Holothuria impatiens</i>	0.18	0	0.73	0.44	0.74	85.49
<i>Holothuria portovallartensis</i>	0.18	0	0.73	0.44	0.74	86.24
<i>Ophiolepis pacifica</i>	0.18	0	0.71	0.45	0.72	86.96
<i>Arbacia stellata</i>	0	0.2	0.67	0.48	0.69	87.65
<i>Astropecten regalis</i>	0	0.2	0.67	0.48	0.69	88.34
<i>Clypeaster europacificus</i>	0	0.2	0.67	0.48	0.69	89.03
<i>Clypeaster rotundus</i>	0	0.2	0.67	0.48	0.69	89.71
<i>Heliaster microbrachius</i>	0	0.2	0.67	0.48	0.69	90.4

VIII. DISCUSIÓN

Se han realizado listados taxonómicos previos a este estudio, algunos orientados solamente a una clase y otros al phylum en general; por ejemplo, se realizó un listado sobre asteroideos y echinoideos para la Costa de Oaxaca en donde se registraron 27 especies (Benítez-Villalobos, et al., 2008). Se realizó de igual manera un listado para el Suroeste de México, registrándose para Oaxaca y Chiapas, 94 y 15 especies, respectivamente (Granja- Fernández *et al.*, 2015b); Posteriormente, en un estudio enfocado solamente a la clase Ophiuroidea (Granja- Fernández, *et al.*, 2016), los autores identificaron 3 nuevas especies de Ofiuros, aumentando así la lista a 18 especies para Chiapas. Por último, Benítez-Villalobos *et al.* (2022) en un estudio enfocado para el Sur Pacífico de México, reportaron 88 especies de equinodermos para Oaxaca y 14 para Chiapas.

De acuerdo a los resultados, en la plataforma continental de Oaxaca y Chiapas, el grupo con la mayor amplitud taxonómica fue la clase Echinoidea (7 órdenes, 10 familias y 17 géneros), aunque el grupo con mayor cantidad de especies fue la clase Ophiuroidea con 32 especies. Esto evidencia que la riqueza de especies, no representa la diversidad taxonómica de un sitio dado. Sin embargo, esta diversidad se debe a que estos organismos presentan gran variedad de estrategias alimentarias que pueden alternar dependiendo de las condiciones y tipo de alimento presente (Stancyk, 1999), lo cual les permite explotar hábitats que otros grupos no utilizan y, en consecuencia, producirse una radiación adaptativa que genera numerosas nuevas especies (Honey-Escandón *et al.*, 2008).

La localidad con mayor diversidad taxonómica fue Estacahuite, la cual presenta un valor Δ^+ 70, muy cercano al valor esperado que fue 77, además se demostró que cuenta con la mayor riqueza, con un total de 38 especies de equinodermos, esto podría atribuirse a sus características únicas, como que es una bahía semiprotegida con moderada energía de oleaje. Su profundidad varía de 0.5 a 12 m y existe un área arrecifal de aproximadamente 7300 m² (López-López, 2011). El fondo es arenoso con crestas rocosas asociadas a parches de coral y rodolitos, lo cual hace de ese ambiente una zona de confort para muchas especies, en

especial erizos como la especie *Toxopneustes roseus* que han sido reportados con una alta densidad poblacional en Estacahuite (Benítez-Villalobos y Abadía-Chanona, 2014) debido a que es un habitante común desde la zona intermareal hasta aproximadamente 60 m de profundidad sobre sustrato rocoso, asociado a estructuras de coral, algas coralinas no geniculadas (rodolitos) y/o a parches de arena (James, 1998; Zamorano y Leyte-Morales, 2005b).

Es importante recalcar que la clase ofiuroides, fue la que presentó mayor diversidad taxonómica tanto en la mayoría de las localidades como en los puntos estratégicos. Esto quizás ocurra debido a que los géneros que la conforman, se encuentran asociados a diversos sustratos: coralinos (*Ophiocoma*) (Hendler *et. al.*, 1995), arena situada bajo componentes abióticos (*Ophioderma* y *Ophionereis*), dentro de restos de coral y en esponjas (*Ophiothrix*) (Hendler *et. al.*, 1995; Bejarano-Chavarro *et. al.*, 2004; Granja-Fernández, 2012). Por tanto, la diferencia encontrada en la composición de especies de ofiuros podría estar relacionada con la preferencia a cierto tipo de sustratos.

Este estudio demuestra que la riqueza de especies es mucho mayor para Oaxaca, con un total de 87 especies, mientras que para Chiapas se registraron tan solo 23 (una sola localidad, Puerto Madero), esto se puede comprobar con los resultados de la distinción taxonómica de los puntos estratégicos en donde Huatulco fue el que mayor riqueza obtuvo, con 58 especies, seguido de Puerto Ángel con 53 especies, Puerto Escondido con 39 especies y por último el Golfo de Tehuantepec con 35 especies; a pesar de que este fue el punto estratégico con menor riqueza, fue el que mayor diversidad taxonómica obtuvo ($\Delta+ = 76.08$ y $\Lambda+ = 206.47$) reiterando que es aquí donde se incluye a Puerto Madero como la única localidad de Chiapas.

La alta riqueza de especies en el estado de Oaxaca, puede explicarse debido a la compleja variedad de ambientes y hábitats que posee (manglar, estuarios, arrecifes coralinos, fondos arenosos y fondos rocosos) (Benítez-Villalobos *et. al.*, 2008). Además, muchos sitios evaluados son zonas someras (zona intermareal hasta 35 m de profundidad) que se caracterizan por presentar sustrato arrecifal y rocoso, además se encuentran representadas por especies pertenecientes a los

géneros *Ophiocoma*, *Ophionereis*, *Ophiactis* y *Ophiothrix*, mientras que las zonas profundas (más de 100 m) presentan sustrato arenoso y se encuentran representadas principalmente por las familias Ophiuridae y Amphiuridae.

De las 57 localidades de las que se obtuvo información, se registró que Playa Tijera y Estacahuite son las que obtuvieron mayor riqueza de especies en la clase Holoturoidea y que San Agustín y La Mina son las que presentan mayor riqueza en la clase Ofiuroidea. Las zonas arrecifales poseen generalmente una riqueza de especies más altas, lo que es atribuible a que brindan una amplia gama de microhábitats, los cuales poseen una compleja y heterogénea topografía como resultado de procesos de deposición acumulativa de material calcáreo y en donde se concentran volúmenes masivos de cascajo no consolidado y arena (Hendler *et al.* 1995). Por otro lado, las localidades con menor riqueza de especies fueron San Agustín y Bahía Rosario con una especie, posiblemente esta baja cifra se deba a la falta de estudios y muestreos en estas zonas.

Mientras que Puerto Madero es la localidad de mayor riqueza de especies en las clases Asteroidea y Echinoidea a pesar de la poca investigación realizada en esta zona. Esto es debido a que la región forma parte del Golfo de Tehuantepec, caracterizado por una plataforma continental con fondos blandos (Lara-Lara *et al.*, 2008), lo cual les brinda un amplio hábitat, que les ofrece protección y alimento, dado que la mayoría de la especies son detritívoras, filtradoras o carroñeras y permanecen enterradas en la arena o el fango.

Las localidades pertenecientes al Golfo de Tehuantepec son completamente diferentes en la composición de especies, frente a las localidades restantes, puesto que es afectado por importantes fenómenos meteorológicos, conocidos localmente como "tehuanos", es decir, vientos del norte que ocurren durante la temporada seca en el Golfo de México (Tapia-García *et al.*, 2007); Lara-Lara *et al.*, 2008). Lo que provoca que disminuya la temperatura de la superficie del mar, aumente la salinidad y se modifique la recirculación del agua, provocando un aumento de nutrientes y producción primaria, en consecuencia estas localidades se convierten en las

predilectas para diferentes especies de equinodermos (Granja- Fernández *et al.* 2016).

El Golfo de Tehuantepec comprende treinta localidades, mismas que forman parte de la ecorregión Pacífico centroamericano la cual se trata de una región de productividad superficial elevada que experimenta una alta variabilidad estacional debido a las surgencias y que está fuertemente influenciada por la descarga de agua dulce proveniente de lagunas costeras y de sistemas fluviales presentes en las zonas costeras en Chiapas, así como por los vientos provenientes del golfo de México. El sustrato varía y puede estar compuesto de mezclas variables de fango, arena y grava. Además, la región se caracteriza por presentar aguas someras con un contenido mínimo de oxígeno (Wilkinson *et al.*, 2009).

Las localidades pertenecientes a los grupos estratégicos de Puerto Ángel, Puerto Escondido y Huatulco son las que mayor similitud taxonómica de equinodermos comparten, debido a que pertenecen a un litoral con características tropicales en la que predominan los acantilados bajos, bahías y puntas rocosas (León *et al.*, 1993), siendo el paisaje muy similar en estos, lo que les confieren al litoral una gran riqueza florística y faunística (Benítez-Villalobos *et al.*, 2008). Estas localidades, en total 27, pertenecen a la ecorregión del Pacífico transicional mexicano el cual se caracteriza por una compleja geomorfología que es afectada por huracanes que causan disturbios en los sistemas físicos, biológicos y humanos (Wilkinson *et al.*, 2009).

El sur del Pacífico mexicano particularmente La Entrega, Oaxaca, en comparación con algunas localidades de la costa del Pacífico Norte se considera como la localidad de contribución baja a la diversidad taxonómica de la región debido al deterioro que presentan los arrecifes por las actividades humanas, principalmente el turismo (Zamora y Leyte-Morales, 2005- Benítez-Villalobos *et al.*, 2008). Sin embargo en este estudio La Entrega, es una localidad con una diversidad alta, contando con veinte especies de equinodermos presentes, lo cual demuestra lo contrario.

Es importante destacar que los equinodermos son un grupo de organismos poco estudiados no solo en Oaxaca y Chiapas, sino en el resto del Pacífico mexicano, pese a la alta importancia ecológica que poseen en los ecosistemas. En ese sentido, las curvas de acumulación de especies mostraron que a pesar del alto número de especies encontrado, aún faltan especies por ser descubiertas, sobre todo en zonas profundas. El conocimiento de la diversidad biológica, índices taxonómicos e inventarios de las especies a lo largo de su distribución, permitirá determinar las áreas o localidades de mayor diversidad taxonómica, tanto para el establecimiento de las áreas ecológicamente sensibles como para el uso de áreas protegidas (del Valle-García *et al.*, 2008). De tal manera que se propone aumentar el número de muestreos en zonas profundas, arenosas y en manglar para incrementar y/o complementar el conocimiento de la biodiversidad de equinodermos en la zona.

IX. CONCLUSIONES

El grupo con la mayor amplitud taxonómica fue la clase Echinoidea con 20 especies (7 órdenes, 10 familias y 17 géneros), mientras que el grupo con mayor cantidad de especies fue la clase Ophiuroidea con 32 especies (4 órdenes, 13 familias y 24 géneros). Esta riqueza de especies no representa la diversidad taxonómica del sitio.

Se demostró que la localidad con mayor riqueza de especies es Estacahuite contando con 38 especies de equinodermos y además una de las más diversas taxonómicamente con un valor Δ^+ 70 de 77 que era el valor esperado, por que presenta un ambiente adecuado para los equinodermos por las características favorables de oleaje, profundidad, tipo de fondo arenoso-rocoso, entre otras; mientras que las menos diversas fueron San Agustín y Bahía Rosario con una especie, donde posiblemente haya una mayor diversidad de equinodermos, pero las investigaciones en estas zonas son pocas aún.

Playa Tijera y Estacahuite son las localidades más diversas en la clase Holoturoidea, San Agustín y La Mina son las más diversas en la clase Ophiuroidea y Puerto Madero es la más diversa en las clases Asteroidea y Echinoidea debido a que la región forma parte del Golfo de Tehuantepec que se caracteriza por tener una plataforma continental con fondos blandos lo cual les brinda un amplio hábitat, protección y alimento.

De las 30 localidades que pertenecen a la ecorregión Pacífico centroamericano se diferencian de las 27 restantes que pertenecen a la ecorregión del Pacífico transicional mexicano, debido a que la primera es una región de gran productividad superficial con una alta variabilidad estacional gracias a las surgencias, influenciada por la descarga de agua dulce proveniente de lagunas costeras y de sistemas fluviales presentes en las zonas costeras en Chiapas y por los vientos provenientes del golfo de México; mientras que la última posee un sustrato que varía y está compuesto de mezclas variables de fango, arena y grava, además se caracteriza por presentar aguas someras con un contenido mínimo de

oxígeno y una compleja geomorfología que es afectada por huracanes que causan disturbios en los sistemas físicos, biológicos y humanos.

Se determinó que la comunidad de equinodermos del Pacífico sur es muy diversa taxonómicamente, sin embargo las investigaciones siguen siendo escasas para esta plataforma continental, en el litoral somero y mayor aún en las zonas de profundidad.

Puerto Madero tuvo una mayor riqueza en las clases Asteroidea y Echinoidea. Por lo tal se rechaza la hipótesis nula respecto a estas dos clases, demostrando que es un Hotspot para estas mismas. La diversidad está mayormente relacionada con el poco esfuerzo de muestreo que se ha realizado y con las características ambientales, por lo tanto, es totalmente recomendable realizar más investigaciones en esta zona para obtener de esta forma mayor conocimiento acerca de la diversidad taxonómica de los equinodermos que ahí habitan.

X. LITERATURA CITADA

- Agassiz, A. 1881. Report of the echinoidea dredged by the H.M.S. Challenger during the year 1873–76. Report of the Scientific Results of the Voyage of the H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. *Zoology*. 3: 1–321.
- Alvarado, J. J., Solís-Marín, F. A. y Ahearn, C. G. 2010. Echinoderm (Echinodermata) diversity in the Pacific coast of Central America. *Marine Biodiversity*. 40(1): 45–56.
- Bejarano-Chavarro, S., Zea, S. y Díaz, J. M. 2004. Esponjas y otros microhábitats de ofiuros (Ophiuroidea: Echinodermata) en ambientes arrecifales del Archipiélago de San Bernardo (Caribe colombiano). *Boletín de Investigaciones Marinas Costeras*. 33: 29–47.
- Benavides-Serrato, M., Borrero-Pérez, G. H. y Díaz-Sánchez, C. M. 2011. Equinodermos del Caribe Colombiano I: Crinoidea, Asteroidea y Ophiuroidea. Series de Publicaciones Especiales de INVEMAR 22. Santa Marta, Colombia.
- Benítez-Villalobos, F. y Abadía-Chanona, Q. Y. 2014. Densidad poblacional, distribución espacial y mortalidad natural del erizo de mar *Toxopneustes roseus* (Camarodonta: Toxopneustidae) en tres sitios de Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*. 63 (2): 121–133.
- Benítez-Villalobos, F., Castillo-Lorenzano, E. y Gonzáles-Espinosa, G. S. 2008. Listado taxonómico de los equinodermos (Echinodermata: Asteroidea y Echinoidea) de la costa de Oaxaca en el Pacífico sur mexicano. *Revista de Biología Tropical*. 56(3): 75–81.
- Benítez- Villalobos, F., Granja- Fernandez, G., Jiménez-Antonio, O., y Lizárraga-Rodríguez, A. 2022. Equinodermos (Echinodermata). En: Bastida-Zavala, J. R. y Garcia-Madrigal, M. del. S. (Eds.). Invertebrados marinos y costeros del Pacífico Sur de México. Universidad del Mar Puerto Ángel. México. Pp. 277–295.
- Birkeland, C. 1989. The influence of echinoderms on coral-reef communities. En: Jangoux, M. y Lawrence. J. (Eds.). Echinoderm studies. Volumen 3. A. A. Balkema, Rotterdam. Pp. 1–79.

- Calva, L. G. 2002a. Hábitos alimenticios de algunos equinodermos. Parte 1. Estrellas de mar y estrellas serpiente. *ContactoS*. 46: 59–68.
- Calva, L. G. 2002b. Hábitos alimenticios de algunos equinodermos. Parte 2. Erizos de mar y Pepinos de mar. *Contactos*. 47: 54–63.
- Campbell, N., Neat, F., Burns, F. y Kunzlik, P. 2011. Species richness, taxonomic diversity, and taxonomic distinctness of the deep-water demersal fish community on the Northeast Atlantic continental slope (ICES Subdivision VIa). *ICES Journal of Marine Science*. 68(2): 365–376.
- Carpenter, P. H. 1884. Report of the crinoidea collected by H. M. S. Challenger during the years 1873-76. Report of the Scientific Results of the Voyage of the H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. *Zoology*. 3: 1–321.
- Caso, M. E. 1954. Contribución al conocimiento de los Holoturoideos de México: Algunas especies de Holoturoideos litorales y descripción de una nueva especie, *Holothuria portovallartensis*. *Anales del Instituto de Biología*. Universidad Nacional Autónoma de México. 25: 417–442.
- Caso, M. E. 1976. El estado actual del estudio de los equinodermos de México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. 3(1): 1–56.
- Caso, M. E. 1978. Los Equinoideos del Pacífico de México. Parte primera. Ordenes Cidaroida y Aulodonta. Parte segunda. Ordenes Stiridonta y Camarodonta. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. 1: 1–244.
- Caso, M. E. 1980. Los Equinoideos del Pacífico de México. Parte tercera. Orden Clypeasteroida. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. Publicación Especial. 4: 1–252.
- Caso, M. E. 1983. Los Equinoideos del Pacífico de México. Parte cuarta. Ordenes Cassiduloida y Spatangoida. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. 6:1–200.
- Caso, M. E. 1986. Los equinodermos del Golfo de California colectados en las campañas Sipco I-II-III, a bordo del B/O EL PUMA. *Anales del Instituto de*

- Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. 13(1): 91–184.
- Caso, M. E. 1992. Los equinodermos Acteroideos, ofiuroideos y equinoideos de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. 11: 1–214.
- Caso, M. E., Laguarda-Figueras, M. E. A., Solís-Marín, F. A., Ortega-salas, A y Durán-González, A. L. 1994. Contribución al conocimiento de la ecología de la comunidad de equinodermos de la laguna de Términos, Campeche, México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. 21: 67–85.
- Chamucero-Santacoloma, J. C., Trujillo-Trujillo, E. y Jiménez-Carvajal, D. A. 2011. La biodiversidad y el papel de los ingenieros ecosistemas en su mantenimiento. *Momentos de Ciencia*. 8: 8–15.
- Clark, H. L. 1920. Holothuroidea. XXXIII. Reports on the scientific results of the expedition to the Eastern tropical pacific, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish. Comission Steamer “Albatross”, from October, 1904, to March, 1905, Lieut. Commander L. M. Garrett, U.S.N., Commanding. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology*. Harvard Collection. 39: 119–154.
- Clarke K. R. y Warwick, R. M. 1998. A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *Journal of Applied Ecology*. 35: 523–531.
- Clarke K. R. y Warwick R. M. 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Marine Ecology Progress. Series*. 216: 265–278.
- Clarke, K. R. y Gorley, R. N. 2006. Primer v6: user manual and tutorial. Primer-E. Plymouth, Union Kingdom.
- Cruz-Motta, J. J. 2007. Spatial analysis of intertidal tropical assemblages associated with rocky shores in Venezuela. *Ciencias Marinas*. 33(2): 133–148.
- Del Valle-García, R., Abreu-Pérez, M., Rodríguez, R., Solís-Marín, F. A., Laguarda-Figueras, A. y Durán-González, A. de la L. 2008. Equinodermos (Echinodermata) del occidente del Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. *Revista de Biología Tropical*. 56(3): 19–35.

- Glynn, P. W. 1988. El Niño warming, coral mortality and reef framework destruction by echinoid bioerosion in the eastern Pacific. *Galaxea*. 7: 129–160.
- Granja-Fernández, M. R. 2012. Los ofiuroides (Echinodermata: Ophiuroidea) de Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar. Puerto Ángel, Pochutla, Oaxaca.
- Granja-Fernández, M. R. y López-Pérez, R. A. 2012. Biodiversidad de ofiuroides (Echinodermata: Ophiuroidea) de Oaxaca y Chiapas. En: Sánchez, A. J., Chiappa-Carrara, X. y Brito-Pérez, R. (Eds.). Recursos acuáticos costeros del sureste. UNAM-UNACAR-UJAT-ECOSUR. México. Pp. 356–370.
- Granja-Fernández, M. R., Herrero-Pérezrul, M. D., López-Pérez, R. A., Hernández-Morales, A. y Rangel-Solís, P. D. 2015a. A literature review of the Ophiuroidea (Echinodermata) from the Pacific coast of Mexico. *Revista de Biología Tropical*. 63(2): 37–47.
- Granja-Fernández, M. R., Solís-Marín, F. A., Benítez-Villalobos, F., Herrero-Pérezrul, M. D. y López-Pérez, A. 2015b. Checklist of echinoderms (Echinodermata) from the Southern Mexican Pacific: a historical review. *Revista de Biología Tropical*. 63(2): 87–114.
- Granja-Fernández, R., Rangel-Solís, P. D., Herrero-Pérezrul, M. D. y López-Pérez, A. 2016. New records of Ophiuroidea (Echinodermata) from the coast of Chiapas, Mexico. *Hidrobiológica*. 26(1): 143–146.
- Hendler, G., Miller, J. E., Pawson, D. L. y Kier, P. M. 1995. Sea stars, sea urchins, and allies. Echinoderms of Florida and the Caribbean. Smithsonian Institution, Hong Kong.
- Hendrickx, M. E., Brusca, R. C. y Findley, L. T. 2005. Echinodermata, A distributional checklist of the macrofauna of the Gulf of California, Mexico. Part I. Invertebrates. Arizona-Sonora Desert Museum. Tucson, Arizona, E. U. A. Pp. 327–343.
- Honey-Escandón, M., Solís-Marín, F. A. y Laguarda-Figueras, A. 2008. Equinodermos (Echinodermata) del Pacífico Mexicano. *Revista de Biología Tropical*. 56(3): 57–73.

Hooker, Y., Solís-Marín, F. A., y Lleellish, M. 2005. Equinodermos de las Islas Lobos de Afuera (Lambayeque, Perú). *Revista Peruana de Biología*. 12(1): 77–82. http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/biod_EMN1.html.

Ingresado 25 de Noviembre del 2022.

James, D. W. 1998. La biología de *Toxopneustes roseus* en lechos de rodolito en Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Universidad Estatal de San José, San José, California.

Laguarda-Figueras, A., Hernández-Herrejón, L. A., Solís-Marín, F. A. y Durán-González, A. 2009. Ofiuroides del Caribe mexicano y Golfo de México. ICMYL-UNAM, CONABIO. México. Pp. 241–246.

Lara-Lara, J. R., Arenas-Fuentes, V., Bazán-Guzmán, C., Díaz-Castañeda, V., Escobar-Briones, E., García-Abad, M. D. L. C, Gaxiola-Castro, G., Robles-Jarero, G., Sosa-Ávalos, R., Soto-González, L. A., Tapia-García, M. y Holguín-Valdez, J. E. 2008. Los ecosistemas marinos, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO. México. Pp. 135–159.

Lawrence, J. 1987. A functional biology of echinoderms. Croom Hel.

León-Tejera, H. P. y González-González, J. 1993. Macroalgas de Oaxaca. En: Salazar-Vallejo, S. I, y González, N. E. (Eds.). Biodiversidad Marina y costera de México. CONABIO-CIQRO, México. Pp. 486–498.

López-López, D. A. 2011. Bioerosión provocada por el erizo *Diadema mexicanum* A. Agassiz, 1863 en localidades de Oaxaca y Guerrero, México Tesis de licenciatura. Universidad del Mar, Puerto Ángel, Oaxaca. México

Maluf, L. Y. 1988. Composition and distribution of the Central Eastern Pacific echinoderms. *Technical Report Natural History Museum Los Angeles County*. 2: 1–242.

Maluf, L. I. y Brusca, R. C. 2005. Echinodermata, Chapter 18. En: Hendrickx, M. E., Brusca, R. C. y Findley, L. T. (Eds.). A distributional checklist of the macrofauna of the Gulf of California, Mexico. Part I. Invertebrates. [Listado y distribución de la macrofauna del golfo de California, México, Parte I.

- Invertebrados]. Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson, Arizona, E. U. A. Pp. 327–343
- Menge, B. A. y Branch, G. M. 2001. Rocky intertidal communities. En: Bertness, M. D, Gaines, S. D. y Hay, M. E. (Eds.). *Marine Community Ecology*. Sinauer Associates, Sunderland. Pp. 211–254.
- Mokady, O., Lazar, B., y Loya, Y. 1996. Echinoid Bioerosion as a Major Structuring Force of Red Sea Coral Reefs. *The Biological Bulletin*. 190(3): 367–372.
- Morberg, F. y Folke C. 1999. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecological Economics*. 29: 215–233.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- Pawson, D. L. 2007. Phylum Echinodermata. En: Zhang, Z. Q. y Shear, W. A. (Eds.). *Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy*. *Zootaxa*. 1668: 749–764.
- Pech, D., Ardisson, P. Comunidades acuáticas. <https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap3/09%20Diversidad%20en%20el%20bentos.pdf>. Consultado el 17 de enero del 2023.
- Penagos-García, F. E., Lam-Gordillo, O., Rivera-Velázquez, G., Tapia-García, M. y Juárez-Hernández, G. 2012. Equinodermos (Echinodermata) de la línea de costa y de la plataforma continental de la Región Soconusco, Chiapas, México. *Lacandonia*. 6(1): 55–63.
- Ramírez-Féliz, E. 2000. Análisis de la extracción de erizo rojo de mar (*Strongylocentrotus franciscanus*) según especie clave y conectividad en el área de Santo Tomás a Punta China, Baja California, México. *Ciencia Pesquera*. 14: 19–22.

- Rodríguez-Estrada, I. 2016. Ofiuroideos Echinodermata: Ophiuroidea de Puerto Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Rodríguez-Troncoso, A. P., Sotelo-Casas, R. C., Galván-Villa, C. M., Godínez-Domínguez, E., Flores-Ortega, J. R., del Castillo-Fernández, K. M. y Solís-Marín, F. A. 2013. Equinodermos de la Costa Sur de Jalisco y Colima. En: Godínez-Domínguez, E. y Franco-Gordo, M. C. (Eds.). Inventario de biodiversidad de la costa Sur de Jalisco y Colima. Volumen 2. México. Universidad de Guadalajara. Pp. 46–60.
- Roux, M. y Pawson, D. L. Two new Pacific Ocean species of hyocrinid crinoids (Echinodermata), with comments on presumed giant-dwarf gradients related to seamounts and abyssal plains. 1999. *Pacific Science*. 3: 289–298.
- Ruppert, E. E. y Barnes, R. D. 1996. Zoología de los Invertebrados. McGraw - Hill Interamericana. México.
- Salazar-Vallejo, S. I. y González, N. E. 1990. Ecología costera en la región de La Mancha, Veracruz. *La Ciencia y El Hombre*. 6:101–120.
- Samyn, Y., Vandenspiegel, D., y Massin, C. 2006. Taxonomie des holothuries des Comores. *AbcTaxa*. 1:1–130.
- Shimatani, 2001. On the measurement of species diversity incorporating species differences. *Oikos*. 93: 135–147.
- Solís-Marín, F. A. 1998. Catálogo de los equinodermos recientes de México (Fase I). UNAM, Instituto de Ciencia del Mar y Limnología. Informe Final SNIB-Conabio Proyecto Num. G010. México.
- Solís-Marín, F. A. 2003. Systematics and phylogeny of the holothurian family Synallactidae. Tesis de Doctorado. University of Southampton, Gran Bretaña.
- Solís-Marín, F. A., Arriaga-Ochoa, A. J., Laguarda-Figueras, A. J., Frontana-Uribe, A. y Durán-González, S. C. 2009. Holoturoideos (Echinodermata: Holothuroidea) del Golfo de California. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México, D.F.

- Solís-Marín, F. A., Herrero-Pérezrul, M. D., Laguarda-Figueras, A. y Torres-Vega, J. 1993. Asteroideos y equinoideos de México (Echinodermata). En: Salazar-Vallejo, S. I. y González, N. E. (Eds.). Biodiversidad marina y costera de México. CONABIO-CIQRO. México. Pp. 91–105.
- Solís-Marín, F. A. y Honey-Escandón, M. B. I. 2013. Echinoderm research and diversity in Latin America. Springer. New York, E. U. A.
- Solís-Marín, F. A., Honey-Escandón, M. B. I., Herrero- Pérezrul, M. D., Benítez-Villalobos, F., Díaz-Martínez, J. P., Buitrón-Sánchez, B. E., Palleiro-Nayar, J. S. y Durán-González, A. 2013. The echinoderms of Mexico: biodiversity, distribution and current state of knowledge. En: Alvarado-Barrientos, J. J. y Solis-Marin, F. A. (Eds.). Echinoderm research and diversity in Latin America. Springer-Verlag, Berlin. Pp. 11–65.
- Solís-Marín, F. A., Laguarda-Figueras, A., Durán-González, A., Gust-Ahearn, C. y Torres-Vega, J. 2005. Echinoderms (Echinodermata) from the Gulf of California, México. *Revista de Biología Tropical*. 53 (3): 123-137.
- Solís-Marín, F. A., Laguarda-Figueras, A. y Honey-Escandón, M. 2014. Biodiversidad de equinodermos (Echinodermata) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 441–449.
- Solís-Marín, F. A., Reyes-Bonilla, H., Herrero-Pérezrul, M. D., Arizpe-Covarrubias, O. y Laguarda-Figueras, A. 1997. Sistemática y distribución de los equinodermos de la Bahía de La Paz. *Ciencias Marinas*. 23(2): 249–263.
- Stancyk, S. E. 1999. Predatory behavior of echinoderms. En: Canida-Carnevaly M. D. y Bonaforo, F. (Eds.). Echinoderm Research 1998. Balkema. Rotterdam.
- Steneck, R. S. 2013. Sea Urchins as drivers of shallow benthic marine community structure. En: Lawrence, J. M. (Ed.). Developments in Aquaculture and Fisheries Science. Sea urchins: biology and ecology. Third edition. 38: 195–212.
- Tapia-García, M., García-Abad, M. C., Carranza-Edwards, A, y Vázquez-Gutiérrez, F. (2007). Environmental characterization of the continental shelf of the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Geofísica internacional*. 46(4): 249–260.

- Toro-Farmer, G., Cantera, J. R. K., Londoño-Cruz, E., Orozco, C. y Neira, R. O. 2004. Patrones de distribución y tasas de bioerosión del erizo *Centrostephanus coronatus* (Diadematoida: Diadematidae), en el arrecife de Playa Blanca, Pacífico colombiano. *Revista de Biología Tropical*. 52: 67–76.
- Verrill, A. E. 1871. Notes on the Radiata in the Museum of Yale College, with Descriptions of New Genera and Species. No. 8. Additional observations on echinoderms, chiefly from the Pacific Coast of America. Trans. Connecticut
- Warwick, R. M. y Clarke, K. R. 1991. A Comparison of some methods for analysing changes in benthic community structure. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 71(1): 225–244.
- Warwick, R. M. y Clarke, K. R. 1995. New biodiversity measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Marine Ecology Progress Series*. 129: 301–305.
- Warwick, R. M. y Clarke, K. R. 1998. Taxonomic distinctness and environmental assessment. *Journal of Applied Ecology*. 35(4): 532–543.
- Wilber, D. H. y Clarke, D. G. 1998. Estimating secondary production and benthic consumption in monitoring studies: A case study of the impacts of dredged material disposal in Galveston Bay, Texas. *Estuaries*. 21(2): 230–245.
- Wilkinson, T., Wiken, E., Bezaury-Creel, J., Hourigan, T., Agardy, T., Herrmann, H., Janishevski, L., Madden, C., Morgan, L. y Padilla, M. 2009. Ecorregiones marinas de América del Norte, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal. Pp. 1–200.
- Yupanqui, W., Quipúzcoa, L., Marquina, R., Velazco, F., Enríquez, E. y Gutiérrez, D. 2007. Composition and distribution of macrobenthos in the Bay of Sechura, Piura, Peru. *Revista Peruana de Biología*. 14(1): 75–85.
- Zamorano, P. y Leyte-Morales, G. E. 2005a. Cambios en la diversidad de equinodermos asociados al arrecife coralino de La Entrega, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*. 9: 19–28.
- Zamorano, P., y Leyte-Morales, G. E. 2005b. Densidad poblacional de cuatro especies de erizo (Echinodermata: Echinoidea) en el arrecife La Entrega, Oaxaca. *Oceánides*. 20: 65–72.