



**UNIVERSIDAD DEL MAR  
Campus Puerto Ángel**

**LICENCIATURA EN BIOLOGÍA MARINA**

**“Los Ofiuroideos (Echinodermata: Ophiuroidea) de  
Oaxaca”**

**TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGO  
MARINO**

**PRESENTA:  
María Rebeca Granja Fernández**

**DIRECTOR:  
Dr. Francisco Benítez Villalobos**

**CO-DIRECTOR:  
Dr. Ramón Andrés López Pérez**

**Puerto Ángel, Oaxaca, México**

**2009**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>RESUMEN</b>                           |           |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>                 | <b>2</b>  |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS</b>                  | <b>3</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                      | <b>4</b>  |
| <b>OBJETIVOS</b>                         | <b>9</b>  |
| <b>ÁREA DE ESTUDIO</b>                   | <b>9</b>  |
| <b>MATERIAL Y MÉTODOS</b>                | <b>11</b> |
| <i>Trabajo de Campo</i>                  | <b>11</b> |
| <i>Trabajo de Gabinete</i>               | <b>13</b> |
| <i>Análisis de Datos</i>                 | <b>13</b> |
| <b>RESULTADOS</b>                        | <b>16</b> |
| <i>Taxonomía y Distribución</i>          | <b>16</b> |
| <i>Composición de la Comunidad</i>       | <b>52</b> |
| <b>DISCUSIÓN</b>                         | <b>61</b> |
| <i>Taxonomía y Distribución</i>          | <b>61</b> |
| <i>Composición y Riqueza de especies</i> | <b>63</b> |
| <b>CONCLUSIONES</b>                      | <b>71</b> |
| <b>LITERATURA CITADA</b>                 | <b>72</b> |

## Índice de Figuras

**Figura 1.** Localidades del área de estudio, Oaxaca, México.

**Figura 2.** Morfología dorsal de ofiuroides. A) Parte dorsal del disco; B) Parte dorsal de un brazo. Tomado de Hendler *et.al.* (1995).

**Figura 3.** Morfología ventral de ofiuroides. A) Parte ventral del disco; B) Parte dorsal de un brazo; C) Estructuras de la mandíbula e interrradio del disco. Tomado de Hendler *et.al.*(1995).

**Figura 4.** Curva de acumulación de especies de ofiuroides del estado de Oaxaca y curvas de acumulación determinadas por los estimadores no paramétricos. ▲=Curva de acumulación de especies observada, ▼ = Chao 2, ■ = Jacknife 1, ◆ = Jacknife 2.

**Figura 5.** Curva de acumulación de especies de ofiuroides de zonas someras y curvas de acumulación determinadas por los estimadores no paramétricos. ▲=Curva de acumulación de especies observada, ▼ = Chao 2, ■ = Jacknife 1, ◆ = Jacknife 2.

**Figura 6.** Curva de acumulación de especies de ofiuroides de zonas profundas y curvas de acumulación determinadas por los estimadores no paramétricos. ▲=Curva de acumulación de especies observada, ▼ = Chao 2, ■ = Jacknife 1, ◆ = Jacknife 2.

**Figura 7.** Curva de acumulación de especies de ofiuroides de zonas arrecifales y curvas de acumulación determinadas por los estimadores no paramétricos. ▲=Curva de acumulación de especies observada, ▼ = Chao 2, ■ = Jacknife 1, ◆ = Jacknife 2.

**Figura 8.** Curva de acumulación de especies de ofiuroides de zonas no arrecifales y curvas de acumulación determinadas por los estimadores no paramétricos. ▲=Curva de acumulación de especies observada, ▼ = Chao 2, ■ = Jacknife 1, ◆ = Jacknife 2.

**Figura 9.** Comparación entre trabajos de ofiuroides realizados de acuerdo al número de localidades muestreadas. Barra negras = número de localidades visitadas, Barras grises = número de especies encontradas. a = Sandoval-Díaz (1988), b = Rodríguez-Palacios (1989), c = Luke (1982), d = Mitchell-Arana (1994), e = Gamboa-Contreras & Tapia-García (1998), f = Benítez-Villalobos (2000), g = Zamorano & Leyte-Morales (2005), h = ICML-UNAM, i = USNM, j = REMIB, k = Este trabajo.

**Figura 10.** Comparación entre trabajos de ofiuroides realizados de acuerdo al número de sustratos muestreados. Barras negras = número de sustratos muestreados, Barras grises = número de especies encontradas. a = Sandoval-Díaz (1988), b = Rodríguez-Palacios (1989), c = Mitchell-Arana (1994), d = Benítez-Villalobos (2000), e = Zamorano & Leyte-Morales (2005), f = Este Trabajo.

## Índice de Tablas

**Tabla I.** Análisis de importancia relativa de especies (SIMPER) en zonas profundas y someras. Se muestran valores de Abundancia promedio, Similitud promedio, Similitud/desviación estándar, Contribución en porcentaje y Acumulación en porcentaje.

**Tabla II.** Disimilitud promedio en localidades profundas y someras. Se muestra valores de Abundancia promedio de zonas someras, Abundancia promedio de zonas profundas, Disimilitud/desviación estándar, Contribución en porcentaje y Acumulación en porcentaje.

**Tabla III.** Análisis de importancia relativa de especies (SIMPER) de zonas arrecifales y no arrecifales. Se muestran valores de Abundancia promedio, Similitud promedio, Similitud/desviación estándar, Contribución en porcentaje y Acumulación en porcentaje.

**Tabla IV.** Disimilitud promedio en zonas arrecifales y no arrecifales. Se muestra valores de Abundancia promedio de zonas arrecifales, Abundancia promedio de zonas no arrecifales, Disimilitud/desviación estándar, Contribución en porcentaje y Acumulación en porcentaje.

**Tabla V.** Estudios de ofiuroideos realizados en Oaxaca, así como el área de estudio comprendida y número de especies encontrado.

## Introducción

El phylum Echinodermata (del griego *echinos*: espina; *derma*: piel) se encuentra constituido por especies exclusivamente marinas de ambientes bentónicos. Existen aproximadamente 16 clases extintas con más de 13,000 especies fósiles descritas. En la actualidad, se reconocen por lo menos 6,500 especies vivas representadas en cinco clases bien caracterizadas: Asteroidea, Echinoidea, Holothuroidea, Crinoidea y Ophiuroidea (Hendler *et.al.* 1995).

La clase Ophiuroidea se encuentra representada por aproximadamente 2,000 especies, 250 géneros y 25 familias. Los ofiuros viven en todos los tipos de hábitats marinos e incluso en zonas salobres, son abundantes sobre los fondos blandos tanto en aguas costeras como a grandes profundidades y, pueden estar asociados a corales, algas, esponjas, crustáceos, poliquetos, estrellas de mar y erizos (Hendler & Littman 1986, Hendler 1996, Hickman 1998).

El cuerpo de estos organismos se encuentra compuesto por un disco central y brazos formados por “vértebras” calcáreas. La boca se encuentra en la parte ventral y está formada por cinco mandíbulas y cinco escudos orales (uno en cada interrradio), en donde uno de esos escudos funciona como la madreporita. En la parte ventral de la base de cada brazo, existen dos escudos adorales y dos escudos orales. Los escudos orales contienen una serie de “dientes pequeños” llamados papilas orales. Por debajo de las papilas orales, se encuentran unas estructuras más grandes denominadas dientes o papilas dentales. En los lados de la base de los radios (parte interr radial), se encuentran unas ranuras denominadas hendiduras genitales que a su vez, dan paso internamente a la cavidad genital. Los brazos pueden ser ramificados o simples, y se encuentran formados por placas dorsales, ventrales y laterales, estas últimas sostienen espinas. Cada segmento del brazo posee pares de escamas tentaculares que cubren un orificio (poro tentacular) por donde se proyecta un pie tentacular (Fell 1975, Hendler 1996).

Cabe destacar que, debido a que los brazos son sólidos, muchas funciones como la respiración, eliminación de desechos y reproducción (las cuales se generan por medio de las hendiduras de la bursa) se encuentran confinadas al disco. Por otro lado, estos organismos, al igual que los demás equinodermos, poseen estructuras celómicas adicionales incluyendo los sistemas hemal y vascular acuífero. El primero aunque es rudimentario, actúa en el transporte de nutrientes, mientras que el sistema vascular acuífero sirve como sistema locomotor y cumple con la función de transportar los alimentos (Fell 1975, Hendler 1996, Ruppert & Barnes 1996).

El sistema digestivo es simple ya que la boca abre paso a un saco ciego denominado estómago, el cual ocupa la mayor parte del interior del disco; además, no hay presencia de ano. Los ofiuros presentan gran variedad de estrategias de alimentación ya que pueden ser carnívoros, carroñeros, consumidores de materia orgánica o filtradores. Cabe destacar que estos dos últimos mecanismos poseen gran ventaja, ya que los organismos solo necesitan extender algunos de sus brazos desde su refugio, para poder aprovechar diversas fuentes alimenticias. Por otro lado, aquellos organismos que son carnívoros se alimentan sobre todo de poliquetos, moluscos, pequeños crustáceos e inclusive otros ofiuros. Las dietas en las diferentes especies pueden variar como resultado de los mecanismos de alimentación y modo de vida (Pearson & Gage 1984, Ruppert & Barnes 1996, Yokoyama & Amaral 2008).

La mayoría de ofiuros son dioicos y pueden presentar formas hermafroditas. Las gónadas se encuentran como pequeños sacos unidos a la pared de las bursas genitales. La mayor parte de especies poseen fecundación externa, sin embargo, también puede haber organismos que incuban sus huevos. Otras especies pueden presentar reproducción asexual por la división del disco en dos mitades. Estos organismos poseen la capacidad de autotomizarse, es decir, son capaces de desprenderse de un brazo (o disco en la reproducción asexual) de forma voluntaria, mientras que la porción perdida se regenera posteriormente. Esta resulta ser una

acción beneficiosa cuando los individuos son atacados por un depredador (Fell 1975, Hendler 1996, Ruppert & Barnes 1996).

Los ofiuroideos poseen “ojos” fotosensibles gracias a unos nódulos transparentes microscópicos situados en las placas esqueléticas. Mediante estos nervios, son posibles los ajustes de luz, los cuales permiten a los ofiuros detectar grietas y escapar de sus depredadores y competidores. Es importante destacar que, la mayoría de especies presenta fototropismo negativo por lo que poseen hábitos nocturnos y tienden a esconderse de la luz. Por otra parte, estos nódulos hacen que los individuos sean capaces de cambiar de color de acuerdo a la cantidad de luz. Este color en la mayoría de las especies es complejo ya que los patrones de pigmentación se pueden transformar dramáticamente conforme el organismo crece (Hendler 1996, Ruppert & Barnes 1996).

Además de la automización y la capacidad de los ajustes de luz, los ofiuros poseen otros mecanismos de defensa como luminiscencia, escape muy rápido, emanación de sabor desagradable y el reflejo de detenerse en cuanto perciben a un depredador (Hendler 1996). Se dice que los ofiuroideos presentan un gran éxito evolutivo y de colonización debido a su gran movilidad, tamaño pequeño, variedad de hábitos alimenticios, mecanismos de defensa y capacidad de utilizar espacios inaccesibles para otras especies (Booolootian 1966, Ruppert & Barnes 1996)

En la actualidad, los ofiuroideos no son considerados como especies comerciales, sin embargo, en el siglo XIX los pobladores de Indonesia los consumían como alimento. A diferencia de las estrellas de mar o erizos, estos organismos no han sido utilizados como *souvenirs* ya que son muy frágiles y pierden su color con facilidad, aunque si son utilizados como especies de ornato (Hendler *et.al.* 2005). Pese a lo anterior, la verdadera importancia de estos organismos radica en su función dentro de los ecosistemas. En diversas comunidades bentónicas, los ofiuros contribuyen significativamente a la diversidad de especies, abundancia y biomasa de

la macrofauna (Dahm 1999). Además, se ha encontrado que forman parte de la dieta de organismos de importancia comercial como camarones, langostas, peces, cangrejos ermitaños y estrellas de mar. Cabe destacar que, aunque desempeñan una función importante en las comunidades marinas, rara vez se ha probado la significancia de esta función y con algunas excepciones, sus interacciones con otros organismos han sido esporádicamente documentadas (Hendler *et.al.* 1995).

A diferencia de los trabajos ecológicos, alrededor del mundo se han realizado diversos trabajos de índole taxonómica. Uno de estos casos es el Pacífico en donde se han realizado numerosas investigaciones centradas principalmente en la taxonomía y sistemática de las especies (Solís-Marín *et.al.* 1997). Dichos estudios comenzaron en el siglo XIX como producto de diversas expediciones (Challenger, Albatross, N.Y. Zoological Society E. Pacific Expeditions y Velero) a partir de las cuales se generaron los trabajos de Lyman (1878, 1879, 1882), Lütken & Mortensen (1899), H.L.Clark (1913, 1917, 1923, 1940) y Ziesenhene (1937, 1940). En el caso específico del Pacífico mexicano, los trabajos más importantes que se han generado son: Lütken & Mortensen (1899), H.L.Clark (1913, 1923, 1940), Ziesenhene (1937), Caso (1951, 1961, 1962, 1976, 1979, 1983, 1986a, 1986b, 1992), Brusca (1980), Maluf (1988), Buitrón-Sánchez & Solís-Marín (1993), Hendler (1996), Solís-Marín *et.al.* (1997), Honey-Escandón *et.al.* (2008).

Cabe destacar que algunos de estos trabajos han presentado inconsistencias acerca de la correcta identificación de los organismos, se han limitado a la descripción y taxonomía de especies, y han sido realizados en su mayoría para Sinaloa, Guerrero y el Golfo de California, mientras que el conocimiento de la fauna de ofiuroides en el resto del Pacífico mexicano es relativamente menor. En el caso particular de Oaxaca, el conocimiento sobre ofiuroides y de equinodermos en general, se encuentra rezagado y la poca información generada se encuentra en forma de tesis lo que dificulta su accesibilidad y conocimiento.



Dentro del estado de Oaxaca los trabajos que se han realizado son escasos. Sandoval-Díaz (1988) estudió las comunidades bénticas de la zona rocosa litoral y sublitoral, y encontró dos especies de ofiuros para Tangolunda y dos para La Entrega, Huatulco. Rodríguez-Palacios (1989) realizó una caracterización de comunidades asociadas a facies rocosas y encontró cinco especies de ofiuros: cinco especies para Puerto Ángel y dos para El Maguey. Mitchell-Arana (1994) determinó el perfil del coral y realizó un listado de especies asociadas a La Entrega, Huatulco y halló un total de cuatro ofiuros para la zona, de las cuales *Ophiocoma alexandri* y *Ophiocoma aethiops* se consideran especies raras, mientras que *Ophiactis savignyi* es considerada común de acuerdo a su frecuencia de aparición en bloques de coral extraídos. Gamboa-Contreras & Tapia-García (1998) realizaron un estudio sobre invertebrados bentónicos del Golfo de Tehuantepec y encontraron un total de tres especies de ofiuros. Benítez-Villalobos (2000) llevó a cabo un estudio de la comunidad de equinodermos asociados a la zona arrecifal Puerto Escondido-Bahías de Huatulco y determinó la presencia de 11 especies de ofiuros para la zona. Zamorano & Leyte-Morales (2005) hicieron un estudio de los cambios en la diversidad de equinodermos asociados al arrecife La Entrega, Huatulco y reportan siete especies de ofiuroides las cuales presentan una alternancia de aparición entre temporada de secas y lluvias. Finalmente, Honey-Escandón *et.al.* (2008) presentan un listado de equinodermos para el Pacífico mexicano y reportan un total de ocho especies de ofiuroides para el estado de Oaxaca.

Es importante resaltar que los trabajos referentes a ofiuroides en Oaxaca son escasos, estudian a organismos bentónicos en general y no específicamente a ofiuros, y han sido realizados en su mayoría en Bahías de Huatulco. En términos generales, se tiene que el conocimiento de los ofiuroides en Oaxaca se encuentra rezagado pese a la importancia que poseen dentro de los ecosistemas marinos por lo que con este

trabajo se pretende contribuir con el conocimiento de la biodiversidad de ofiuroides del estado de Oaxaca.

### **Objetivo general**

- Contribuir al conocimiento de la biodiversidad de los ofiuroides de Oaxaca.

### **Objetivos particulares**

- Realizar un listado taxonómico de las especies de ofiuroides que se distribuyen en la costa de Oaxaca.
- Analizar la composición de especies de ofiuroides en la zona de estudio.

### **Área de estudio**

Este estudio se llevó a cabo en Oaxaca, estado situado en la costa oriental de México (Figura 1). El litoral del estado de Oaxaca tiene una longitud aproximada de 504 km y pertenece a la zona de colisión de la costa del Pacífico (Carranza *et.al.* 1988). El clima que presenta la región corresponde al tropical subhúmedo (tipo Aw´2 (w) ig, según Köppen) con lluvias abundantes en verano y escasas lluvias invernales, con una temperatura media anual de 26.9°C (de Alba y Reyes 1998). El régimen pluvial es de tipo torrencial presentando una precipitación media anual entre 800 y 1500 mm, y un porcentaje invernal menor al 5% (García 1973).

Cabe destacar que Oaxaca se caracteriza por pertenecer a la llamada Trinchera Mesoamericana por lo que en su perfil longitudinal muestra una alternancia de elevaciones y depresiones (fosas). Debido a una interrupción que se encuentra frente a Puerto Ángel, Oaxaca, la trinchera se divide en dos partes: la Trinchera de México y la Trinchera de Guatemala. Cabe destacar que, dentro de la Trinchera Mexicana se encuentra la Depresión de Tehuantepec la cual alcanza una profundidad máxima de 6,493 m. Por otro lado, debido a la presencia de la Trinchera

Mesoamericana, la menor amplitud de la plataforma continental en el Pacífico mexicano se observa frente a las costas de Oaxaca al oriente de Punta Galera, reduciéndose a unos 4-6 km, amplitud que continúa hasta el meridiano 90 donde se inicia bruscamente una ampliación que alcanza hasta 50 km en el Golfo de Tehuantepec (de la Lanza-Espino 1991).

Con respecto a las condiciones oceanográficas, el agua tropical superficial (altas temperaturas y baja salinidad) baña regularmente la costa de Oaxaca; mientras que en condiciones invernales extremas, el agua superficial de la Corriente de California (fría y de baja salinidad) alcanza el Golfo de Tehuantepec (Wyrcki 1967, Fiedler 1992). Por tal razón, durante el invierno las características oceanográficas de la costa de Oaxaca están determinadas por eventos locales de viento, calentamiento solar y lluvia (Trasviña 1991) y las únicas corrientes apreciables son de este origen; mientras que durante el verano, las condiciones tropicales de la Corriente Costera de Costa Rica son el aporte principal de las condiciones oceánicas hacia esta región (Trasviña 1991, Fiedler 1992). Las corrientes locales son irregulares y fluctúan con los cambios de dirección del viento, éstas se desplazan entre el Sureste y Este-Sureste en invierno, cambiando al Noroeste y al Oeste-Noroeste en el resto del año (Secretaría de Marina 1978). Existe también la Corriente de Tehuantepec, generada especialmente por el viento y además, por la Corriente de Costa Rica. Los nortes del Golfo de México pasan por el istmo, donde se denominan localmente “tehuantepecanos”, y generan corrientes marinas que alcanzan hasta 100 cm/s creando, a su vez, surgencias y giros anticiclónicos y ciclónicos (de la Lanza-Espino 2001).

Los registros de la temperatura del agua fluctúan entre 20.5 y 34.4°C, y los de salinidad entre 17.3 y 40.1 ppm con una media de 34.6 ppm (Anónimo 1978). La profundidad media de la termoclina es de 60 m durante la mayor parte del año, misma que se incrementa hacia el sur a partir del Golfo de Tehuantepec (Cromwell 1958, Secretaría de Marina 1978).

La zona presenta una marea de tipo mixto predominantemente semidiurna; es decir, presenta dos pleamares y dos bajamares en un día de marea (Pacheco & Ayala 1991). Por lo general, el nivel de mareas es bajo en invierno y alto en verano con una variación de nivel menor a 2 metros. El oleaje presenta una altura media de 2.4 m con una frecuencia de 10 a 20% al menos durante dos cuartas partes del año (Carranza *et. al.* 1988).

## **Material y Método**

### *Trabajo de Campo*

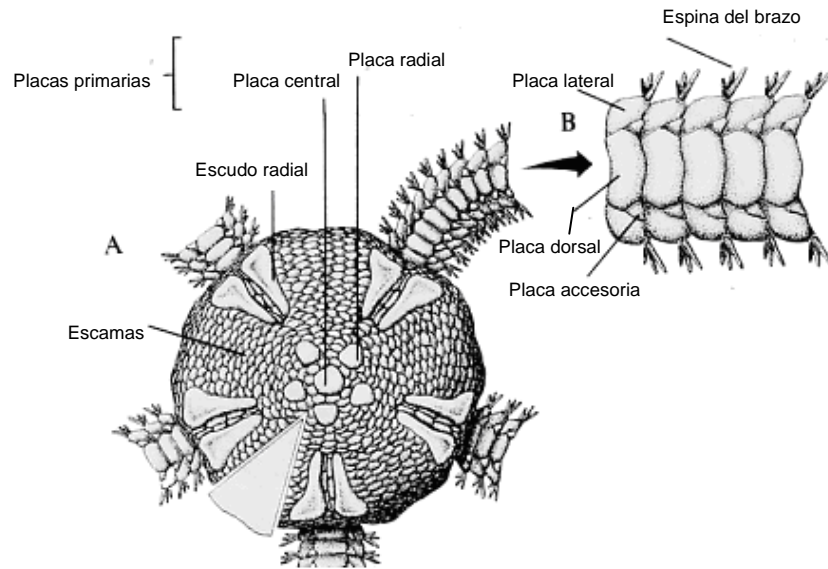
Fueron realizadas salidas de campo (2007-2009) sin seguir un patrón temporal y espacial definido a lo largo de la costa de Oaxaca. Las recolectas fueron realizadas manualmente en distintos sustratos (rocas, arena, algas, esponjas, corales, etc.), y a diversas profundidades, con la ayuda de equipo SCUBA. En algunas localidades fueron extraídas y fragmentadas rocas para obtener el material biológico contenido.

Los organismos colectados fueron relajados con una solución de sulfato de magnesio y agua de mar, ó exponiéndolos a una temperatura menor a 5°C. Posteriormente se procedió fijarlos con alcohol etílico al 70% y a preservarlos ya fuera en alcohol al 70%, o secos a temperatura ambiente y fueron debidamente etiquetados.

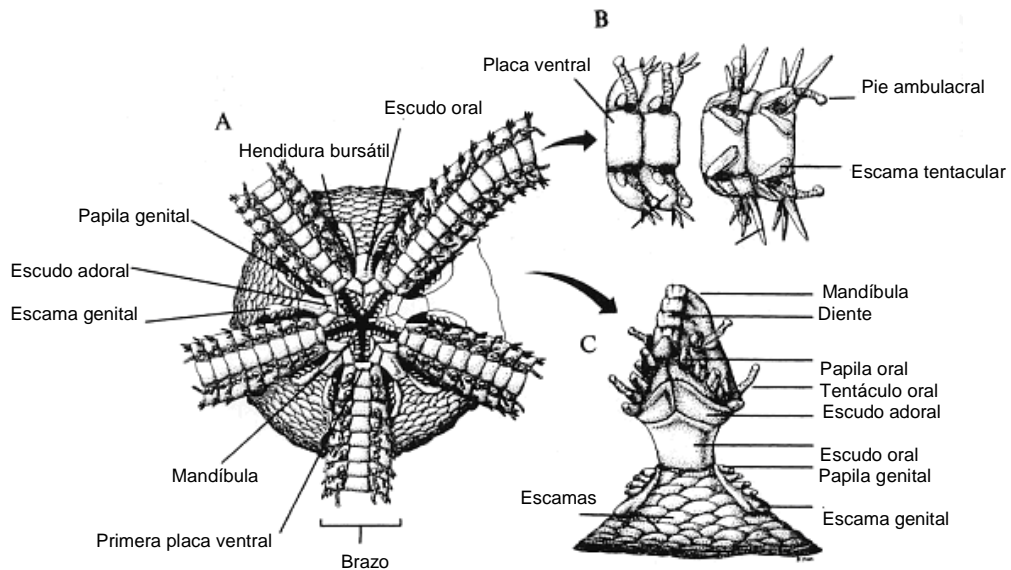
Para la identificación de las especies se utilizaron las claves, diagnosis y/o descripciones originales correspondientes a diversos autores: Le Conte (1851), Lütken (1856, 1859), Lyman (1860, 1874, 1875, 1878, 1879), Verrill (1867), Lütken & Mortensen (1899), McClendon (1909), Clark H.L. (1911, 1913, 1915, 1917, 1918, 1940), Nielsen (1932), Zieshenne (1937, 1940, 1955), Caso (1951, 1961, 1979), Fell (1960), Hendler *et.al.* (1995), Hendler (1996), Hickman (1998).

Para llevar a cabo lo anterior, se tomaron en cuenta diversos aspectos tales como coloración, diámetro y ornamentaciones del disco, escudos radiales, tamaño de los brazos, forma de las placas dorsales, ventrales, laterales y accesorias de los

brazos, número y forma de espinas en los brazos, tentáculos, escamas tentaculares, número y forma de papilas orales, forma y posición de los escudos orales y adorales y número de dientes (Figura 2 y 3).



**Figura 2.** Morfología dorsal de ofiuroides. A) Parte dorsal del disco; B) Parte dorsal de un brazo. Tomado de Hendler *et.al.*(1995).



**Figura 3.** Morfología ventral de ofiuroides. A) Parte ventral del disco; B) Parte dorsal de un brazo; C) Estructuras de la mandíbula e interrradio del disco. Tomado de Hendler *et.al.*(1995).

### *Trabajo de Gabinete*

Con la finalidad de complementar el trabajo de campo se procedió a realizar una recopilación de toda la literatura que ha sido publicada con relación a los ofiueros de Oaxaca. Así mismo, se consultaron las bases de datos del Museo de Historia Natural del Instituto Smithsonian, Washington (USNM), la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad, CONABIO (REMIB) y el Catálogo de Ofiueroideos de la Colección Nacional de Equinodermos “Dra. Ma. Elena Caso Muñoz”, UNAM (ICML-UNAM). Además, fueron revisados los ejemplares depositados en la Colección Nacional de Equinodermos “Dra. Ma. Elena Caso Muñoz”, ICML-UNAM, así como de la Colección de Equinodermos y Colección de Referencia del Laboratorio de Sistemática de Invertebrados Marinos de la Universidad del Mar.

Con toda la información obtenida, se formó una lista de especies válidas para Oaxaca, así como las sinonimias que han sido utilizadas para las mismas. La clasificación taxonómica y validación de nombres sigue los criterios sugeridos por Matsumoto (1915), Fell (1960) y Stöhr & O’Hara (2007). En lo que respecta a las sinonimias fueron utilizadas las propuestas por Stöhr & O’Hara (2007). Para determinar la distribución geográfica y batimétrica de las especies se consultaron los trabajos de Maluf (1988), Honey-Escandón *et.al.* (2008), el Catálogo de la Colección Nacional de Equinodermos “Dra. Ma. Elena Caso” del ICMyL, así como todos los trabajos mencionados con anterioridad.

### *Análisis de Datos*

Con la información obtenida de literatura, bases de datos, revisión de colecciones científicas y trabajo en campo, se realizó una matriz de presencia/ausencia de ofiueros por localidades.

A partir de la matriz de presencia/ausencia, fueron realizadas curvas de acumulación de especies con el fin de determinar si el inventario de ofiueros de Oaxaca

obtenido es completo. Para la realización de estas curvas fueron utilizados métodos no paramétricos ya que estos requieren solamente datos de presencia/ausencia y por ende, no asumen el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajustan a un modelo determinado. Los métodos utilizados fueron: Chao2, Jackknife1 y Jackknife2, ya que son estimadores precisos y menos sesgados en comparación con otros métodos (Moreno 2001, Magurran 2004).

Para la determinación de la posible relación entre la intensidad de muestreo y la riqueza de especies encontrada, se procedió a realizar un análisis de Correlación por Rangos de Spearman a un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$  (Zar 1996). Para este fin, la intensidad de muestreo se describió como el número de muestreos realizados en una localidad; cabe destacar que fueron utilizados solamente los registros obtenidos en campo, así como de los ejemplares de las Colecciones Científicas de la UMAR ya que eran los datos con los que se contaba.

Con la finalidad de encontrar similitud entre localidades de acuerdo a la composición de especies de ofiuros, se procedió a realizar un análisis cluster mediante la técnica de Ligamiento Promedio no Ponderado (UPGMA). El objetivo de este análisis es unir muestras en grupos formados a partir del valor de similitud más alto en un dendrograma en donde se presenta el total de los grupos y el nivel de similitud al cual dos grupos se consideran unidos (Clarke & Warwick 2001). El análisis se llevó a cabo a partir de una matriz de similitud mediante el índice de Bray-Curtis la cual se derivó de la matriz de presencia/ausencia. El índice Bray-Curtis fue utilizado ya que satisface diversos criterios deseables: toma valores de 100 cuando dos muestras son idénticas y valores de 0 cuando sucede lo contrario, un cambio en la unidad de medida no afecta su valor, su valor no cambia con la inclusión o exclusión de especies que se encuentran ausentes en las dos muestras, y finalmente, la inclusión (o exclusión) de una tercera muestra no hace diferencias en la similitud entre las primeras dos muestras (Clarke & Warwick 2001).

De igual manera, como método de ordenación adicional para evaluar la relación de las localidades, fue realizado un Análisis de Escalamiento Multidimensional (MDS), el cual construye una configuración de grupos en un número específico de dimensiones, las cuales satisfacen las condiciones impuestas por la matriz de similitud (Clarke & Warwick 2001). Es decir, el MDS es un método iterativo que busca la mejor posición de  $n$  entidades en  $k$  dimensiones (ejes) minimizando el estrés de la configuración dimensional de  $k$ . El estrés se refiere al grado de distorsión entre los intervalos de similitud y las distancias correspondientes en el gráfico generado, y se considera que un valor menor a 0.05 muestra una excelente representación u ordenación (Clarke & Warwick 2001, McCune & Grace 2002).

Por otro lado, fue utilizado el Análisis de Similitud (ANOSIM) de 1 vía para determinar si existen o no diferencias en la composición de especies entre profundidades y sustratos. En este sentido se tiene que la hipótesis nula ( $H_0$ ) considera que no existen diferencias significativas entre grupos. El estadístico de prueba ( $R$ ) se define en la siguiente ecuación:

$$R = (\bar{r}_B - \bar{r}_W) / (M/2)$$

Donde:  $R$  = Grado de similitud;  $r_W$  = Promedio de todos los intervalos de similitud dentro de los sectores;  $r_B$  = Promedio de los intervalos de similitud de todos los pares de réplicas entre los diferentes sectores;  $M = n(n-1)/2$ ;  $n$  = Número total de muestras.

El estadístico de prueba  $R$  posee valores entre 0 y 1, indicando el grado de discriminación entre grupos. Cuando el valor de  $R$  es cercano a 0 indica que existe mayor probabilidad de que la hipótesis nula ( $H_0$ ) sea verdadera ya que la similitud entre y dentro de los grupos a comparar es cercanamente igual. Por otro lado, el nivel de probabilidad se determina de acuerdo al valor observado de  $R$  de su distribución de permutación, ya que éste estadístico se recalcula bajo dicho supuesto; es decir, si  $t$  de



T valores simulados de R son mayores al valor observado de R, entonces  $H_0$  puede ser rechazada en un nivel de significancia de  $(t+1)/(T+1)$  (Clarke & Warwick 2001).

De manera complementaria al ANOSIM, se aplicó un análisis de importancia relativa de especies (SIMPER) para detectar las especies típicas de cada grupo comparado y las especies responsables de las diferencias entre cada uno de ellos. Primeramente, se calcula la disimilitud promedio ( $\delta$ ) entre todos los pares de muestras dentro de los grupos para posteriormente conocer por separado la contribución de cada especie de  $\delta$  (Clarke & Warwick 2001).

## Resultados

### *Taxonomía y Distribución*

De acuerdo a la consulta bibliográfica, base de datos, revisión de ejemplares y trabajo de campo (1,177 organismos) se encontró un total de 33 especies pertenecientes a un orden, 9 familias y 22 géneros, distribuidas en 31 localidades. Las familias mejor representadas son *Amphiuridae* (9 especies), *Ophiuridae* (8 especies), y *Ophiodermatidae* (5 especies). Las especies con mayor presencia en el área de estudio son *Ophiocoma aethiops* y *Ophiactis simplex* (19 locs), *Ophiocoma alexandri* y *Ophiactis savignyi* (18 locs), *Ophionereis annulata* (15 locs), y *Ophiothrix (Ophiothrix) rudis* y *Ophiothrix (Ophiothrix) spiculata* (12 locs). Por otro lado, las localidades que presentan el mayor número de especies son: La Mina (14), Puerto Angelito (13), y, Tijera, Puerto Ángel y el Golfo de Tehuantepec (10) (Anexo I).

A continuación para cada especie se menciona las sinonimias, diagnosis, material examinado, material tipo, localidad tipo, distribución geográfica y distribución batimétrica. Para tal efecto se muestran las abreviaturas citadas en el texto:

**AHF**                      Allan Hancock Foundation

**CAS**                      Invertebrate Collection of California Academy of Science

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>MCZ</b>        | Museum of Comparative Zoology, Harvard, EUA   |
| <b>YPM</b>        | Peabody Museum of Natural History, Yale Institution, EUA  |
| <b>USNM</b>       | National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, EUA  |
| <b>ZMUC</b>       | Zoological Museum, University of Copenhagen   |
| <b>REMIB</b>      | Red Mundial de Información sobre Biodiversidad, CONABIO   |
| <b>ICML-UNAM</b>  | Colección Nacional de Equinodermos “Dra. Ma. Elena Caso Muñoz” del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM |
| <b>EQUIN-UMAR</b> | Colección de Equinodermos de la Universidad del Mar   |
| <b>UMAR-OPHI</b>  | Colección de Referencia del Laboratorio de Sistemática de Invertebrados Marinos, UMAR                               |

**Phyllum Echinodermata** de Brugiére, 1791

**Clase Ophiuroidea** Gray, 1840

**Orden Ophiurida** Müller & Troschel, 1840

**Familia Ophiuridae** Lyman, 1865

**Género *Ophiolepis*** Müller & Troschel, 1840

***Ophiolepis fulva* H.L.Clark, 1940**

**Diagnosis** (modificada de H.L.Clark 1940). Disco aplanado, delgado, pentagonal o circular cubierto por escamas relativamente grandes y rodeadas por otras de menor tamaño. El grupo de seis placas centrales se encuentran raramente simétricas y nunca conspicuas; en muchos organismos son indistinguibles. Placas dorsales de los brazos en forma de hexágono y redondas, excepto las primeras dos o tres placas las cuales son tan largas como anchas. Las placas suplementarias son relativamente conspicuas. Placas ventrales más largas que anchas con un margen distal convexo. Dos espinas

cortas y redondas, la más dorsal es la más larga. El color de la parte dorsal es una mezcla de tonos marrón; la superficie ventral es de color amarillo.

**Tipo.** Holotipo: MCZ, no. catálogo 6049. Paratipos: dos en MCZ y uno en AHF (Downey 1969).

**Localidad Tipo.** Huatulco, Oaxaca, México. Estación 195-913 (Downey 1969).

**Distribución geográfica.** Sólo ha sido reportada para Huatulco, Oaxaca, México (Downey 1969, Maluf 1988).

**Distribución batimétrica.** 15 m (Maluf, 1988)

### ***Ophiolepis pacifica* (Lütken, 1856)**

#### **Sinonimias.**

*Ophiozona pacifica* (Lütken, 1856)

**Diagnosis** (modificada de Nielsen 1932, Caso 1951). Placas del disco grandes e irregulares rodeadas por una hilera de pequeñas placas de forma diversa. Escudos radiales triangulares, separados y provistos de un surco paralelo al margen. Interradio cubierto por escamas imbricadas de diversos tamaños. Brazos tres veces el diámetro del disco; no presentan placas accesorias. Placas dorsales en forma de trapecio, ligeramente imbricadas. Placas ventrales con margen distal convexo y con márgenes redondos. De tres a cuatro espinas en los brazos, pequeñas y de igual longitud. Dos escamas tentaculares de las cuales la externa es la de mayor tamaño. 11 papilas bucales pequeñas, próximas entre sí y cuadrangulares.

**Material examinado.** Boquilla: 1 ejemplar EQUIN-UMAR 385. Riscalillo (1 ejemplar), San Agustín (2 ejemplares), Estacahuite (2 ejemplares), La Mina (4 ejemplares), Mazunte (2 ejemplares).

**Tipo.** Holotipo depositado en ZMUC, no. catálogo 438 (ZMUC).

**Distribución geográfica.** Desde Punta Arenas, EUA hasta Panamá (Maluf 1988). En México se encuentra distribuida en Sinaloa, Nayarit y Guerrero (Honey-Escandón *et. al.* 2008, ICML-UNAM, REMIB). En Oaxaca: Mazunte, La Mina, Estacahuite, Riscalillo, San Agustín y Boquilla.

**Distribución batimétrica.** De la zona intermareal hasta los 30 m de profundidad (Maluf 1988, ICML-UNAM).

**Comentarios.** Nuevo registro para la zona. Ejemplares obtenidos exclusivamente de recolectas en sustrato arenoso. Especie poco común en la zona de estudio.

### ***Ophiolepis variegata* Lütken, 1856**

**Diagnosis** (modificada de Nielsen 1932, Caso 1951). Escamas del disco grandes, redondas y de forma regular, rodeadas por escamas de menor tamaño. Placas primarias notables. Escudos radiales separados por placas. Interradio cubierto por escamas; sus bordes se encuentran desnudos a lo largo del margen de las hendiduras genitales. Placas dorsales de forma convexa. Placas ventrales planas y cóncavas. Entre la parte dorsal y la lateral de los brazos se insertan placas suplementarias triangulares. Cuatro espinas en la base de los brazos (raramente cinco) y tres en la parte distal. Dos escamas tentaculares grandes, la escama externa es de mayor tamaño. Escudos orales mucho más largos que anchos. 11 papilas orales en total; las externas más grandes y afiladas que las restantes.

**Tipo.** Un Sintipo depositado en ZMUC, no. catálogo 454 (ZMUC).

**Distribución geográfica.** Desde Puerto Peñasco, México hasta Ecuador (Maluf 1988). En México se encuentra en el Golfo de California, BCS, Sonora, Sinaloa, Colima y Guerrero (Honey-Escandón *et. al.* 2008, ICML-UNAM, USNM). En Oaxaca se encuentra en: Pto. Angelito, Golfo de Tehuantepec y Santa Cruz (Luke 1982, Gamboa-Contreras & Tapia-García 1998, Honey-Escandón *et. al.* 2008, REMIB, USNM).

**Distribución batimétrica.** Zona intermareal hasta los 106 m (Maluf 1988, ICML-UNAM).

**Género** *Ophiomisidium* Koehler, 1914

***Ophiomisidium leurum* Ziesenhene, 1940**

**Diagnosis** (modificada de Ziesenhene 1940). Disco cubierto de 37 escamas grandes y granuladas. Disco central pentagonal rodeado de cinco placas cuadrangulares. Escudos radiales dos veces más largos que anchos y separados por dos placas, una rectangular y otra redonda. Presencia de una placa pequeña en el margen distal de cada escudo radial conteniendo tres espinas largas. Espacio interr radial cubierto por dos placas grandes que llegan hasta los escudos orales. Hendiduras genitales no visibles. La primera placa dorsal de los brazos muy pequeña, en forma de diamante; las placas subsecuentes se van haciendo de menor tamaño. Aparentemente no hay más de 10 a 12 segmentos en los brazos. Espinas de los brazos pequeñas, separadas, triangulares y redondas; sólo dos en el primer segmento y tres en los siguientes. Escamas tentaculares ovaladas (de dos a tres en cada poro genital) sólo presentes en los primeros cinco segmentos. Escudos orales en forma de diamante, más largos que anchos. Escudos adorales en forma de diamante, solo un poco más anchos que largos y completamente en contacto. Dientes en forma cuadrangular, más anchos que largos. Mandíbula con cuatro papilas orales en forma de bloque.

**Tipo.** Holotipo: AHF, no. catálogo 16. Tres paratipos: 2 depositados en AHF y 1 en MCZ (Ziesenhene 1940, Downey 1969).

**Localidad Tipo.** Fuera de la Isla Barrington, Galápagos. Estación 810-38 (Ziesenhene 1940, Downey 1969).

**Distribución geográfica.** Desde Chacahua, Oaxaca, México, hasta las Islas Galápagos (Ziesenhenné 1940, Maluf 1988). En Oaxaca sólo se reporta para Chacahua (Ziesenhenné 1940, Downey 1969).

**Distribución batimétrica.** 82-137 m (Maluf 1988).

**Género** *Ophiomusium* Lyman, 1869

***Ophiomusium glabrum* Lütken & Mortensen, 1899**

**Sinonimias.**

*Ophiosphalma glabrum* (Lütken & Mortensen, 1899)

**Diagnosis** (modificada de Lütken & Mortensen 1899). Disco cubierto de pequeñas escamas. Escamas primarias notables. Escudos radiales muy largos y separados por una hilera de escamas irregulares. Espacio interr radial cubierto por una placa grande marginal semilunar. La parte ventral del disco cubierta por escamas poligonales, en donde a veces puede notarse la presencia de pequeñas espinas o gránulos. Placas dorsales tan largas como anchas en forma de rombo. Primera placa ventral de los brazos alargada transversalmente; las demás placas son igual en largo y ancho. La primera y segunda placas ventrales se encuentran en contacto. De 7 a 11 espinas pequeñas, frágiles y distribuidas igualmente en espacio. Cuatro pares de poros tentaculares; solo una escama tentacular por la parte externa y una o dos por la interna. Escudos orales pequeños, triangulares, un poco más largos que anchos. De siete a ocho papilas orales en cada lado de la mandíbula.

**Tipo.** Doce sintipos: 5 depositados en USNM y 7 en MCZ (Downey, 1969).

**Distribución geográfica.** Sur de California, EUA hasta el Sur de Chile (Maluf 1988). En México en BCN y BCS (Luke 1982, Honey-Escandón *et.al.* 2008, REMIB, USNM). En Oaxaca se reporta para el Golfo de Tehuantepec y Salina Cruz (Lütken & Mortensen 1899, Luke 1982, Downey 1969, Honey-Escandón *et.al.* 2008).

**Distribución batimétrica.** 878-5203 m (Maluf 1988).

**Comentarios.** Especie reportada en literatura (Lütken & Mortensen 1899, Luke 1982, Downey 1969, Honey-Escandón *et.al.* 2008) y bases de datos del Instituto Smithsonian y REMIB.

**Género** *Ophiura* Lamarck, 1801

***Ophiura irrorata* (Lyman, 1878)**

**Sinonimias.**

*Ophiura (Ophiuroglypha) irrorata irrorata* (Lyman, 1878)

**Diagnosis** (modificada de Lyman 1878). Disco aplanado y delgado, cubierto por escamas finas e imbricadas y por varias espinas diminutas. Existen seis escamas primarias redondas, una en el centro y una en cada espacio interr radial, separadas por las escamas del disco. Escudos radiales irregulares, en forma de rombo, largos y separados por escamas pequeñas. Espacio interr radial cubierto por finas escamas imbricadas. Escamas genitales pequeñas y cercanas. Primera placa dorsal triangular, ovalada transversalmente; segunda placa pentagonal con el ángulo interno truncado. Tres espinas cortas y pequeñas cercanas a las escamas tentaculares. En el primer poro se encuentran cinco escamas tentaculares largas y redondas, en el segundo grupo hay seis escamas en el lado interr radial y cuatro en el radial; a partir del tercer grupo solo hay una o dos en el lado interno y ninguna en el lado externo. Escudos orales tan largos como anchos, con un punto entre ellos. Seis papilas orales rectangulares en cada lado y una papila larga en forma de diamante en la punta de la mandíbula.

**Distribución geográfica.** Indo-Pacífico y Atlántico. Mar de Bering hasta el sur de Perú (Maluf 1988). Para el Pacífico mexicano sólo se reporta para BCS (USNM). En Oaxaca se encuentra en el Golfo de Tehuantepec y Salina Cruz (Luke 1982, USNM).

**Distribución batimétrica.** Desde los 405 a los 5,869 m (Maluf 1988).

## ***Ophiura plana* (Lütken & Mortensen, 1899)**

### **Sinonimias.**

*Ophioglypha plana* Lütken & Mortensen, 1899

**Diagnosis** (modificada de Lütken & Mortensen 1899). Disco cubierto por finas escamas; placas primarias conspicuas especialmente porque son de un color más oscuro que las demás escamas. Escudos radiales no muy largos, separados por una o más escamas; pueden estar separados totalmente. En el espacio interr radial existe una placa marginal inusual. La parte ventral del disco cubierta por escamas imbricadas. Papilas pequeñas y redondas a lo largo de las hendiduras genitales. Placas dorsales con el ángulo externo redondeado. Primera placa ventral poligonal tan larga como las que le suceden. Tres espinas bien desarrolladas, siendo la más dorsal la de mayor tamaño. Los poros tentaculares son distintos en la mayor parte del brazo; gran variación en el número de escamas tentaculares. Escudos orales igual en ancho y largo. De cinco a seis papilas orales pequeñas en cada lado de la mandíbula, la más externa cuadrada y la más interna puntiaguda.

**Tipo.** Diez sintipos depositados en USNM (6) y MCZ (4) (Downey 1969).

**Distribución geográfica.** Desde México hasta Isla Galápagos (Maluf 1988). En México solo ha sido reportada para el Golfo de Tehuantepec, Oaxaca (Lütken & Mortensen 1899, USNM).

**Distribución batimétrica.** 1430-4082 m (Maluf 1988).

**Género** *Stegophiura* Matsumoto, 1915

***Stegophiura ponderosa* (Lyman, 1878)**

### **Sinonimias.**

*Amphiophiura ponderosa* (Lyman, 1878)



*Ophioglypha ponderosa* Lyman, 1878

*Ophiura ponderosa* (Lyman, 1878)

**Diagnosis** (modificada de Lyman 1878). Escamas del disco excesivamente hinchadas. Disco con espinas muy pequeñas, cercanas y en forma de pequeños bloques. Escudos radiales más largos que anchos y separados por una placa larga, con las orillas irregularmente curvadas. Espacio interr radial con numerosas placas al inicio, por la parte ventral las escamas no se encuentran muy hinchadas. Cerca de una docena de escamas genitales compuestas de tres piezas. Placas dorsales estrechas y muy arqueadas, igual en ancho y largo; las placas del centro comienzan a ser más pequeñas. Placas ventrales de los brazos hexagonales; la primera placa es similar pero más larga que las demás, las demás placas en forma de diamante. Espinas de los brazos pequeñas, delgadas, cuadradas y muy cercanas simulando una hilera continua, ocho en número. De cuatro a cinco escamas tentaculares en cada lado de los poros, similares a las papilas orales; en el segundo poro hay siete escamas en el lado interr radial y tres en el otro lado; el tercero tiene cinco o cuatro; el cuarto cuatro o tres. Escudos orales grandes y estrechos, con el extremo externo redondo. Papilas orales cuadradas, aplanadas y formando una hilera continua con las escamas de las escamas tentaculares; de cuatro a cinco en cada lado, con tres o cuatro más grandes en el ángulo de la mandíbula.

**Distribución geográfica.** Desde Alaska hasta el Golfo de Tehuantepec, Oaxaca, México. También ha sido encontrada en Japón (Luke 1982, Maluf 1988). En México sólo ha sido reportada para Salina Cruz, Oaxaca (Luke 1982).

**Distribución batimétrica.** Desde los 137 a los 1189 m (Maluf 1988).

**Familia** Ophiroleucidae Matsumoto, 1915

**Género** *Ophiernus* Lyman, 1878

***Ophiernus seminudus* Lütken & Mortensen, 1899**

**Diagnosis** (modificada de Lütken & Mortensen 1899). La parte central del disco con piel desnuda, en donde son visibles solo algunas escamas pequeñas. El margen del disco se encuentra cubierto por escamas pequeñas e irregulares. Escudos radiales grandes y conspicuos, casi siempre llegan hasta la mitad del disco; usualmente suelen estar separados por una hilera de escamas. Puede haber pequeños gránulos sobretodo rodeando los escudos radiales. No hay escamas marginales en el espacio interr radial. Placas dorsales dos veces más anchas que largas; de la placa cuatro a la seis son más o menos rudimentarias y se encuentran desnudas. Primer placa ventral de los brazos hexagonal; el resto con el interior truncado y el exterior redondo. Sólo dos espinas cortas (a veces tres), la más dorsal suele ser un poco más grande que la ventral. Poros tentaculares grandes, los primeros cuatro-cinco pares poseen dos papilas en la parte distal. Escudos orales más anchos que largos. Nueve papilas orales en cada lado de la mandíbula. En la punta de la mandíbula, puede haber dos o tres papilas orales cónicas, o pueden estar ausentes.

**Tipo.** Ocho sintipos: 4 depositados en USNM y 4 en el MCZ (Downey 1969).

**Distribución geográfica.** Desde el Golfo de Tehuantepec, México hasta Perú (Downey 1969, Maluf 1988). Para México sólo se ha reportado para el Golfo de Tehuantepec, Oaxaca (Downey 1969).

**Distribución batimétrica.** Desde los 840 a 4,082 m (Maluf 1988).

**Familia** Ophiocomidae Ljungman, 1867

**Género** *Ophiocoma* Agassiz, 1836

***Ophiocoma aethiops* Lütken, 1859**

**Diagnosis** (modificada de Nielsen 1932, Caso 1951). Especie de gran tamaño. Disco cubierto en su totalidad por granulación fina; dicha granulación llega hasta la parte

ventral y base de los brazos. Brazos robustos con placas anchas y rectangulares en la parte dorsal. Placas ventrales de los brazos de forma cuadrangular. Espinas robustas y generalmente redondas. Las espinas se encuentran dispuestas en tres y cuatro, para posteriormente repetir el mismo patrón a lo largo del brazo. Dos escamas tentaculares en las primeras dos placas ventrales y en el resto solo una. Escudos orales oblongos. Cerca de 10 papilas orales de forma y tamaño variable. Papilas dentales en cinco hileras horizontales con cuatro papilas cada una.

**Material examinado.** La Entrega: 1 EQUIN-UMAR, 2 EQUIN-UMAR 361; Boquilla: 1 EQUIN-UMAR 400; Jicaral-Chachacual: 2 EQUIN-UMAR, 1 EQUIN-UMAR 338; La Mina: 4 EQUIN-UMAR, 1 EQUIN-UMAR 181, 1 EQUIN-UMAR 270; Pto. Angelito: 8 EQUIN-UMAR, 3 EQUIN-UMAR 111, 13 EQUIN-UMAR 116, 7 EQUIN-UMAR 118, 3 EQUIN-UMAR 119, 5 EQUIN-UMAR 120, 3 EQUIN-UMAR 156; Pto. Ángel: 3 EQUIN-UMAR, 1 EQUIN-UMAR 64, EQUIN-UMAR 163, 1 EQUIN-UMAR 185; Casa Mixteca: 2 EQUIN-UMAR 51, 3 EQUIN-UMAR 179; Isla Montosa: 1 EQUIN-UMAR 335; Estacahuite: 2 EQUIN-UMAR, 1 EQUIN-UMAR 372; Santa Elena: 2 EQUIN-UMAR. Playa Panteón: 3 UMAR-OPHI; El Arrocito: 1 UMAR-OPHI. Estacahuite (8); Playa Tijera (1); La Mina (8); Mazunte (14); Riscalillo (8); Manzanilla (11); San Agustín (6); Jicaral-Chachacual (1); Cacaluta (1).

**Tipo.** Holotipo depositado en el ZMUC, no. catálogo 460 (ZMUC).

**Distribución geográfica.** Desde Puerto Peñasco, México hasta la Isla de Lobos de Afuera, Perú (Maluf 1988). En México se reporta en: BCN, BCS, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero e Islas Revillagigedo (Honey-Escandón *et.al.* 2008, ICML-UNAM, CAS, REMIB, USNM). En Oaxaca: Manzanilla, La Entrega, Mazunte, La Mina, Estacahuite, Tijera, Riscalillo, San Agustín, Jicaral-Chachacual, Cacaluta, Boquilla, Pto. Angelito, Pto. Ángel, Casa Mixteca, Agua Blanca, Isla Montosa, Santa Elena, Bahía Conejos y Arrocito.

**Distribución batimétrica.** Desde la zona intermareal hasta los 55 m (Maluf 1988, USNM).

**Comentarios.** Registros obtenidos de trabajo de campo, revisión de colecciones científicas y documentación bibliográfica (Sandoval-Díaz 1988, Mitchell-Arana 1994, Benítez-Villalobos 2000, Zamorano & Leyte-Morales 2005). Los ejemplares se encontraron debajo de rocas, dentro de grietas y a todas las profundidades de muestreo. Así mismo, fueron encontrados organismos de todas las tallas y frecuentemente se observó la presencia de juveniles sobre organismos adultos. Especie muy abundante en el área de estudio.

### ***Ophiocoma alexandri* Lyman, 1860**

**Diagnosis** (modificada de Lyman 1860). Disco cubierto por gránulos muy pequeños y puntiagudos. Escudos radiales cubiertos. Espacio interr radial cubierto por gránulos. Placas ventrales regulares, redondas, no imbricadas y en forma octagonal. Placas dorsales regulares y en forma de corazón. Brazos con cinco espinas robustas y redondas (cerca del disco suele haber seis); la tercera espina es la más larga. Dos escamas tentaculares grandes y ovaladas hasta la tercera placa, posterior a ésta solo se encuentra una escama. Escudos orales pequeños. Tres o cuatro dientes. Cerca de nueve papilas dentales distribuidas en dos hileras verticales. De nueve-diez papilas orales redondas y de igual tamaño en cada lado de la mandíbula.

**Material examinado.** Estacahuite: ICML-UNAM 3.9.187, 3.9.190. La Mina: 3 EQUIN-UMAR, 1 EQUIN-UMAR 357; Pto. Ángel: 2 EQUIN-UMAR 355, 1 EQUIN-UMAR 391; Bahía Conejos: 1 EQUIN-UMAR 398; Agua Blanca: 1 EQUIN-UMAR 382; San Agustín, Huatulco: 2 EQUIN-UMAR 339; La Entrega: 1 EQUIN-UMAR, 3 EQUIN-UMAR 36, 1 EQUIN-UMAR 53, 1 EQUIN-UMAR 65, 1 EQUIN-UMAR 135; Jicaral-Chachacual: 1 EQUIN-UMAR, 1 EQUIN-UMAR 195, 8 EQUIN-UMAR 206, 3 EQUIN-UMAR 208, 6

EQUIN-UMAR 209, 4 EQUIN-UMAR 215, 8 EQUIN-UMAR 220; Pto. Angelito: 48 EQUIN-UMAR, 1 EQUIN-UMAR 117, 1 EQUIN-UMAR 134; Casa Mixteca: 1 EQUIN-UMAR; Playa Tijera: 1 EQUIN-UMAR; Estacahuite: 5 EQUIN-UMAR; Santa Elena: 1 EQUIN-UMAR; Boquilla: 1 EQUIN-UMAR. Estacahuite: 5 UMAR-OPHI; Jicaral-Chachacual: 1 UMAR-OPHI; Playa Tijera: 3 UMAR-OPHI. Mazunte (16); Playa Tijera (6); La Mina (27); Riscalillo (26); Manzanilla (16); La Entrega (2); Cacaluta (8); Jicaral-Chachacual (1); Estacahuite (23); San Agustín (3); Boquilla (8); Pto. Angelito (5).

**Tipo.** Holotipo depositado en MCZ, no. catálogo 1825. Cinco paratipos: 3 depositados en MCZ y 2 en el USNM (Downey 1969).

**Localidad Tipo.** Acapulco, Guerrero, México (Downey 1969).

**Distribución geográfica.** Desde Isla Catalina, California, EUA a Islas Galápagos (Maluf 1988). En México se distribuye en: BCN, BCS, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero e Islas Revillagigedo (Honey-Escandón *et al.* 2008, CAS, ICML-UNAM, REMIB, USNM). En Oaxaca: Manzanilla, La Entrega, Mazunte, La Mina, Estacahuite, Tijera, Riscalillo, San Agustín, Jicaral-Chachacual, Cacaluta, Boquilla, Pto. Angelito, Pto. Ángel, Casa Mixteca, Agua Blanca, Santa Elena, Bahía Conejos e Isla San Agustín.

**Distribución batimétrica.** Desde la zona intermareal hasta los 70 m (Maluf 1988).

**Comentarios.** Registros obtenidos de recolectas, revisión de colecciones científicas y documentación bibliográfica (Luke 1982, Rodríguez-Palacios 1989, Mitchell-Arana 1994, Benítez-Villalobos 2000, Zamorano & Leyte-Morales 2005, ICML-UNAM). Especie encontrada debajo de rocas, dentro de restos de coral y a todas las profundidades muestreadas. Organismos con gran variación en los patrones de coloración. Especie sumamente abundante.

**Familia** Ophionereididae Ljungman, 1867

**Género** *Ophionereis* Lütken, 1859

## ***Ophionereis annulata* (Le Conte, 1851)**

### **Sinonimias.**

*Ophiolepis annulata* Le Conte, 1851

*Ophiolepis triloba* Lütken, 1856

*Ophionereis dictyota* Ziesenhenné, 1940

*Ophionereis triloba* (Le Conte, 1851)

**Diagnosis** (modificada de Le Conte 1851). Coloración amarillo-grisácea; disco marrón con puntos de color. Disco cubierto por escamas muy finas e imbricadas. Escudos radiales largos y separados por escamas. Brazos siete veces más largos que el diámetro del disco. Los brazos presentan coloración oscura cada cuatro placas dorsales. Tres espinas cortas en los brazos. Los poros tentaculares poseen dos escamas tentaculares pequeñas. Escudos orales redondos en sus ángulos laterales. Papilas orales distintas, cuatro en cada lado de la mandíbula.

**Material examinado.** Estacahuite: ICML-UNAM 3.1.82, 3.4.38; La Mina: ICML-UNAM 3.1.83. Bahía Conejos: 1 EQUINO-UMAR 387, 1 EQUINO-UMAR 394; Agua Blanca: 1 EQUINO-UMAR 388; Playa Tijera: 4 EQUINO-UMAR, 1 EQUINO-UMAR 384; Estacahuite: 7 EQUINO-UMAR; Santa Elena: 1 EQUINO-UMAR; La Entrega: 1 EQUINO-UMAR. Playa Tijera: 1 UMAR-OPHI; Estacahuite: 1 UMAR-OPHI. Mazunte (10); Estacahuite (16); Playa Tijera (2); La Mina (6); Manzanilla (2); Cacaluta (2); San Agustín (1); Boquilla (3); Pto. Angelito (1).

**Tipo.** Dos sintipos depositados en USNM y MCZ (Downey 1969).

**Distribución geográfica.** San Pedro, California, EUA a Bahía de Santa Elena, Ecuador (Maluf 1988). En México se ha reportado en: BCN, BCS, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero e Islas Revillagigedo (Honey-Escandón *et.al.* 2008, ICML-UNAM, REMIB, USNM). En Oaxaca se encuentra en: Manzanilla, La

Entrega, Mazunte, La Mina, Estacahuite, Tijera, San Agustín, Cacaluta, Boquilla, Pto. Angelito, Pto. Ángel, Agua Blanca, Santa Elena, Bahía Conejos y Tangolunda.

**Distribución batimétrica.** Zona intermareal hasta los 229 m (Maluf 1988).

**Comentarios.** Registros obtenidos de recolectas, revisión de colecciones científicas y documentación bibliográfica (Sandoval-Díaz 1988, Rodríguez-Palacios 1989, Mitchell-Arana 1994, Benítez-Villalobos 2000, ICML-UNAM). Especie encontrada en sustrato arenoso. Se encontró además de su coloración común, un patrón de coloración verde olivo poco frecuente. Especie abundante en la zona de estudio.

**Familia** Ophiidermatidae Ljungman, 1867

**Género** *Ophiocryptus* H.L. Clark, 1915

***Ophiocryptus granulatus* Nielsen, 1932**

**Diagnosis** (modificado de Nielsen 1932, Caso 1951). Disco aplanado y de forma pentagonal. Especie completamente cubierta por granulación fina y uniforme, a excepción de la madreporita, la cual está parcialmente desnuda así como la parte central de las placas ventrales. Longitud de los brazos, aproximadamente tres veces el diámetro del disco. Placas dorsales totalmente cubiertas por gránulos. Placas ventrales triangulares. Presencia de seis espinas cónicas en los brazos (a veces solo son cinco). Dos escamas tentaculares, la externa dispuesta sobre la base de la espina inferior. De ocho a nueve papilas orales en cada lado de la mandíbula.

**Material examinado.** La Mina (1).

**Distribución geográfica.** Bird Rock, La Jolla, California, EUA a México (Nielsen 1932, Honey-Escandón *et.al.* 2008, ICML-UNAM, REMIB). En México se encuentra en Jalisco y Guerrero (Honey-Escandón *et.al.* 2008, ICML-UNAM, REMIB). En Oaxaca se reporta solamente para La Mina, Pto. Angelito y Casa Mixteca.

**Comentarios.** Especie reportada en literatura (Benítez-Villalobos 2000) y depositada en la Colección de Equinodermos de la UMAR. En la colección antes mencionada solo se encuentra un organismo depositado el cual fue extraído de una cabeza de coral.

**Género** *Ophioderma* Müller & Troschel, 1840

***Ophioderma panamensis* Lütken, 1859**

**Sinonimias.**

*Ophioderma panamense* Lütken, 1859

*Ophiura panamensis* (Lütken, 1859)

**Diagnosis** (modificada de Ziesenhenné 1955, Caso 1951). Disco cubierto por granulación fina. Escudos radiales descubiertos y oviformes. Brazos aplanados y seis veces el diámetro del disco, con bandas claras y oscuras. Mayoría de las placas dorsales de los brazos, indivisas. Placas ventrales de forma cuadrangular pero con ángulos redondeados. Entre la primera y segunda placa ventral se encuentran un par de poros. De 10 a 12 espinas en los brazos, pequeñas, de punta roma y granuladas. Dos escamas tentaculares de forma y tamaño diferentes, la externa más ancha pero menos grande que la interna. Escudos orales casi redondos. Escudos adorales cubiertos por granulación. Papilas orales robustas, de 18 a 20 en cada mandíbula. El patrón de coloración varía latitudinalmente.

**Material examinado.** Pto. Angelito: 1 EQUINO-UMAR 356; Boquilla: 1 EQUINO-UMAR, 6 EQUINO-UMAR 397; Playa Tijera: 2 EQUINO-UMAR, 1 EQUINO-UMAR 401; La Entrega: 1 EQUINO-UMAR. La Mina (1); Estacahuite (1); Mazunte (1).

**Tipo.** Holotipo depositado en ZMUC, no. catálogo 435 (ZMUC).

**Localidad Tipo.** Costa oeste de Panamá (Caso 1951).

**Distribución geográfica.** Desde San Pedro, California, EUA hasta Paita, Perú (Maluf 1988). En México se distribuye en: BCN, BCS, Sonora, Sinaloa, Jalisco, Guerrero e



Islas Revillagigedo (Honey-Escandón *et.al.* 2008, CAS, ICML-UNAM, REMIB). En Oaxaca se distribuye en La Entrega, Mazunte, La Mina, Estacahuite, Playa Tijera, Boquilla y Pto. Angelito.

**Distribución batimétrica.** Desde la zona intermareal hasta los 30 m (Maluf 1988, ICML-UNAM).

**Comentarios.** Registro nuevo para la zona. Registros obtenidos de recolectas y revisión de colecciones científicas. Especie poco abundante en la zona que habita en sustrato arenoso.

### ***Ophioderma teres* (Lyman, 1860)**

#### **Sinonimias.**

*Ophiura teres* Lyman, 1860

**Diagnosis** (modificada de Lyman 1860). Disco tanto por la parte ventral como la dorsal con granulación fina. Escudos radiales cubiertos por dicha granulación. Brazos redondos. Placas ventrales pequeñas y cuadradas, las primeras cinco son más pequeñas; entre la primera y la segunda, la segunda y la tercera, la tercera y la cuarta se encuentran un par de poros. Placas dorsales muy pequeñas y anchas; todas las placas excepto, las que están en la base del brazo, se encuentran divididas en piezas irregulares. Nueve espinas cortas y aplanadas en los brazos. Dos escamas tentaculares. Escudos orales en forma de corazón y cubiertos por gránulos. Dientes pequeños, aplanados y de forma curva. Aproximadamente 18 papilas orales pequeñas, en forma de dientes en cada lado de la mandíbula

**Material examinado.** Pto. Angelito: ICML-UNAM 3.19.18. Pto. Ángel: 1 EQUINO-UMAR 356; Boquilla: 1 EQUINO-UMAR 399; Playa Tijera: 4 EQUINO-UMAR. Pto. Angelito (1); Estacahuite (4), La Mina (2).

**Distribución geográfica.** Desde Newport, EUA hasta Isla La Plata, Ecuador (Maluf 1988). En México se ha reportado en: BCN, BCS, Sonora, Nayarit, Jalisco y Guerrero (Honey-Escandón *et.al.* 2008, ICML-UNAM, REMIB, USNM). En Oaxaca: La Mina, Estacahuite, Tijera, Boquilla, Pto.Angelito, Pto.Escondido y Pto.Ángel.

**Distribución batimétrica.** Zona intermareal hasta los 46 m (Maluf 1988).

**Comentarios.** Registros obtenidos de recolectas, revisión de colecciones científicas y documentación bibliográfica (Benítez-Villalobos 2000, Honey-Escandón *et.al.* 2008, ICML-UNAM, REMIB, USNM). Especie poco común en el área de estudio, encontrada en sustrato arenoso. El patrón de coloración del disco consiste de una serie de reticulaciones negras.

### ***Ophioderma variegata* Lütken, 1856**

#### **Sinonimias.**

*Ophioderma variegatum* Lütken, 1856

*Ophiura variegata* (Lütken, 1856)

**Diagnosis** (modificada de Nielsen 1932, Ziesenhenné 1955). Disco cubierto por granulación fina. Escudos radiales cubiertos. Las placas dorsales son más largas que anchas, en forma de rectángulo e indivisas. Las placas ventrales de los brazos son más anchas que largas y en forma de rombo. Los brazos contienen de siete a nueve espinas largas, delicadas y no aplanadas; la tercera espina es un poco más larga que las demás. Dos escamas tentaculares, la externa menor. En la tercera placa ventral existe un par de poros. Escudos orales más largos que anchos, en forma de óvalo. Escudos adorales descubiertos y separados. El número de papilas varía de ocho a diez en cada mandíbula. Entre la tercera y cuarta papila existe una pequeña protuberancia.

**Tipo.** Un sintipo depositado en ZMUC, no. catálogo 436 (ZMUC).

**Distribución geográfica.** Desde San Diego, California, EUA hasta Islas Galápagos (Maluf 1988). En México: BCS, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Colima, Jalisco, Guerrero, Islas Revillagigedo e Islas Marías (Honey-Escandón *et.al.* 2008, ICML-UNAM, REMIB, USNM). En Oaxaca se reporta solamente en Pto. Angelito (Benítez-Villalobos 2000).

**Distribución batimétrica.** De los 0 a 110 m (Maluf 1988).

**Género** *Diopederma* H.L. Clark, 1913

***Diopederma daniana* (Verrill, 1867)**

**Sinonimias.**

*Diopederma danianum* (Verrill, 1867)

*Ophiura danianum* Verrill, 1867

**Diagnosis** (modificada de Verrill 1867). Organismos comprimidos dorso-ventralmente.

Disco cubierto por una granulación fina, la cual llega hasta la base de los brazos.

Escudos radiales largos, ovalados, separados y cubiertos parcialmente. Placas dorsales dos veces más largas que anchas y convexas. Placas ventrales de los brazos de forma cóncava; dos veces más anchas que largas. Diez espinas en los brazos, en donde las más dorsales son las más pequeñas. Escamas tentaculares pequeñas en donde la interna es considerablemente más grande. Escudos orales desnudos, triangulares y con ángulos cóncavos. Diez u 11 papilas orales cilíndricas en cada lado de la mandíbula.

**Material examinado.** Golfo de Tehuantepec (4).

**Tipo.** Tipo depositado en YPM, no. catálogo 1141 (Downey 1969).

**Localidad Tipo.** San Salvador (Downey 1969).

**Distribución geográfica.** Desde Cabo Lobos, México hasta San Francisco, Ecuador (Maluf 1988). En México: BCS, Michoacán, Jalisco, Guerrero y Chiapas (Honey-

Escandón *et.al.* 2008, USNM). En Oaxaca se distribuye en el Golfo de Tehuantepec, Salina Cruz y Bahía Rosario.

**Distribución batimétrica.** De los 7 a los 137 m (Maluf 1988).

**Comentarios.** Registros obtenidos de una donación de organismos (a partir de arrastres) y de documentación bibliográfica (Luke 1982, Gamboa-Contreras & Tapia-García 1998, ICML-UNAM, REMIB).

**Familia** Ophiacanthidae Perrier, 1891

**Género** *Ophiacantha* Müller & Troschel, 1842

***Ophiacantha paucispina* Lütken & Mortensen, 1899**

**Diagnosis** (modificada de Lütken & Mortensen 1899). Disco cubierto por la parte ventral y dorsal por escamas imbricadas y muy finas; presenta además espinas simples. Escudos radiales desnudos y separados en su totalidad por escamas pequeñas. Placas dorsales triangulares, un poco más anchas que largas, con las esquinas redondeadas. Casi todas las placas dorsales son rudimentarias y se encuentran rodeadas de piel desnuda; a veces irregulares y divididas en pedazos. Primera placa ventral de los brazos más larga que el resto. De cuatro a cinco espinas pequeñas. Sólo una pequeña escama tentacular rudimentaria en los poros genitales. Escudos orales más anchos que largos, con las esquinas muy largas y redondeadas, los lados internos y externos cóncavos. De siete a ocho papilas orales delgadas y pequeñas.

**Tipo.** Tres sintipos: 2 depositados en USNM y 1 en el MCZ (Downey 1969).

**Distribución geográfica.** Golfo de Tehuantepec, Oaxaca, México (Lütken & Mortensen 1899, Downey 1969, Honey-Escandón *et.al.* 2008, REMIB, USNM).

***Ophiacantha cosmica* Lyman, 1878**

**Diagnosis** (modificada de Lyman 1878). Disco cubierto densa y eventualmente por pequeñas espinas formadas de cinco a seis puntas de distintos tamaños; estas espinas solo se extienden hasta la primera placa ventral. Escudos radiales y escamas del disco ocultos. Placas dorsales de los brazos en forma de un abanico amplio con un ángulo hacia la parte interna. Placas ventrales pentagonales con el ángulo externo curvado. Placas laterales sólidas y moderadamente prominentes. Ocho espinas traslúcidas y cilíndricas. Escamas tentaculares pequeñas, más largas que anchas. Escudos orales en forma de corazón. Siete papilas orales en cada lado de la mandíbula, la más interna es la más amplia y plana. Coloración paja.

**Tipo.** Cinco sintipos depositados en el MCZ (Downey 1969).

**Distribución geográfica.** Afinidad Indo-Pacífica, Atlántica Norte y Antártica. En el Pacífico Oriental, desde Bahía Humboldt, EUA hasta Valparaíso, Chile (Maluf 1988). En México se reporta en el Golfo de Tehuantepec, Oaxaca (USNM).

**Distribución batimétrica.** Desde 415 a 4,840 m (Maluf 1988).

**Familia** Ophiactidae Matsumoto, 1915

**Género** *Ophiactis* Lütken, 1856

***Ophiactis savignyi* (Müller & Troschel, 1842)**

**Sinonimias.**

*Ophiactis brocki* de Loriol, 1893

*Ophiactis conferta* Koehler, 1905

*Ophiactis incisa* v. Martens, 1870

*Ophiactis krebsii* Lütken, 1856

*Ophiactis maculosa* von Martens, 1870

*Ophiactis quadrispina* H.L.Clark, 1915

*Ophiactis reinhardti* Lütken, 1859

*Ophiactis sexradia* (Grube, 1857)

*Ophiactis sixradia* Lütken, 1853

*Ophiactis versicolor* H.L.Clark, 1939

*Ophiactis virescens* Lütken, 1856

*Ophiolepis savignyi* Müller & Troschel, 1842

*Ophiolepis sexradia* Grube, 1857

**Diagnosis** (modificada de Hendler *et.al.* 1995). Disco con escamas y cubierto por algunas espinas pequeñas y rugosas; estas son más evidentes en organismos grandes. El tamaño de los escudos radiales excede la mitad del diámetro del disco. Placas dorsales de los brazos más largos que anchos. Placas ventrales cuadradas con bordes redondos. Las cinco o seis espinas son de tamaño similar, excepto la espina ventral la cual es un poco más pequeña. La punta de las espinas es espinosa y posee frecuentemente pequeños dientes en las esquinas opuestas. Dos escamas tentaculares. Escudos orales en forma de diamante. Dos papilas orales (a veces una o tres) aplanadas y en forma de escamas.

**Material examinado.** La Entrega: ICML-UNAM 3.29.71, 3.29.169. La Entrega: 13 EQUINO-UMAR, 1 EQUINO-UMAR 41, 6 EQUINO-UMAR 45, 11 EQUINO-UMAR 47, 2 EQUINO-UMAR 50, 7 EQUINO-UMAR 55, 11 EQUINO-UMAR 56, 2 EQUINO-UMAR 57, 10 EQUINO-UMAR 61, 8 EQUINO-UMAR 62, 12 EQUINO-UMAR 63, 22 EQUINO-UMAR 68, 2 EQUINO-UMAR 71, 15 EQUINO-UMAR 81, 10 EQUINO-UMAR 151, 3 EQUINO-UMAR 153; Casa Mixteca: 1 EQUINO-UMAR 275, 2 EQUINO-UMAR 280; Pto. Angelito: 3 EQUINO-UMAR, 2 EQUINO-UMAR 133, 1 EQUINO-UMAR 138, 2 EQUINO-UMAR 144, 1 EQUINO-UMAR 160; La Mina: 2 EQUINO-UMAR; Agua Blanca: 6 EQUINO-UMAR. San Agustín: 34 UMAR-OPHI; Montosa: 4 UMAR-OPHI; Maguey: 26 UMAR-OPHI; La Entrega: 25 UMAR-OPHI; Arrocito: 6 UMAR-OPHI; Playa Tijera: 1 UMAR-OPHI; Zipolite: 1 INVER-UMAR. La Entrega (3); Manzanilla (6); Mazunte (2).

**Localidad Tipo.** Egipto (Stöhr & O'Hara 2007).

**Distribución geográfica.** Océanos Indo-Pacífico, Pacífico Oriental y Atlántico (Hendler *et.al.* 1995). En el Pacífico Oriental Tropical desde San Pedro, California, EUA hasta Bahía Independencia, Perú (Maluf 1988). En México: BCN, BCS, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Islas Marías e Islas Revillagigedo (Honey-Escandón *et.al.* 2008, CAS, REMIB, USNM). En Oaxaca: Manzanilla, La Entrega, Mazunte, La Mina, Playa Tijera, San Agustín, Jicaral-Chachacual, Pto .Angelito, Pto. Escondido, Pto. Ángel, Casa Mixteca, Agua Blanca, Isla Montosa, Maguey, Arrocito, Zipolite, Tangolunda e Isla San Agustín.

**Distribución batimétrica.** Desde zona intermareal hasta los 518 m (Maluf 1988, Hendler *et.al.* 1995).

**Comentarios.** Registros obtenidos de trabajo de campo, revisión de colecciones científicas y documentación bibliográfica (Benítez-Villalobos 2000, Honey-Escandón *et.al.* 2008, ICML-UNAM, REMIB, USNM). Especie muy abundante encontrada dentro de fragmentos de coral, coral (*Porites sp.*, *Pavona sp.*) y algas.

### ***Ophiactis simplex* (Le Conte, 1851)**

#### **Sinonimias.**

*Ophictis arenosa* Lütken, 1856

*Ophiactis oerstedii* Lütken, 1856

*Ophiolepis simplex* Le Conte, 1851

**Diagnosis** (modificada de Le Conte 1851, Nielsen 1932). Disco con escamas finamente granuladas y redondas. Escudos radiales pequeños y separados por dos placas. Escamas de menor tamaño en el interrradio. Seis brazos con bandas de color; sin embargo, los organismos de mayor tamaño pueden presentar cinco brazos. Placas dorsales en forma rectangular y con los bordes redondos. Placas ventrales cuadradas

con bordes redondos. Cinco espinas redondas en los brazos. Poros tentaculares con dos escamas tentaculares; la primera protege los poros y la segunda con forma de espina forma parte de las cinco series de espinas laterales. Escudos orales en forma de diamante. Escudos adorales más largos que anchos. Presencia de solo una papila oral de tamaño considerable en cada lado de la mandíbula.

**Material examinado.** Chacahua: 7 EQUINO-UMAR 396; Playa Panteón: 2 EQUINO-UMAR, 1 EQUINO-UMAR 282; Pto. Angelito: 2 EQUINO-UMAR; Casa Mixteca: 24 EQUINO-UMAR, 3 EQUINO-UMAR 251, 1 EQUINO-UMAR 257, 2 EQUINO-UMAR 264; La Entrega: 4 EQUINO-UMAR; La Mina: 37 EQUINO-UMAR; Jicaral-Chachacual: 1 EQUINO-UMAR; La Blanca: 1 EQUINO-UMAR; Montosa: 1 EQUINO-UMAR; Agua Blanca: 1 EQUINO-UMAR. San Agustín: 52 UMAR-OPHI; Montosa: 1 UMAR-OPHI; Estacahuite: 9 UMAR-OPHI; Maguey: 3 UMAR-OPHI; La Entrega: 14 UMAR-OPHI; Pto. Ángel: 19 UMAR-OPHI; El Arrocito: 1 UMAR-OPHI; Playa Tijera: 5 UMAR-OPHI; Zipolite: 7 UMAR-OPHI; Cacaluta: 1 UMAR-OPHI; Jicaral-Chachacual: 2 UMAR-OPHI. Manzanilla (3); Chacahua (4); La Entrega (1).

**Tipo.** Un sintipo depositado en MCZ, no. catálogo 1221 (Downey 1969).

**Localidad Tipo.** Panamá (Downey 1969).

**Distribución geográfica.** Desde Isla Santa Cruz, EUA hasta Bahía Independencia, Perú (Maluf 1988). En México: BCN, BCS, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Michoacán, Guerrero e Islas Marías (Honey-Escandón *et.al.* 2008, ICML-UNAM, REMIB, USNM). En Oaxaca: Manzanilla, La Entrega, Chacahua, La Mina, Estacahuite, Playa Tijera, San Agustín, Jicaral-Chachacual, Cacaluta, Pto. Angelito, Pto. Ángel, Casa Mixteca, Agua Blanca, La Blanca, Isla Montosa, Maguey, Arrocito, Zipolite e Isla San Agustín.

**Distribución batimétrica.** Desde la zona intermareal hasta los 302 m (Maluf 1988).

**Comentarios.** Registros obtenidos de recolectas, revisión de colecciones científicas y documentación bibliográfica (Luke 1982, Rodríguez-Palacios 1989, Benítez-Villalobos



2000). Especie muy abundante encontrada dentro de coral muerto, coral (*Porites sp.*, *Pavona sp.*) y algas.

**Familia** Amphiuridae Ljungman, 1867

**Género** *Amphiura* Forbes, 1842

***Amphiura seminuda* Lütken & Mortensen, 1899**

**Diagnosis** (modificada de Lütken & Mortensen 1899). La parte dorsal del disco cubierta por escamas imbricadas, redondas y finas, en donde las placas primarias no son notables. Escudos radiales semilunares, tan largos como la mitad del disco; se encuentran en contacto hasta la mitad y posteriormente están separadas por una hilera de escamas. Margen del disco redondeado. Parte ventral del disco desnuda, excepto por una hilera de escamas similar al de la parte dorsal. Placas dorsales ovaes transversalmente, dos veces más anchas que largas; se encuentran en contacto por la parte interna del brazo. Primera placa ventral pequeña y hexagonal. Tres espinas igual de largas. Una escama redonda y tentacular en la parte interior de los poros genitales. Escudo oral redondeado, igual en largo y ancho. Sólo una papila oral pequeña y cónica en cada lado de la mandíbula; papilas infradentales truncadas.

**Tipo.** Holotipo depositado en el USNM, no. catálogo 19528 (Downey 1969).

**Localidad Tipo.** Mazatlán, Sinaloa, México (Downey 1969).

**Distribución geográfica.** Bahía Humboldt, EUA hasta Punta Guiones, Costa Rica. Islas Paumotu, Polinesia (Maluf, 1988). En México: Sinaloa (REMIB, USNM). En Oaxaca se reporta para Salina Cruz y el Golfo de Tehuantepec (Luke 1982, Gamboa-Contreras & Tapia-García 1998)

**Distribución batimétrica.** De 9 a 4,096 m (Maluf 1988).

**Género** *Amphichondrius* Nielsen, 1932

## ***Amphichondrius granulatus* (Lütken & Mortensen, 1899)**

### **Sinonimias.**

*Amphichondrius granulatus* Nielsen, 1932

*Amphichondrius unamexici* Caso, 1982

**Diagnosis** (modificada de Lütken & Mortensen 1899). Parte dorsal del disco cubierta por escamas superpuestas, pequeñas y finas; placas primarias no notables. A lo largo del margen hay algunas escamas irregulares. Escudos radiales más pequeños que la mitad del disco, en contacto en la parte exterior y, separadas por escamas irregulares por la parte interior (pueden ser redondos). Parte ventral del disco cubierta por granulación; solo debajo del escudo oral se pueden ver pocas escamas. Margen del disco convexo. Placas dorsales dos veces más anchas que largas y en contacto. Primer placa ventral muy pequeña y delgada; las placas se encuentran unidas, es decir no existe un espacio desnudo separándolas. Tres espinas de igual tamaño en los brazos. Dos escamas tentaculares redondas; la que está pegada a la placa ventral es la más grande. Escudos orales en forma de rombo. Dos papilas orales en cada lado de la mandíbula haciendo una hilera continua con las del ápice.

**Distribución geográfica.** Puerto Concepción, California, México a Panamá (Hendler 1996). En México: BCN, BCS y Sinaloa (Honey-Escandón *et.al.* 2008, ICML-UNAM, REMIB, USNM). En Oaxaca solamente se reporta para Pto. Angelito (Benítez-Villalobos 2000).

**Distribución batimétrica.** 18-384 m (Hendler 1996).

## ***Amphichondrius laevis* Ziesenhenné, 1940**

**Diagnosis** (modificada de Ziesenhenné 1940). Disco pentagonal e hinchado, cubierto por escamas grandes e imbricadas que forman una roseta. Rodeando a la escama

principal, se encuentran cinco placas triangulares y pequeñas. De cinco a seis hileras de escamas en cada interrradio. En el margen del disco se encuentra una placa grande y elíptica. La parte ventral presenta granulación densa y fina que se prolonga hasta el margen del disco. Hendiduras genitales largas (desde escudo oral hasta el margen del disco). Escudos radiales pequeños, tan largos como anchos; se encuentran separados por una o dos escamas por la parte superior. Placas dorsales triangulares con ángulos redondos; separadas unas de otras. Primera placa ventral pentagonal, pequeña y en contacto con el escudo oral. Tres espinas largas. Dos escamas tentaculares. Escudos orales pequeños y en forma de diamante. Escudos adorales tan largos como anchos y en contacto. Cuatro dientes, el que se encuentra más arriba es el más grande. Tres papilas orales en cada lado de la mandíbula.

**Tipo.** Holotipo depositado en AHF no. catálogo 18. Cinco paratipos: uno depositado en el USNM y el resto en AHF (Downey 1969).

**Localidad Tipo.** Bahía de Tenacatita, México (Downey 1969).

**Distribución geográfica.** Desde San Pedro, California, EUA hasta Ecuador (Maluf 1988). En México se reporta en: BCS y Jalisco (Honey-Escandón *et.al.* 2008, ICML-UNAM, REMIB, USNM). En Oaxaca se reporta para La Mina, Jicaral-Chachacual y Tangolunda (Ziesenhene 1940, Benítez-Villalobos 2000).

**Distribución batimétrica.** De los 4 a 280 m (Maluf 1988).

**Género** *Amphiodia* Verrill, 1899

***Amphiodia sculptilis* Ziesenhene, 1940**

**Diagnosis** (modificada de Ziesenhene 1940). Disco redondo, cubierto por numerosas escamas imbricadas. Placas primarias notables. En cada interrradio hay siete hileras de escamas. Hendiduras genitales bordeadas de escamas. Escudos radiales redondos y triangulares, más largos que anchos; separados por escamas triangulares. Primer

placa dorsal pequeña, triangular, más ancha que larga; las placas siguientes son más grandes. Placas ventrales rectangulares totalmente en contacto; éstas se encuentran divididas en placas más pequeñas debido a dos ranuras longitudinales. Presencia de tres espinas cortas en los brazos. Una escama tentacular larga. Escudos orales pequeños y en forma de diamante. Escudos adorales triangulares, más anchos que largos. Cinco dientes. Tres papilas orales en cada lado de la mandíbula.

**Tipo.** Holotipo depositado en AHF, no. catálogo 20. Ocho paratipos: uno en USNM y el resto en AHF (Downey 1969).

**Localidad Tipo.** Guerrero, México (Downey 1969).

**Distribución geográfica.** Desde Bahía de Tenacatita, México hasta Isla La Plata, Ecuador (Maluf 1988). En México: Sinaloa, Jalisco y Nayarit (Honey-Escandón *et.al.* 2008, ICML-UNAM, REMIB, USNM). En Oaxaca se reporta para Chacahua y Tangolunda (Downey 1969, Ziesenhenné 1940).

**Distribución batimétrica.** De 0 a 101 m (Maluf 1988).

**Género** *Amphioplus* Verrill, 1899

***Amphioplus daleus* (Lyman, 1879)**

#### **Sinonimias.**

*Amphichilus daleus* (Lyman, 1882)

*Amphiodia dalea* (Lyman, 1879)

*Amphioplus dalea* (Lyman, 1879)

*Amphiura dalea* Lyman, 1879

**Diagnosis** (modificada de Lyman 1879). Disco aplanado y cubierto por escamas finas, solamente la placa central es conspicua. Escudos radiales largos y anchos, separados por algunas escamas de mayor tamaño. El espacio interr radial posee escamas más finas. Placas dorsales hinchadas, muy pequeñas y anchas, en forma de óvalo. La

primera placa ventral muy pequeña. Tres espinas en los brazos, la media se encuentra hinchada. Solamente una escama tentacular grande, sin embargo, es común que no existan escamas tentaculares. Escudos orales pequeños, triangulares, un poco más largos que anchos, redondeados en todos sus lados excepto en la punta. Cuatro papilas orales en cada lado de la mandíbula.

**Tipo.** Sintipo depositado en MCZ, no. catálogo 1466 (Downey 1969).

**Distribución geográfica.** Atlántico Oeste. En el Pacífico Oriental Tropical desde Punta Santo Tomás, EUA hasta el sur de Perú. (Maluf 1988). En México: BCS (USNM). En Oaxaca se reporta solo para el Golfo de Tehuantepec (USNM).

**Distribución batimétrica.** Desde 1,170 a 5,869 m (Maluf 1988).

**Género** *Amphipholis* Ljungman, 1866

***Amphipholis squamata* (Delle Chiaje, 1828)**

**Sinonimias.**

*Amphipholis appressa* Ljungman, 1872

*Amphipholis australiana* H.L.Clark, 1909

*Amphipholis elegans* (Farquhar, 1897)

*Amphipholis japonica* Matsumoto, 1915

*Amphipholis kinbergi* Ljungman, 1872

*Amphipholis lineata* Ljungman, 1872

*Amphipholis minor* (Döderlein, 1910)

*Amphipholis tenera* (Lütken, 1856)

*Amphipholis tissieri* Reys, 1961

*Amphiura elegans* Farquhar, 1897

*Amphiura neglecta* Forbes, 1843

*Amphiura parva* Hutton, 1878

*Amphiura tenera* Lütken, 1856

*Asterias squamata* Delle Chiaje, 1828

*Asterias noctiluca* Viviani, 1805

*Axiognathus squamata* (Delle Chiaje, 1829)

*Ophiactis minor* Döderlein, 1910

**Diagnosis** (modificada de Hendler 1996). Disco con escamas lisas y planas. Escudos radiales pequeños y separados solo en la parte distal por una escama. Brazos cortos, cerca de cuatro veces el diámetro del disco. Placas dorsales de igual ancho que largo. Placas ventrales pentagonales. Cuatro espinas de los brazos de igual o menor tamaño que la unión de los brazos. Dos escamas tentaculares; la escama en la placa ventral generalmente más pequeña que la lateral. Escudos orales más pentagonales que un diamante; éstos son más largos que los escudos adorales. Papilas infradentales redondas, separadas y en forma de bloque. Papilas orales distales con márgenes redondos. La papila distal es la más grande de todas las papilas orales.

**Material examinado.** Mazunte: 1 EQUINO-UMAR 395; Playa Panteón: 3 EQUINO-UMAR. San Agustínillo: 4 INVER-UMAR; Estacahuite: 4 INVER-UMAR; Playa Tijera: INVER-UMAR; Maguey: INVER-UMAR; Pto. Ángel: 1 INVER-UMAR. Manzanilla (3).

**Tipo.** Se desconoce el lugar donde se encuentra depositado (Sthör & O'Hara 2009).

**Localidad Tipo.** Nápoles, Italia (Sthör & O'Hara 2007).

**Distribución geográfica.** Cosmopolita (Hendler 1996). En México: BCS (Honey-Escandón *et al.* 2008, ICML-UNAM). En Oaxaca se distribuye en Manzanilla, Mazunte, Estacahuite, Playa Tijera, Pto. Ángel, San Agustínillo y Maguey.

**Distribución batimétrica.** Desde la zona intermareal hasta los 1,130 m (Hendler 1996).

**Comentarios.** Registro nuevo para la zona obtenido de recolectas y revisión de colecciones científicas. Ejemplares recolectados sobre algas y dentro fragmentos de coral.

**Género** *Ophiocnida* Lyman, 1865

***Ophiocnida hispida* (Le Conte, 1840)**

**Sinonimias.**

*Amphiura hispida* (Le Conte, 1851)

*Ophiophragmus hispidus* (Le Conte, 1851)

**Diagnosis** (modificado de Le Conte 1851, McClendon 1909). Disco cubierto por pequeñas escamas imbricadas y pequeñas espinas. Escudos radiales muy cercanos pero no se encuentran en contacto, de dos a tres veces más largos que anchos. Placas dorsales elípticas, tres veces más anchas que largas. Placas ventrales de los brazos rectangulares, de dos a tres veces más anchos que largos. Los poros tentaculares poseen dos escamas tentaculares elípticas. Tres espinas aplanadas en los brazos, la espina más dorsal es la más pequeña. Escudos orales en forma de diamante y alargados radialmente. El escudo oral posee de tres a cuatro papilas orales grandes y redondas.

**Material examinado.** La Mina (4).

**Tipo.** Holotipo depositado en USNM, no. catálogo 1197 (Downey 1969).

**Localidad Tipo.** Panamá (Downey 1969).

**Distribución geográfica.** Desde San Pedro, California, EUA hasta Bahía Independencia, Perú (Maluf 1988). En México se reporta en BCS, Sonora y Guerrero (Honey-Escandón *et.al.* 2008, ICML-UNAM, REMIB, USNM). En Oaxaca se presenta solamente en La Mina.

**Comentarios.** Registro nuevo para la zona. Especie rara recolectada en campo en sustrato arenoso.

**Distribución batimétrica.** 0–794 m (Maluf 1988).

**Género** *Ophiophragmus* Lyman, 1865

***Ophiophragmus marginatus* (Lütken, 1856)**

**Sinonimias.**

*Amphiura marginata* Lütken, 1856

*Ophiophragmus marginata* (Lütken, 1856)

**Diagnosis** (modificada de Lütken 1856, Lütken 1859). Disco cubierto por escamas redondas y de gran tamaño; la escama primaria central es la más grande y las escamas que salen de ésta forman cinco hileras que se extienden hasta el extremo del disco. Escudos radiales dos veces más largos que anchos, escasamente separados por escamas. El margen del disco se encuentra rodeado por una serie de papilas. Espacio interr radial cubierto por escamas finas. Brazos muy largos. Placas dorsales de dos a tres veces más largas que anchas con ángulos redondeados. Placas ventrales en forma cuadrangular. Tres espinas pequeñas y cónicas. Dos escamas tentaculares de igual tamaño. Los escudos orales son pequeños y presentan tres ángulos: uno interno y uno redondo en cada lado externo. Tres papilas orales a cada lado de la mandíbula, la más interna (la cual está sobre los dientes) es la más grande, mientras que la del extremo no es tan grande como la de en medio.

**Distribución geográfica.** En México: Sonora, Sinaloa y Nayarit (Honey-Escandón *et.al.* 2008, ICML-UNAM, REMIB, USNM). En Oaxaca se reporta sólo en Tangolunda (Honey-Escandón *et.al.* 2008, REMIB).

***Ophiophragmus papillatus* Ziesenhenné, 1940**

**Diagnosis** (modificada de Ziesenhenné 1940). Disco redondo y cubierto por escamas circulares e imbricadas. Placas primarias notables y separadas por papilas redondas. Espacios interr radiales cubiertos por escamas imbricadas. Hendiduras genitales largas.



Margen del disco rodeado de papilas. Brazos cortos y robustos. Placas ventrales ovaladas y completamente en contacto con el margen distal. Primera placa dorsal rectangular, las siguientes con un margen distal cóncavo y en contacto unas con otras. Tres espinas cortas, robustas y redondeadas. Escudos orales en forma de diamante, ancho y largo similar. Escudos adorales tan anchos como largos, encontrándose proximalmente formando una V. No hay papilas dentales; dientes redondeados. Tres papilas ovaladas en cada lado de la mandíbula.

**Tipo.** Holotipo: AHF, con no.de catálogo 11 (Ziesenhene 1940).

**Localidad Tipo.** Bahía de Tangolunda, Oaxaca, México. Estación 260-34 (Ziesenhene 1940).

**Distribución geográfica.** Sólo se reporta para Tangolunda, Oaxaca, México (Downey 1969, Ziesenhene 1940).

**Familia** Ophiotrichidae Ljungman, 1866

**Género** *Ophiotrix* Müller & Troschel, 1840

***Ophiotrix (Ophiotrix) rudis* Lyman, 1874**

**Sinonimias.**

*Ophiotrix rudis* Lyman, 1874

**Diagnosis** (modificada de Lyman 1874). Disco cubierto por la parte dorsal por espinas cilíndricas. Disco desnudo por la parte ventral. Escudos radiales completamente desnudos, pequeños y separados parcialmente por una hilera de espinas cilíndricas. Placas dorsales unidas unas con otras, más anchas que largas, en forma de óvalo irregular. Placas ventrales de los brazos, tan largos como anchos y con las esquinas redondeadas. Siete espinas redondas con espinas terminales microscópicas; las dos espinas más dorsales son de mayor tamaño. Una sola escama tentacular redonda.

Escudos orales tan anchos como largos, con forma de diamante. Aproximadamente 35 papilas orales.

**Material examinado.** Pto. Ángel: ICML-UNAM 3.32.104. La Mina: 8 EQUINO-UMAR; Pto. Ángel: 7 EQUINO-UMAR, 1 EQUINO-UMAR 74, 3 EQUINO-UMAR 259, 2 EQUINO-UMAR 263; Pto. Angelito: 1 EQUINO-UMAR 146; Casa Mixteca: 1 EQUINO-UMAR 258, 2 EQUINO-UMAR 262, 2 EQUINO-UMAR 267, 2 EQUINO-UMAR 268; La Entrega: 2 EQUINO-UMAR; Jicaral-Chachacual: 4 EQUINO-UMAR, 2 EQUINO-UMAR 261. San Agustín: 1 UMAR-OPHI. Riscalillo (1); Mazunte (1).

**Tipo.** Holotipo depositado en MCZ, no. catálogo 2408. Dos paratipos depositados en MCZ (Downey 1969).

**Localidad Tipo.** San Diego, California, EUA (Downey 1969).

**Distribución geográfica.** Monterey, EUA a Oaxaca, México (Maluf 1988). En México se distribuye en: BCS, Sinaloa, Nayarit, Michoacán y Guerrero (Honey-Escandón *et.al.* 2008, ICML-UNAM, REMIB). En Oaxaca: La Entrega, Mazunte, La Mina, Tijera, Riscalillo, San Agustín, Jicaral-Chachacual, Pto. Angelito, Pto. Ángel, Casa Mixteca, Agua Blanca e Isla San Agustín.

**Distribución batimétrica.** De la zona intermareal hasta los 64 m (Maluf 1988).

**Comentarios.** Registros obtenidos de recolectas, revisión de colecciones científicas y documentación bibliográfica (Luke 1982, Benítez-Villalobos 2000, ICML-UNAM). Esta especie fue recolectada en sustrato rocoso y sobre esponjas.

### ***Ophiothrix (Ophiothrix) spiculata* Le Conte, 1851**

#### **Sinonimias.**

*Ophiothrix spiculata* Le Conte, 1851

*Ophiothrix dumosa* Lyman, 1860

**Diagnosis** (modificado de Le Conte 1851, Hendler 1996). Disco pentagonal cubierto por numerosas espinas aserradas. Escudos radiales largos y granulados, a veces descubiertos por espinas y separados por una serie de escamas. Interradio ventral cubierto por espinas y escamas diminutas. Placas dorsales de los brazos en forma de silla de montar. Placas laterales en contacto con una espina prominente. Las espinas de los brazos son aserradas y transparentes, dispuestas en siete hileras de las cuales las dos inferiores son de menor tamaño. Una sola escama tentacular pequeña. Escudos orales tan largos como anchos. Escudos adorales pequeños, subtriangulares y en contacto. Mandíbula con una cavidad central cercana al escudo oral. Papilas orales ausentes.

**Material examinado.** Pto. Ángel: ICML-UNAM 3.32.104; Estacahuite: 1 EQUINO-UMAR; La Entrega: 1 EQUINO-UMAR, 2 EQUINO-UMAR 37, 3 EQUINO-UMAR 66, 1 EQUINO-UMAR 67, 1 EQUINO-UMAR 72, 3 EQUINO-UMAR 76, 1 EQUINO-UMAR 137, 1 EQUINO-UMAR 152; Jicaral-Chachacual: 1 EQUINO-UMAR, 2 EQUINO-UMAR 222, 1 EQUINO-UMAR 232, 3 EQUINO-UMAR 269; Pto. Ángel: 1 EQUINO-UMAR, 1 EQUINO-UMAR 140; La Mina: 5 EQUINO-UMAR, 2 EQUINO-UMAR 176, 1 EQUINO-UMAR 187, 1 EQUINO-UMAR 190, 2 EQUINO-UMAR 191, 2 EQUINO-UMAR 196, 2 EQUINO-UMAR 207, 3 EQUINO-UMAR 211, 1 EQUINO-UMAR 213, 1 EQUINO-UMAR 360; Pto. Angelito: 3 EQUINO-UMAR 157, 1 EQUINO-UMAR 158; Estacahuite: 1 UMAR-OPHI; Pto. Ángel: 3 UMAR-OPHI; El Arrocito: 1 INVER-UMAR; Playa Tijera: 1 INVER-UMAR; La Mina (1); Pto. Ángel (1); Manzanilla (1); Pto. Angelito (5); Cacaluta (2); La Entrega (2).

**Tipo.** Dos sintipos: uno depositado en USNM y otro en MCZ (Downey 1969).

**Distribución geográfica.** De Playa Moss, California, EUA al Norte de Chile e Islas Galápagos (Hendler 1996). En México: BCN, BCS, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Colima, Jalisco, Michoacán, Guerrero e Islas Marías (Honey-Escandón *et.al.* 2008, CAS, ICML-UNAM, REMIB, USNM). En Oaxaca se reporta para Manzanilla, La Entrega, La Mina,

Estacahuite, Tijera, Jicaral-Chachacual, Cacaluta, Pto. Angelito, Pto. Escondido, Pto. Ángel, Casa Mixteca y El Arrocito.

**Distribución batimétrica.** Intermareal hasta 2059 m (Maluf 1988, Hendler 1996).

**Comentarios.** Registros obtenidos de recolectas, revisión de colecciones científicas y documentación bibliográfica (Rodríguez-Palacios 1989, Benítez-Villalobos 2000, Zamorano & Leyte-Morales 2005, Honey-Escandón *et.al.* 2008, ICML-UNAM, USNM).

**Familia** Ophiothrichidae Ljungman, 1866

**Género** *Ophiothela* Verrill, 1867

***Ophiothela mirabilis* Verrill, 1867**

**Sinonimias.**

*Ophiothrix (Ophiothela) mirabilis* Verrill, 1867

**Diagnosis** (modificada de Verrill 1867). Especie de tamaño pequeño. Disco cubierto medianamente por gránulos redondos. Entre los escudos radiales y el centro del disco, la superficie se encuentra cubierta por piel sin escamas visibles. Escudos radiales largos y prominentes; se encuentran en contacto excepto por la parte distal. Espacio interr radial con un conglomerado de seis espinas cónicas, sin ganchos. Seis brazos. Placas dorsales tan largas como anchas, convexas, cubiertas por piel desnuda; esta piel se encuentra cubierta por algunos gránulos. Placas ventrales bien desarrolladas. Cinco espinas en los brazos, en donde la más dorsal es la más pequeña; puede haber seis espinas, en donde la tercera es la más larga. Las espinas terminan en forma de gancho. Escudos orales redondeados. Diez papilas orales redondas.

**Material examinado.** La Blanca (22): EQUINO-UMAR; Pto. Ángel (1): EQUINO-UMAR 393; La Mina (26); Manzanilla (1); Pto. Escondido (15); San Agustín (18).

**Tipo.** Un sintipo depositado en MCZ, no. catálogo 2495 (Downey 1969).

**Distribución geográfica.** La Paz, Baja California, México a Isla Malpelo, Colombia (Maluf 1988). En México: BCS, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán y Guerrero (Honey-Escandón *et.al.* 2008, ICML-UNAM, REMIB, USNM). En Oaxaca se encuentra en Manzanilla, La Mina, San Agustín, Pto. Escondido, Pto.Ángel y La Blanca.

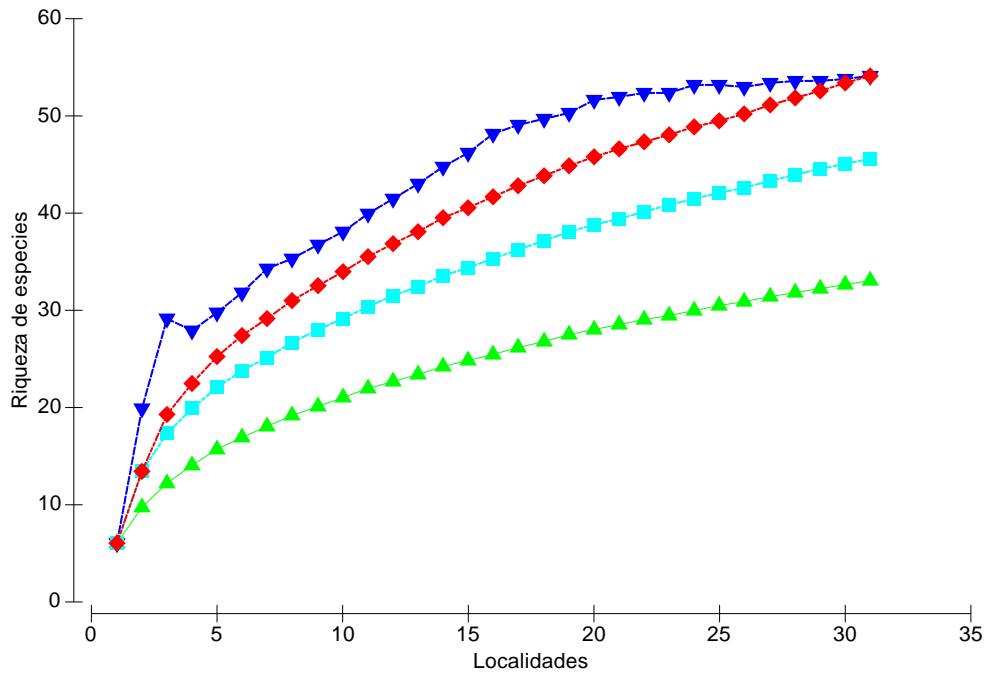
**Distribución batimétrica.** 6 a 61 m (Maluf 1988, USNM).

**Comentarios.** Registro obtenido de recolectas y revisión de ejemplares depositados en colecciones científicas. Registro nuevo para la zona. Especie asociada a Gorgonias.

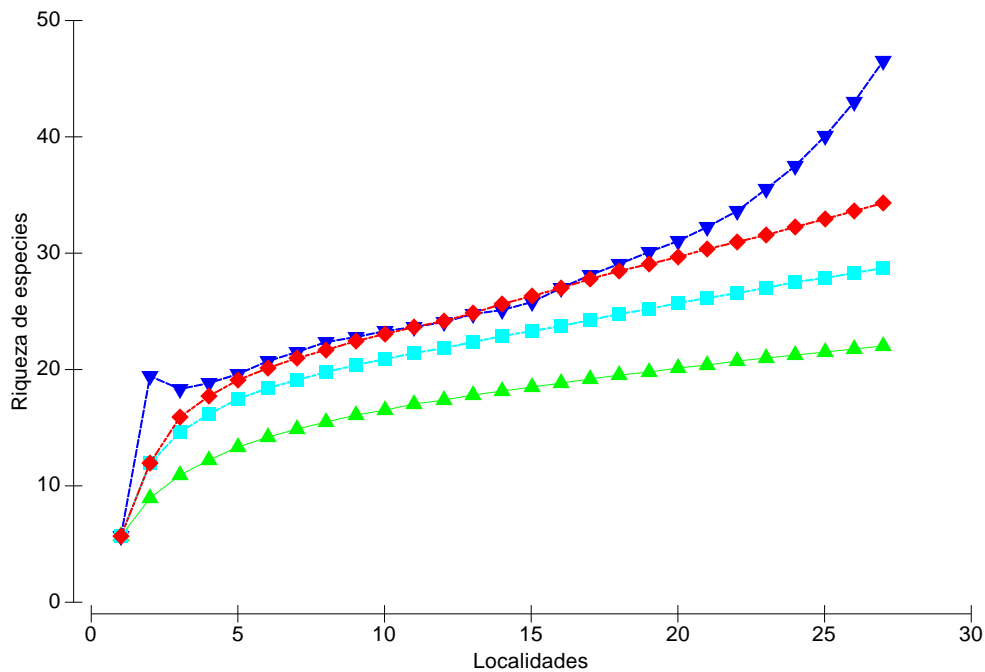
#### *Composición de la Comunidad*

Las curvas de acumulación de especies indican que el listado de especies obtenido dista de ser completo ya que las estimaciones arrojadas por los métodos no paramétricos muestran que el número de especies esperado tanto para la costa de Oaxaca (Figura 4), zonas someras (Figura 5), zonas profundas (Figura 6), zonas arrecifales (Figura 7), y no arrecifales (Figura 8), siempre es superior al valor observado. Lo anterior denota que el número de especies reportada en este trabajo, probablemente es una subestimación de la riqueza de especies.

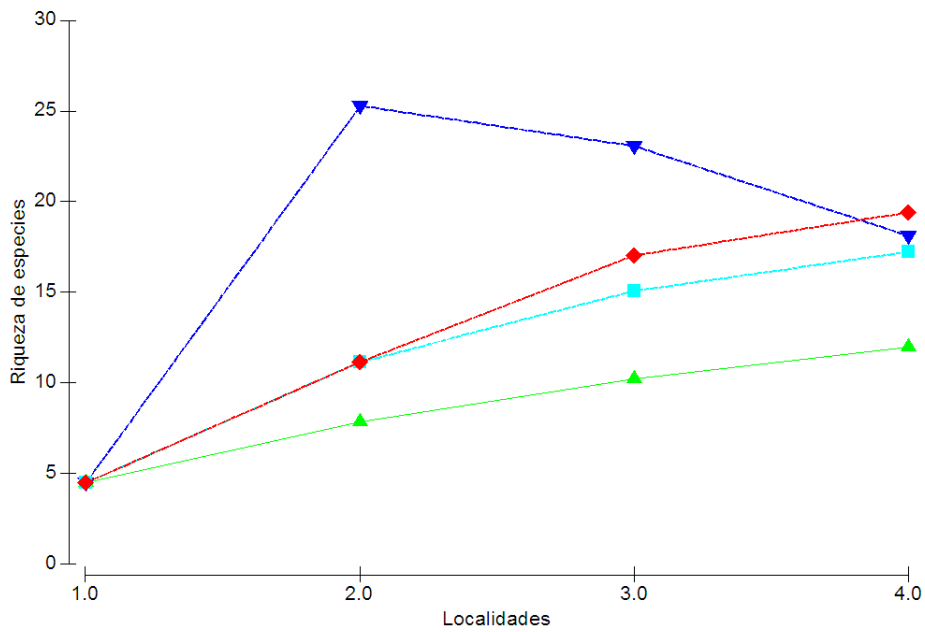
Por otro lado, los modelos no paramétricos evidencian que un mayor esfuerzo de muestreo reditúa en un mayor número de especies encontradas (Figs. 4, 5, 6, 7, 8). Al respecto se tiene que la correlación realizada entre el esfuerzo de muestreo y la riqueza de especies encontrada es significativa (Spearman  $r = 0.76$ ,  $n = 23$ ,  $p < 0.05$ ). Esto quiere decir, que el número de especies encontrada por localidad depende de la intensidad con la que fue muestreada dicha localidad.



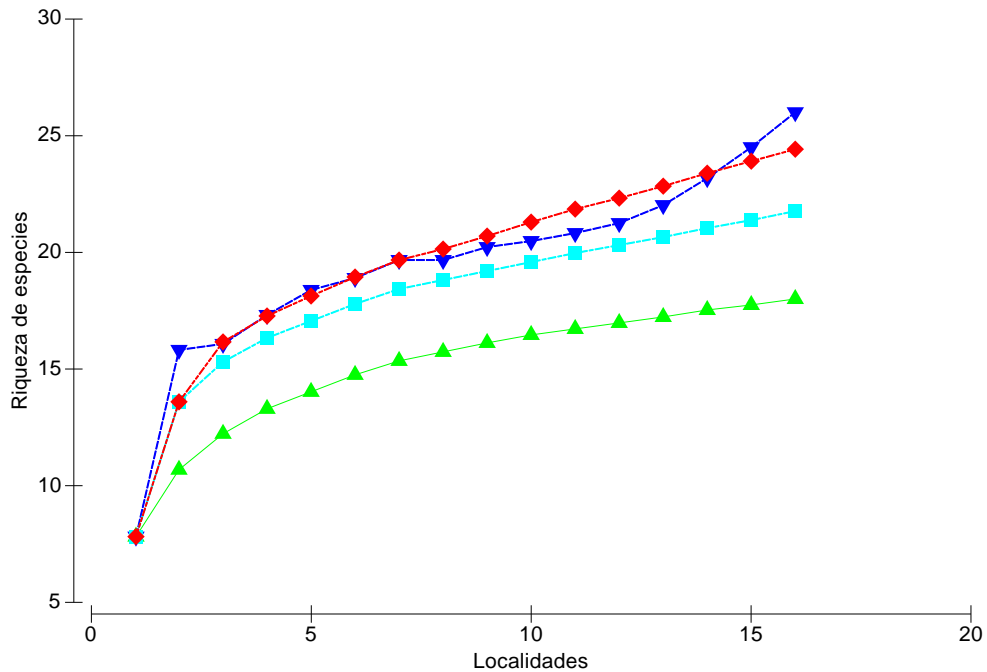
**Figura 4.** Curva de acumulación de especies de ofiuroides del estado de Oaxaca y curvas de acumulación determinadas por los estimadores no paramétricos. ▲ = Curva de acumulación de especies observada, ▼ = Chao 2, ■ = Jackknife 1, ◆ = Jackknife 2.



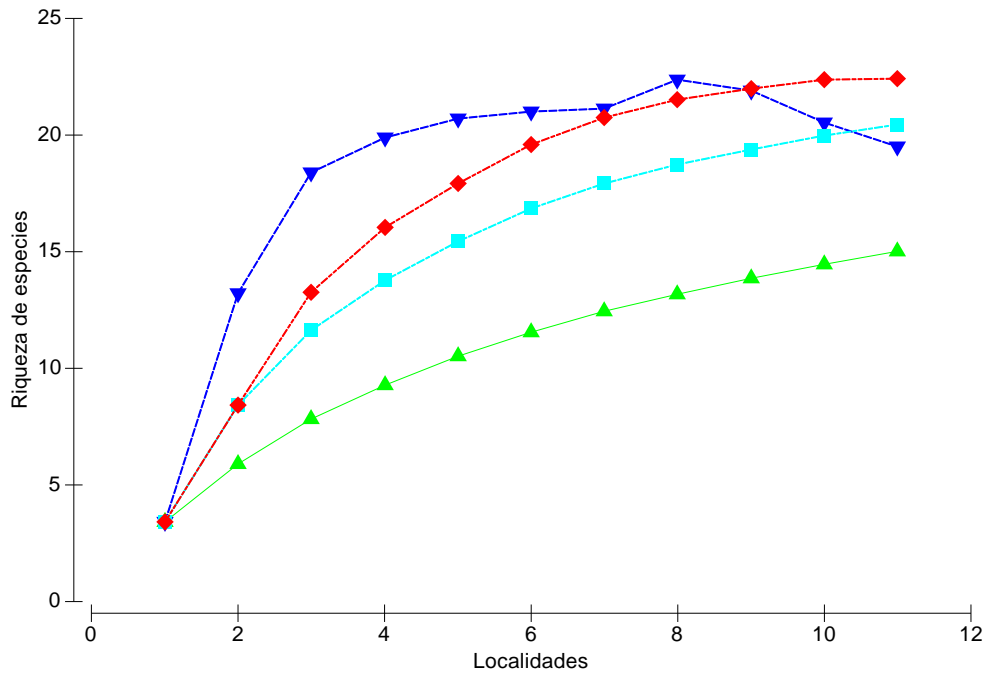
**Figura 5.** Curva de acumulación de especies de ofiuroides de zonas someras y curvas de acumulación determinadas por los estimadores no paramétricos. ▲ = Curva de acumulación de especies observada, ▼ = Chao 2, ■ = Jackknife 1, ◆ = Jackknife 2.



**Figura 6.** Curva de acumulación de especies de ofiuroides de zonas profundas y curvas de acumulación determinadas por los estimadores no paramétricos ▲ =Curva de acumulación de especies observada, ▼ = Chao 2, ■ = Jackknife 1, ◆ = Jackknife 2.



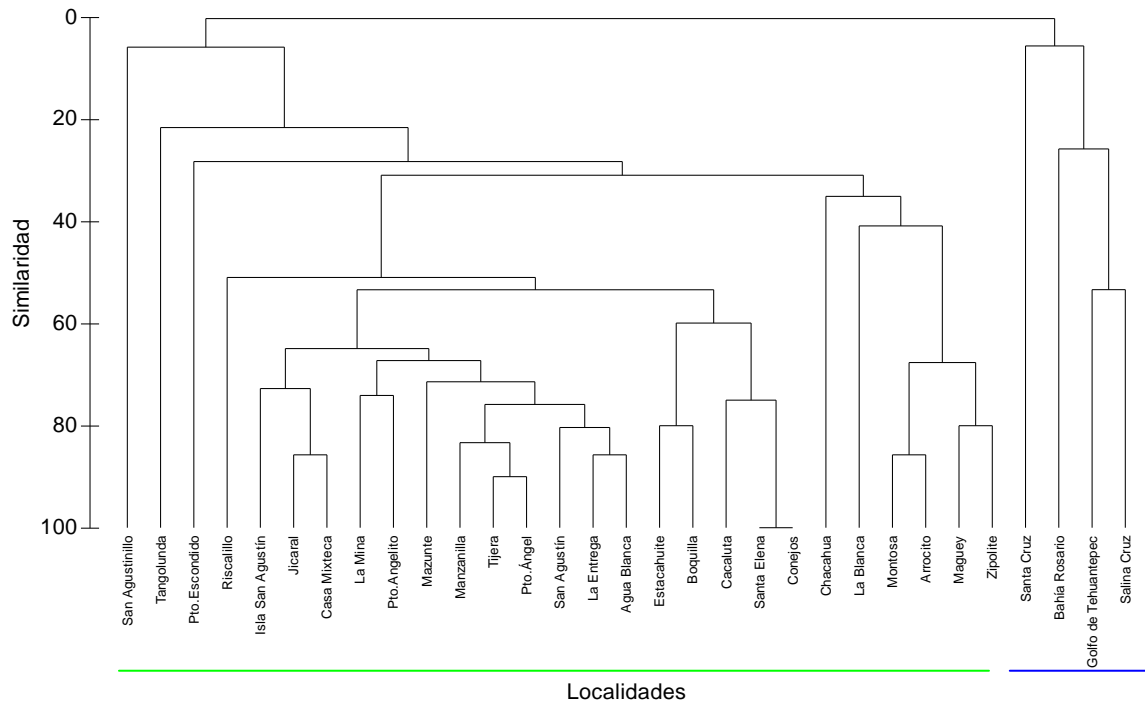
**Figura 7.** Curva de acumulación de especies de ofiuroides de zonas arrecifales y curvas de acumulación determinadas por los estimadores no paramétricos ▲ =Curva de acumulación de especies observada, ▼ = Chao 2, ■ = Jackknife 1, ◆ = Jackknife 2.



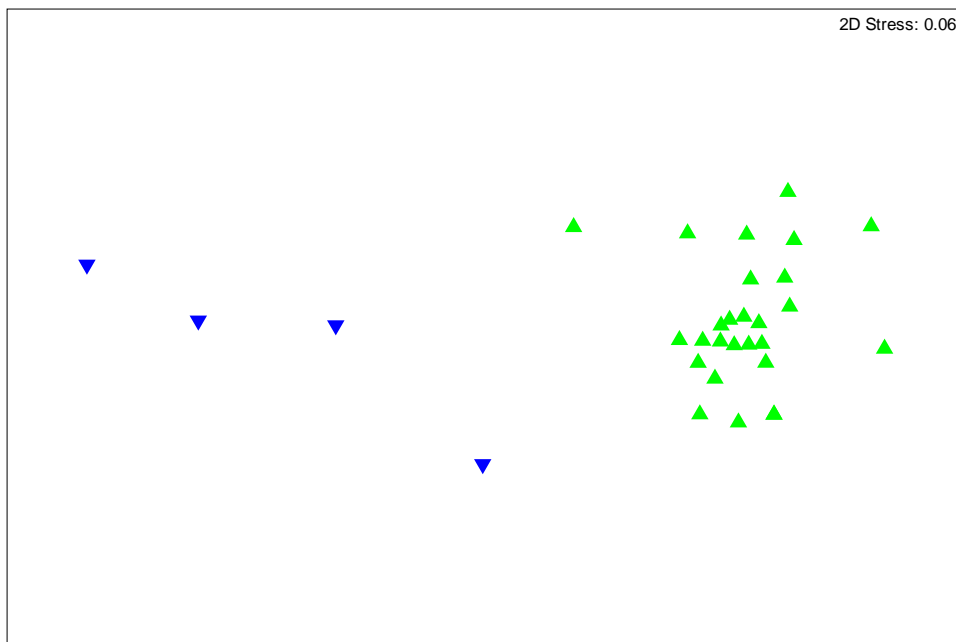
**Figura 8.** Curva de acumulación de especies de ofiuroides de zonas no arrecifales y curvas de acumulación determinadas por los estimadores no paramétricos. ▲ = Curva de acumulación de especies observada, ▼ = Chao 2, ■ = Jackknife 1, ◆ = Jackknife 2.

El dendrograma (Figura 8) y el análisis de ordenamiento multidimensional (MDS) (Figura 9) denotan la existencia de dos grupos, el primero conformado por localidades de zonas profundas (mayores a los 100 m de profundidad), y el segundo por localidades que se encuentran en zonas someras (de la zona intermareal hasta los 35 m de profundidad). Lo anterior sugiere que la composición de especies entre profundidades es heterogénea.





**Figura 8.** Dendrograma de la composición de especies de ofiuros de Oaxaca mediante el índice Bray-Curtis. Línea verde = Zonas someras, Línea azul = Zonas profundas.



**Figura 9.** Ordenación MDS de la composición de especies de ofiuros de Oaxaca. ▲ = Zonas someras, ▼ = Zonas profundas.

De manera complementaria, el análisis de similitud de una vía (ANOSIM) denota que sí existen diferencias significativas en la composición de especies entre profundidades ( $R = 0.869$ ,  $p = 0.001$ ). El estadístico de prueba ( $R$ ) es cercano a uno, lo que sugiere que la composición de especies es altamente disímil.

El análisis de importancia relativa de especies (SIMPER) muestra que las especies características del grupo formado por zonas someras son *Ophiactis simplex* (20.24%), *Ophiocoma aethiops* (17.74%), *Ophiactis savignyi* (16.71%) y *Ophiocoma alexandri* (15.19%). En cuanto a las especies típicas de las zonas profundas se tiene que *Diopederma daniana* contribuye con el 53.37% y *Ophiolepis variegata* con el 13.72% (Tabla I).

De la misma manera, el SIMPER muestra que la disimilitud entre las localidades profundas y someras se debe principalmente a las especies *Ophiocoma aethiops* (1.15 dis/D.E), *Ophiocoma alexandri* (1.10 dis/D.E), *Ophiactis simplex* (1.06 dis/D.E), *Diopederma daniana* y *Ophiactis savignyi* (1.04 dis/D.E) (Tabla II).

**Tabla I.** Análisis de importancia relativa de especies (SIMPER) en zonas profundas y someras.

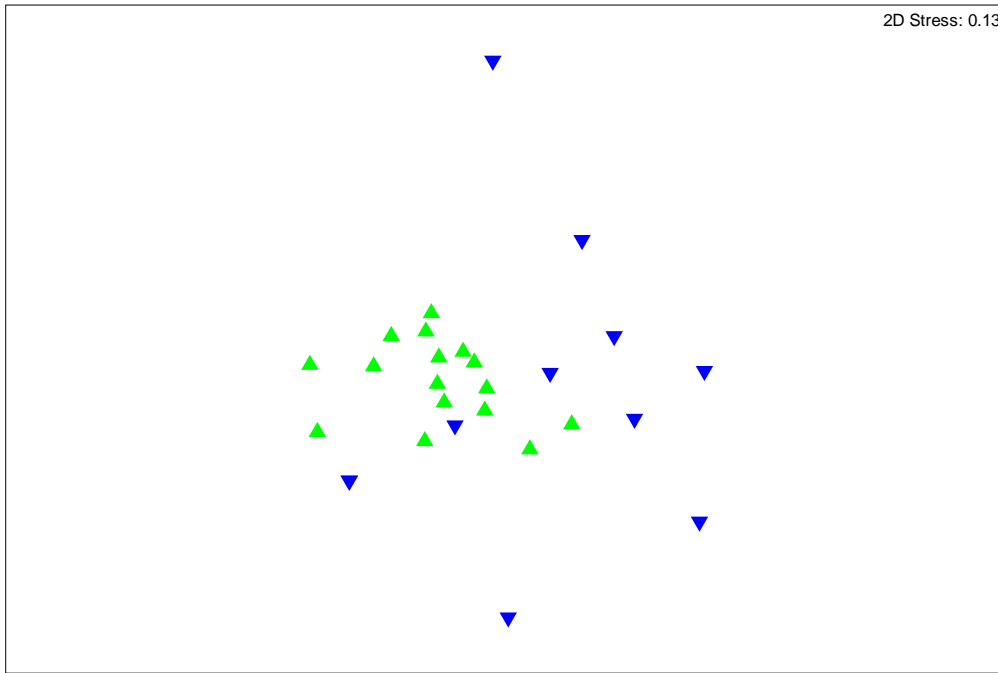
Se muestran valores de Abundancia promedio, Similitud promedio, Similitud/desviación estándar, Contribución en porcentaje y Acumulación en porcentaje.

| <b>Especies</b>                 | <b>Abundancia Promedio</b> | <b>Similitud Promedio</b> | <b>Similitud / Desv. Est.</b> | <b>Contribución (%)</b> | <b>Acum. (%)</b> |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------|
| <b>Zonas Someras</b>            |                            |                           |                               |                         |                  |
| <i>Ophiactis simplex</i>        | 0.70                       | 8.56                      | 0.83                          | 20.24                   | 20.24            |
| <i>Ophiocoma aethiops</i>       | 0.70                       | 7.50                      | 0.88                          | 17.74                   | 37.98            |
| <i>Ophiactis savignyi</i>       | 0.67                       | 7.07                      | 0.78                          | 16.71                   | 54.69            |
| <i>Ophiocoma alexandri</i>      | 0.67                       | 6.43                      | 0.81                          | 15.19                   | 69.88            |
| <i>Ophionereis annulata</i>     | 0.56                       | 4.15                      | 0.61                          | 9.82                    | 79.70            |
| <i>Ophiothrix (O) spiculata</i> | 0.44                       | 2.44                      | 0.46                          | 5.76                    | 85.47            |
| <i>Ophiothrix (O) rudis</i>     | 0.44                       | 2.43                      | 0.46                          | 5.74                    | 91.20            |
| <b>Zonas Profundas</b>          |                            |                           |                               |                         |                  |
| <i>Diopederma daniana</i>       | 0.75                       | 10.81                     | 0.80                          | 53.37                   | 53.37            |
| <i>Ophiolepis variegata</i>     | 0.50                       | 2.78                      | 0.41                          | 13.72                   | 67.08            |
| <i>Amphiura seminuda</i>        | 0.50                       | 2.22                      | 0.41                          | 10.97                   | 78.05            |
| <i>Ophiomusium glabrum</i>      | 0.50                       | 2.22                      | 0.41                          | 10.97                   | 89.03            |
| <i>Ophiura irrorata</i>         | 0.50                       | 2.22                      | 0.41                          | 10.97                   | 100.00           |

**Tabla II.** Disimilitud promedio en localidades profundas y someras. Se muestra valores de Abundancia promedio de zonas someras, Abundancia promedio de zonas profundas, Disimilitud/desviación estándar, Contribución en porcentaje y Acumulación en porcentaje.

| <b>Especies</b>                 | <b>Abundan.Prom Zonas Someras</b> | <b>Abundan.Prom Zonas Profundas</b> | <b>Disimilitud / Desv. Est.</b> | <b>Contribución (%)</b> | <b>Acum. (%)</b> |
|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------|
| <i>Diopederma daniana</i>       | 0                                 | 0.75                                | 1.04                            | 8.69                    | 8.69             |
| <i>Ophiactis simplex</i>        | 0.70                              | 0                                   | 1.06                            | 8.09                    | 16.78            |
| <i>Ophiocoma aethiops</i>       | 0.70                              | 0                                   | 1.15                            | 7.29                    | 24.07            |
| <i>Ophiactis savignyi</i>       | 0.67                              | 0                                   | 1.04                            | 7.22                    | 31.29            |
| <i>Ophiocoma alexandri</i>      | 0.67                              | 0                                   | 1.10                            | 6.69                    | 37.98            |
| <i>Ophiolepis variegata</i>     | 0.04                              | 0.50                                | 0.77                            | 5.38                    | 43.36            |
| <i>Ophionereis annulata</i>     | 0.56                              | 0                                   | 0.91                            | 5.36                    | 48.72            |
| <i>Amphiura seminuda</i>        | 0                                 | 0.50                                | 0.90                            | 4.12                    | 52.84            |
| <i>Ophiomusium glabrum</i>      | 0                                 | 0.50                                | 0.90                            | 4.12                    | 56.96            |
| <i>Ophiura irrorata</i>         | 0                                 | 0.50                                | 0.90                            | 4.12                    | 61.08            |
| <i>Ophiothrix (O) spiculata</i> | 0.44                              | 0                                   | 0.77                            | 4.06                    | 65.14            |
| <i>Ophiothrix (O) rudis</i>     | 0.44                              | 0                                   | 0.78                            | 4.04                    | 69.18            |
| <i>Ophiolepis fulva</i>         | 0                                 | 0.25                                | 0.52                            | 3.74                    | 72.91            |
| <i>Amphipholis squamata</i>     | 0.26                              | 0                                   | 0.43                            | 3.09                    | 76.00            |
| <i>Stegophiura ponderosa</i>    | 0                                 | 0.25                                | 0.55                            | 2.49                    | 78.49            |
| <i>Ophiothela mirabilis</i>     | 0.22                              | 0                                   | 0.43                            | 2.38                    | 80.86            |
| <i>Ophioderma teres</i>         | 0.26                              | 0                                   | 0.52                            | 2.16                    | 83.02            |
| <i>Ophiolepis pacifica</i>      | 0.22                              | 0                                   | 0.48                            | 2.04                    | 85.06            |
| <i>Ophioderma panamensis</i>    | 0.26                              | 0                                   | 0.55                            | 2.02                    | 87.08            |
| <i>Amphioplus daleus</i>        | 0                                 | 0.25                                | 0.56                            | 1.63                    | 88.71            |
| <i>Ophiacantha paucispina</i>   | 0                                 | 0.25                                | 0.56                            | 1.63                    | 90.34            |

Dado que la mayoría de localidades se concentran en aguas someras, se procedió a realizar un MDS excluyendo solamente las localidades profundas (Salina Cruz, Golfo de Tehuantepec, Bahía Rosario y Santa Cruz). Lo anterior denota que existen dos grupos, el primero formado por localidades estrictamente no arrecifales y el segundo por localidades mayoritariamente con sustrato arrecifal (Figura 10).



**Figura 10.** Ordenación MDS para la composición de especies de ofiuros de Oaxaca excluyendo zonas profundas. ▲ = Zonas arrecifales, ▼ = Zonas no arrecifales.

Como complemento del MDS, el ANOSIM muestra la existencia de diferencias significativas en la composición de especies entre localidades arrecifales y no arrecifales ( $R = 0.352$ ,  $p = 0.001$ ).

El análisis de importancia relativa indica que las especies características de localidades con sustrato arrecifal son *Ophiocoma aethiops* (19.28%), *Ophiocoma alexandri* (18.96%), *Ophiactis simplex* (14.14%) y *Ophiactis savignyi* (11.65%), mientras que las especies típicas del sustrato no arrecifal son *Ophiactis simplex* (35.32%) y *Ophiactis savignyi* (27.86%) (Tabla III). Por otro lado, las especies que contribuyen a la disimilitud entre localidades con sustrato arrecifal y no arrecifal son *Ophiocoma alexandri* (1.32 dis/D.E), *Ophiothrix (Ophiothrix) rudis* (1.20 dis/D.E), *Ophiocoma aethiops* (1.11 dis/D.E), *Ophiothrix (Ophiothrix) spiculata* (1.08dis/D.E) y *Ophionereis annulata* (1.03 dis/D.E) (Tabla IV).

**Tabla III.** Análisis de importancia relativa de especies (SIMPER) de zonas arrecifales y no arrecifales. Se muestran valores de Abundancia promedio, Similitud promedio, Similitud/desviación estándar, Contribución en porcentaje y Acumulación en porcentaje.

| <b>Especies</b>                 | <b>Abundancia Promedio</b> | <b>Similitud Promedio</b> | <b>Similitud / Desv.est.</b> | <b>Contribución (%)</b> | <b>Acum. (%)</b> |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------|
| <b>Zonas Arrecifales</b>        |                            |                           |                              |                         |                  |
| <i>Ophiocoma aethiops</i>       | 0.94                       | 11.69                     | 2.08                         | 19.28                   | 19.28            |
| <i>Ophiocoma alexandri</i>      | 0.94                       | 11.49                     | 2.15                         | 18.96                   | 38.24            |
| <i>Ophiactis simplex</i>        | 0.81                       | 8.57                      | 1.22                         | 14.14                   | 52.38            |
| <i>Ophiactis savignyi</i>       | 0.75                       | 7.06                      | 1.01                         | 11.65                   | 64.03            |
| <i>Ophiothrix (O) rudis</i>     | 0.69                       | 5.77                      | 0.86                         | 9.52                    | 73.55            |
| <i>Ophionereis annulata</i>     | 0.69                       | 5.28                      | 0.89                         | 8.72                    | 82.27            |
| <i>Ophiothrix (O) spiculata</i> | 0.63                       | 4.28                      | 0.75                         | 7.06                    | 89.33            |
| <i>Ophioderma panamensis</i>    | 0.44                       | 1.86                      | 0.45                         | 3.07                    | 92.4             |
| <b>Zonas No Arrecifales</b>     |                            |                           |                              |                         |                  |
| <i>Ophiactis simplex</i>        | 0.55                       | 8.76                      | 0.58                         | 35.32                   | 35.32            |
| <i>Ophiactis savignyi</i>       | 0.55                       | 6.91                      | 0.58                         | 27.86                   | 63.18            |
| <i>Ophiocoma aethiops</i>       | 0.36                       | 2.82                      | 0.34                         | 11.36                   | 74.54            |
| <i>Ophionereis annulata</i>     | 0.36                       | 2.53                      | 0.34                         | 10.19                   | 84.72            |
| <i>Ophiocoma alexandri</i>      | 0.27                       | 1.41                      | 0.23                         | 5.7                     | 90.43            |

**Tabla IV.** Disimilitud promedio en zonas arrecifales y no arrecifales. Se muestra valores de Abundancia promedio de zonas arrecifales, Abundancia promedio de zonas no arrecifales, Disimilitud/desviación estándar, Contribución en porcentaje y Acumulación en porcentaje.

| <b>Especies</b>                 | <b>Abundan.Prom Zonas Arrecifales</b> | <b>Abundan.Prom Zonas No Arrecifales</b> | <b>Disimilitud / Desv. Est.</b> | <b>Contribución (%)</b> | <b>Acum. (%)</b> |
|---------------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------|-------------------------|------------------|
| <i>Ophiocoma alexandri</i>      | 0.94                                  | 0.27                                     | 1.32                            | 10.63                   | 10.63            |
| <i>Ophiocoma aethiops</i>       | 0.94                                  | 0.36                                     | 1.11                            | 9.71                    | 20.34            |
| <i>Ophiothrix (O) rudis</i>     | 0.69                                  | 0.09                                     | 1.20                            | 9.52                    | 29.85            |
| <i>Ophionereis annulata</i>     | 0.69                                  | 0.36                                     | 1.03                            | 8.07                    | 37.92            |
| <i>Ophiothrix (O) spiculata</i> | 0.63                                  | 0.18                                     | 1.08                            | 8.00                    | 45.92            |
| <i>Ophiactis savignyi</i>       | 0.75                                  | 0.55                                     | 0.86                            | 7.63                    | 53.55            |
| <i>Ophiactis simplex</i>        | 0.81                                  | 0.55                                     | 0.85                            | 7.29                    | 60.84            |
| <i>Amphipholis squamata</i>     | 0.31                                  | 0.18                                     | 0.71                            | 5.60                    | 66.44            |
| <i>Ophiolepis pacifica</i>      | 0.38                                  | 0  | 0.72                            | 5.50                    | 71.94            |
| <i>Ophioderma panamensis</i>    | 0.44                                  | 0  | 0.84                            | 5.47                    | 77.4             |
| <i>Ophioderma teres</i>         | 0.38                                  | 0.09                                     | 0.77                            | 4.98                    | 82.39            |
| <i>Ophiothela mirabilis</i>     | 0.25                                  | 0.18                                     | 0.67                            | 4.76                    | 87.15            |
| <i>Amphiodia sculptilis</i>     | 0                                     | 0.18                                     | 0.45                            | 2.48                    | 89.63            |
| <i>Amphichondrius laevis</i>    | 0.13                                  | 0.09                                     | 0.47                            | 2.36                    | 91.99            |

## Discusión

### *Taxonomía y Distribución*

De las 33 especies reportadas para Oaxaca, 15 fueron encontradas mediante trabajo en campo y revisión de colecciones científicas (*Amphipholis squamata*, *Diopederma daniana*, *Ophiactis savignyi*, *Ophiactis simplex*, *Ophiocnida hispida*, *Ophiocoma aethiops*, *Ophiocoma alexandri*, *Ophiocryptus granulosus*, *Ophioderma panamensis*, *Ophioderma teres*, *Ophiolepis pacifica*, *Ophionereis annulata*, *Ophiothela mirabilis*, *Ophiothrix (Ophiothrix) rudis* y *Ophiothrix (Ophiothrix) spiculata*). De estas especies, sólo algunas presentaron problemas de identificación.

En numerosas ocasiones se ha documentado la semejanza que suelen presentar *Ophioderma teres* y *Ophioderma panamensis* (Nielsen 1932, Clark 1940, Zieshenne 1955) lo que puede causar problemas en su identificación. Pese a lo anterior, existen características que ayudan a discernir entre ambas especies. Una de estas características es la fragmentación de las placas dorsales de los brazos. En las formas adultas, *O. panamensis* puede no presentar fragmentación o puede tener no más de tres segmentaciones, en cambio, *O. teres* siempre va a presentar de entre tres a cinco segmentaciones en los brazos. Sin embargo, en organismos con un diámetro del disco menor a 1 cm esta característica no es útil ya que las fragmentaciones para ambas especies pueden no estar presentes o ser menores de tres. Otra característica más ampliamente utilizada que la anterior para distinguir entre estas especies consiste en la longitud y forma de los brazos: *O. panamensis* posee brazos aplanados y de tres a cinco veces el diámetro del disco, mientras que *O. teres* cuenta con brazos redondeados y menos largos (dos veces el diámetro del disco).

Adicionalmente, y a diferencia de otros ofiuroides, la coloración es un carácter de valor taxonómico para la separación de ambas especies. En el caso de *O. teres* se señala que la coloración dorsal tanto del disco como de los brazos presenta un color marrón, mientras que la parte ventral presenta un color amarillo (Lyman 1860). Cabe

destacar que todos los organismos coinciden con el patrón de coloración de organismos juveniles reportado por Lyman (1860), en donde el disco presenta una serie de reticulaciones negras. En cuanto a *O. panamensis* se ha encontrado una amplia gama de patrones de coloración por lo que Ziesenhenné (1955) propuso las siguientes tres fases. La primera combinación se encuentra en la zona comprendida desde el Golfo de California hasta Tangolunda, Oaxaca, es la más común y simple ya que el disco presenta una coloración que va del marrón a un color verde olivo y los brazos son verdosos y bandeados distalmente con un color blanco. La segunda fase de coloración se presenta en el Golfo de California y consiste en que el disco puede ser marrón, gris, verde con reticulaciones de color blanco, amarillo, rosa, marrón o verde, encontrándose comúnmente una mancha blanca o de color crema en la parte central del disco; los brazos se encuentran bandeados y pueden ser de color gris, verde o azul oscuro. Finalmente, en la tercera fase los ejemplares son de color marrón con bandas claras en el extremo de los brazos y es imperante de San Pedro a Cabo San Lucas. Es importante resaltar que tal como lo propone Ziesenhenné (1955), absolutamente todos los organismos revisados concuerdan con la primera fase de coloración.

Al realizar la revisión de organismos que fueron identificados anteriormente por otros autores y que fueron depositados en las colecciones científicas, se encontró que comúnmente *O. variegata* es confundida con *O. panamensis*. Cabe destacar que, Caso (1951, 1961, 1979) comete el mismo error citando equívocamente a *O. variegata* ya que la ilustración y descripción corresponde a *O. panamensis*. Se considera que para evitar estas confusiones se deben tomar en cuenta las características distintivas de *O. variegata* que son: placas dorsales de los brazos indivisas, escudos radiales cubiertos y escudos adorales desnudos.

Respecto a *Ophiactis simplex* y *Ophiactis savignyi*, se observa que en algunas ocasiones, sobre todo cuando los organismos son de tamaño muy pequeño, pueden

llegar a confundirse. Para evitar lo anterior, se propone tomar en cuenta las siguientes características: los escudos radiales de *O. simplex* son de menor tamaño que los de *O. savignyi*, *O. simplex* presenta solo una papila oral a cada lado de la mandíbula mientras que *O. savignyi* presenta dos; finalmente, las espinas de *O. savignyi* poseen una morfología rugosa a diferencia de *O. simplex* en donde las espinas son lisas.

Por otro lado, se reportan nuevas especies para Oaxaca: *Ophiolepis pacifica*, *Ophioderma panamensis*, *Amphipholis squamata*, *Ophiocnida hispida* y *Ophiothela mirabilis*. Cabe destacar que en el Pacífico mexicano, *Amphipholis squamata* solo ha sido reportada para Baja California Sur (Honey-Escandón *et.al.* 2008, ICML-UNAM) por lo que con este trabajo se amplía su rango de distribución en México. Esta última especie no es común en la zona de estudio y fue encontrada dentro de roca coralina; es una especie sumamente pequeña y frágil por lo que no es fácil encontrarla a simple vista y recolectarla.

Es importante mencionar que desde que fueron descritas *Ophiolepis fulva* y *Ophiophragmus papillatus* (H.L.Clark 1940, Ziesenhenné 1940), no se han vuelto a reportar para ninguna localidad del Pacífico, es decir, su distribución se encuentra restringida exclusivamente a Oaxaca. De la misma manera, el reporte de *Ophiomisidium leurum*, *Ophiura plana*, *Stegophiura ponderosa*, *Ophiernus seminudus*, *Ophiacantha cosmica* en Oaxaca es el único que se posee para el Pacífico mexicano (Lütken & Mortensen 1899, Ziesenhenné 1940, Downey 1969, Luke 1982, USNM); cabe recordar que estas especies son de zonas profundas.

#### *Composición y Riqueza de especies*

Fueron encontradas 33 especies de ofiuroideos distribuidas en 31 localidades del estado de Oaxaca. Mediante trabajo de campo fueron identificadas 14 especies y la revisión de colecciones científicas solo contribuyó a la identificación de una especie (*Ophiocryptus granulatus*) diferente no encontrada en campo. De estas especies,



cinco son nuevos registros para la zona (*Ophiolepis pacifica*, *Ophioderma panamensis*, *Amphipholis squamata*, *Ophiocnida hispida* y *Ophiothela mirabilis*). Por otro lado, las familias mejor representadas son Amphiuroidae, Ophiuroidae y Ophiodermatidae. Cabe destacar que, diversos trabajos (e.g. Hernández-Herrejón *et.al.* 2008, Honey-Escandón *et.al.* 2008), también han reportado que la familia Amphiuroidae es la más diversa, lo anterior ha sido atribuible a la gran variedad de estrategias alimentarias que poseen estos organismos (filtradores, detritívoros, depredadores, entre otros) y que pueden alternar dependiendo de las condiciones y el tipo de alimento presente en el medio (Stancyk 1998).

Por otro lado, se encontró que existen diferencias entre el número de especies encontrado en este trabajo y otros trabajos realizados anteriormente en el área de estudio. Es importante hacer mención que este trabajo reporta el mayor número de especies (33 especies) entre los trabajos realizados en la zona (Tabla V).

**Tabla V.** Estudios de ofiuroides realizados en Oaxaca, así como el área de estudio comprendida y número de especies encontrado.

| <b>Estudios realizados</b>            | <b>Área de estudio</b>                             | <b>No.especies</b> |
|---------------------------------------|--|--------------------|
| Sandoval-Díaz (1988)                  | Tangolunda, La Entrega                             | 3                  |
| Rodríguez-Palacios (1989)             | Pto.Ángel, El Maguey                               | 5                  |
| Mitchell-Arana (1994)                 | La Entrega   | 4                  |
| Gamboa-Contreras & Tapia-García(1998) | Golfo de Tehuantepec                               | 3                  |
| Benítez-Villalobos (2000)             | Corredor Pto.Escondido-Huatulco                    | 11                 |
| Zamorano & Leyte-Morales (2005)       | La Entrega   | 4                  |
| Honey-Escandón <i>et.al.</i> (2008)   | Oaxaca   | 8                  |
| Luke (1982)                           | Salina Cruz,Golfo de Tehuantepec,Isla San Agustín  | 10                 |
| USNM                                  | Golfo de Tehuantepec, Pto.Escondido, Huatulco      | 10                 |
| REMIB                                 | Pto.Ángel,Huatulco,Pto.Escondido,Golfo Tehuantepec | 7                  |
| ICML-UNAM                             | Huatulco,Pto.Ángel, Pto.Escondido                  | 8                  |
| ESTE TRABAJO                          | Oaxaca   | 33                 |

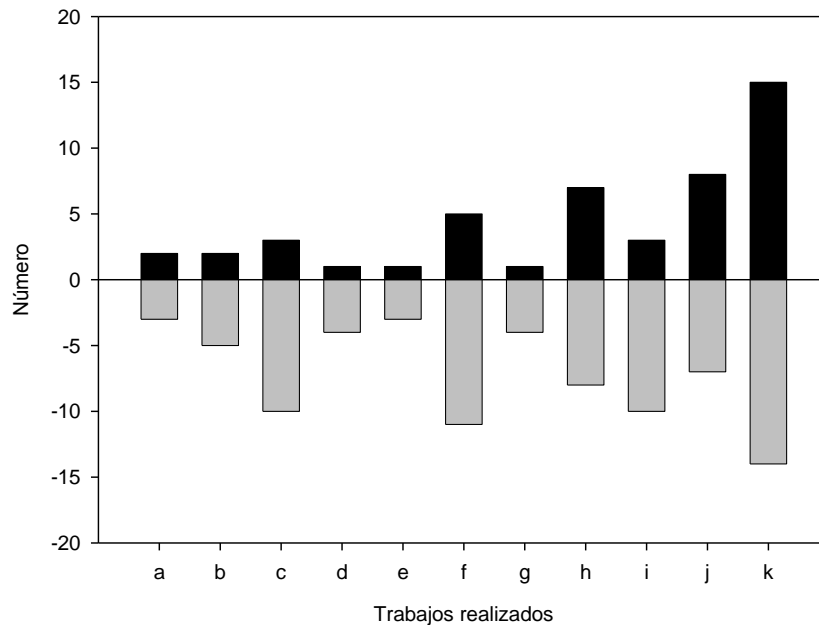
Al respecto de las diferencias entre el número de especies encontrado entre trabajos, primeramente se tiene que las metodologías utilizadas entre los mismos son distintas. Para la elaboración de este documento se realizó trabajo de campo, revisión

de colecciones científicas, consulta de bases de datos y finalmente recopilación de trabajos referentes a ofiuroides reportados para la zona de estudio. Respecto a los trabajos realizados con anterioridad, se tiene que todos se basan en trabajo de campo excepto el de Honey-Escandón *et.al.* (2008), quienes además de revisar los organismos que fueron obtenidos mediante trabajo de campo y que posteriormente fueron depositados en la Colección Nacional de Equinodermos “Dra. Ma. Elena Caso”, consultaron la base de datos del museo del Smithsonian. Lo anterior denota que la alta riqueza de especies reportadas en este trabajo, puede deberse a la diversidad de fuentes utilizadas.

Por otro lado, los muestreos de este trabajo fueron realizados a lo largo de dos años, a diferencia de los demás trabajos que consistieron en tiempos menores a un año. Así mismo, cabe recordar que estos trabajos son enfocados a organismos bentónicos en general, no dedicando así, el tiempo necesario para concentrar el estudio solo en la captura de ofiuroides. Considerando lo anterior, se propone que, debido a que este trabajo fue realizado a una mayor escala temporal y a que solo fue enfocado a la captura de ofiuroides se obtuvo una mayor riqueza de especies en comparación a otros trabajos.

Por otra parte, el número de localidades visitadas es distinto ya que los trabajos realizados con anterioridad, en su mayoría, son confinados únicamente al área perteneciente a Bahías de Huatulco, mientras que este trabajo abarcó un mayor número de localidades al realizar los muestreos en diversas zonas a lo largo de la costa de Oaxaca. Respecto al trabajo de campo realizado se tiene que, Sandoval-Díaz (1988) y Rodríguez-Palacios (1989) trabajaron exclusivamente en zonas rocosas de Bahías de Huatulco y Puerto Ángel; Mitchell-Arana (1994), Benítez-Villalobos (2000) y Zamorano & Leyte-Morales (2005) enfocaron su estudio a zonas arrecifales muestreando solamente en corales de Bahías de Huatulco, Puerto Ángel y Puerto Escondido y finalmente, Gamboa-Contreras & Tapia-García (1998) al igual que los

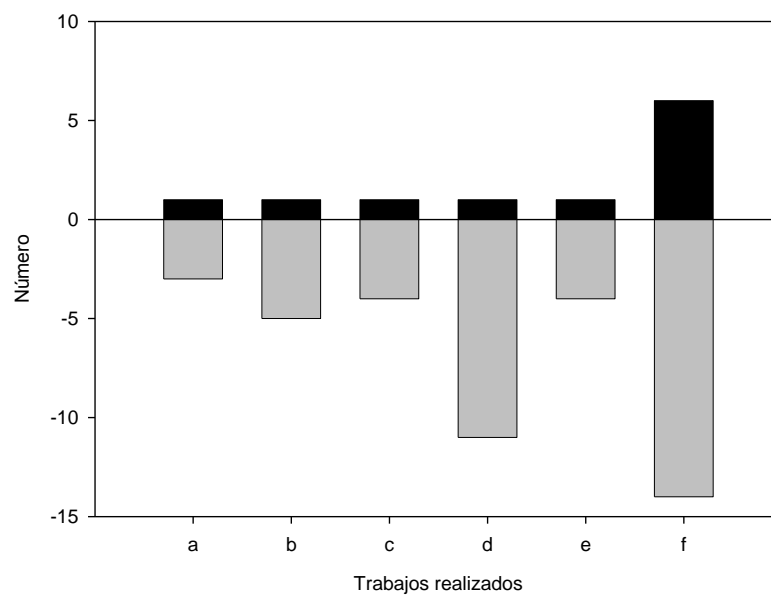
reportes obtenidos del USNM (en su gran mayoría) se basan en la obtención de muestras mediante arrastres en zonas profundas en el Golfo de Tehuantepec. A diferencia de los anteriores, el muestreo en campo realizado en este trabajo fue llevado a cabo en zonas arrecifales, zonas no arrecifales y zonas someras e intermareales a lo largo de Oaxaca. Por otro lado, de acuerdo a la Figura 9, como tendencia general se observa que aquellos trabajos que abarcan un menor número de localidades reportan un menor número de especies. Con lo anterior se propone que la alta riqueza de especies encontrada en este trabajo también puede deberse a que se realizó a una mayor escala espacial.



**Figura 9.** Comparación entre trabajos de ofiuos realizados de acuerdo al número de localidades muestreadas. Barra negras = número de localidades visitadas, Barras grises = número de especies encontradas. a = Sandoval-Díaz (1988), b = Rodríguez-Palacios (1989), c = Luke (1982), d = Mitchell-Arana (1994), e = Gamboa-Contreras & Tapia-García (1998), f = Benítez-Villalobos (2000), g = Zamorano & Leyte-Morales (2005), h = ICML-UNAM, i = USNM, j = REMIB, k = Este trabajo.

A diferencia de otros trabajos en donde el muestreo en campo fue realizado exclusivamente en rocas y corales, este trabajo consistió en la recolecta directa de

organismos en corales pétreos, gorgonias, esponjas, algas, arena y roca. Al realizar la comparación entre trabajos se determinó una variación en el número de especies de acuerdo a los diversos sustratos muestreados. Al respecto, la Figura 10 muestra que este trabajo posee el mayor número de sustratos muestreados (6) y el mayor número de especies encontradas. Se ha mencionado que, la mayoría de ofiuroides presentan preferencias a cierto tipo de sustratos debido al espacio que estos les proporcionan, a la posibilidad que les proveen de utilizar atributos característicos de los mismos y a que pueden reducir la predación (Boffi 1972, Hendler *et.al.* 1995, Drolet *et.al.* 2004), por lo que quizás por esta razón algunas de las especies reportadas en este trabajo no habían sido reportadas con anterioridad.



**Figura 10.** Comparación entre trabajos de ofiuros realizados de acuerdo al número de sustratos muestreados. Barras negras = número de sustratos muestreados, Barras grises = número de especies encontradas. a = Sandoval-Díaz (1988), b = Rodríguez-Palacios (1989), c = Mitchell-Arana (1994), d = Benítez-Villalobos (2000), e = Zamorano & Leyte-Morales (2005), f = Este Trabajo.

Al igual que en otros trabajos, se encontró que las especies del género *Ophiocoma* (organismos de gran tamaño) se encuentran debajo de cascajo coralino, bajo lajas y rocas coralinas (Hendler *et.al.* 1995) pero también en comisuras,

superficies externas y entre estructuras abióticas (*i.e.* rocas) muchas veces inaccesibles para la recolecta; los organismos juveniles de la especie *Ophiocoma aethiops* en su mayoría se encontraron sobre organismos adultos, mientras que los de *Ophiocoma alexandri* se localizaron dentro de restos coralinos. Las especies del género *Ophioderma* y *Ophionereis* se encontraron disponibles en la arena situada bajo componentes abióticos, mientras que los organismos pertenecientes al género *Ophiothrix* fueron encontrados mayormente dentro de restos de coral y en menor proporción en esponjas (los cuales se distribuían a profundidades mayores y donde su densidad era mayor que en los demás sustratos). Lo anterior contrasta con algunos trabajos (Hendler *et.al.* 1995, Bejarano-Chavarro *et.al.* 2004) en donde se menciona que *Ophiothrix* se encuentra asociado en casi su totalidad a esponjas. Cabe destacar que la asociación de ejemplares del género *Ophiothrix* con las esponjas se considera benéfica para el ofiuo ya que disminuye la probabilidad que estos organismos sean depredados (defensa química) e incrementa la disponibilidad de alimentación (Turon *et.al.* 2000), razón por la cual se podría inferir la alta densidad de ofiuos encontrada en esponjas. Por su parte, en este trabajo *Ophiothela mirabilis* siempre se encontró asociada a diversos géneros de gorgonias y presentó gran variación de color la cual depende del organismo con el que se encuentre asociado. Finalmente, las especies *Ophiolepis pacifica* y *Ophiocnida hispida* (nuevos registros para la zona), fueron recolectadas en la arena, sustrato que no había sido explorado por otros autores. Finalmente, se menciona que este trabajo llevó a cabo su muestreo en un mayor número de sustratos en comparación a otros trabajos, por lo que se sugiere que por esta razón se encontró un mayor número de especies.

Además de la diferencia en cuanto a la riqueza de especies de este trabajo con los demás trabajos en Oaxaca, se encontró que esta riqueza difiere con la reportada (Honey-Escandón *et.al.* 2008) para otros estados del Pacífico mexicano. Estos autores reportan un total de ocho especies para el estado de Oaxaca, cinco para Colima, 13

para Jalisco, 19 para Nayarit, 20 para BCN, 24 para Guerrero y 30 para BCS. Si se realiza una comparación entre estados, Oaxaca posee inclusive un mayor número de especies que BCS, por lo que podría sugerirse que Oaxaca es altamente diverso. Se ha considerado que la alta diversidad en el estado de Oaxaca se debe a la compleja variedad de ambientes y hábitats que posee (manglar, estuarios, arrecifes coralinos, fondos arenosos y fondos rocosos) (Benítez-Villalobos *et.al.* 2008). No obstante, no hay que olvidar que la metodología utilizada para ambos trabajos es distinta y que si se lleva a cabo una metodología similar a la realizada en este estudio para los demás estados, es altamente probable que el número de especies aumente considerablemente.

En cuanto a la composición de la comunidad de ofiuroides del estado de Oaxaca se encontraron dos grandes grupos, el primero formado por especies que se distribuyen en zonas someras y el segundo por aquellas que lo hacen en zonas profundas. En este trabajo, las zonas someras (zona intermareal hasta 35 m de profundidad) se caracterizan por presentar sustrato arrecifal y rocoso y 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. Se atribuye que la formación de dos grupos se debe al tipo de sustratos que poseen estas zonas. Es importante recordar que, las especies de los géneros característicos de zonas someras se distribuyen generalmente en restos coralinos, cascajo, y rocas (Hendler *et.al.*1995). En cuanto a la familia Amphiuridae (característica de zonas profundas) se tiene que habitan en la superficie del sedimento y se alimenta del mismo y/o de la columna de agua (Woodley 1975).

Por otro lado, la mayoría de localidades (27) se encuentran en zonas someras. Estas zonas se encuentran diferenciadas en dos grupos, el primero formado por localidades arrecifales y el segundo por aquellas que no son arrecifales. Nuevamente,

se atribuye la formación de estos dos grupos y la diferencia en la composición de especies a los sustratos que estos poseen, ya que los ofiuos presentan preferencia a cierto tipo de sustratos (Boffi 1972). Las zonas arrecifales poseen la riqueza de especies más alta (12), 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 especies características de zonas no arrecifales se distribuyen entre las comisuras de las rocas (*Ophiocoma* y *Ophiactis*) y en la arena ubicada por debajo de rocas (*Ophionereis*) y son por lo general especies que pueden ser encontradas en el área de estudio también en el área intermareal. En las zonas no arrecifales, el sustrato rocoso es el predominante y provee de un sistema que no es fácilmente accedido por depredadores.

Es importante destacar que los ofiuos son un grupo de organismos poco estudiados no solo en Oaxaca, sino en el resto del Pacífico mexicano, pese a la alta importancia ecológica que poseen en los ecosistemas. Los escasos trabajos que existen se refieren fundamentalmente a la taxonomía y sistemática de las especies, dejando atrás trabajos de índole ecológica. Para el caso particular de Oaxaca este resulta el primer trabajo específico de ofiuoideos, ya que los documentos antes realizados en su mayoría son enfocados al estudio general de organismos bentónicos.

Finalmente, las curvas de acumulación de especies mostraron que a pesar del alto número de especies encontrado, aún faltan especies por ser descubiertas, sobretodo en zonas profundas. Debido a lo anterior y a que se considera importante tener conocimiento de la diversidad biológica y realizar inventarios de las especies de una zona porque mediante estos se conoce la distribución de las especies y las áreas de mayor diversidad biológica, tanto para la determinación de las áreas ecológicamente sensibles como para el uso de áreas protegidas (del Valle-García

*et.al.* 2008), se propone se realice un mayor número de muestreos en zonas profundas, arenosas y en manglar para incrementar y/o complementar el conocimiento de la biodiversidad de ofiuos en la zona.

## **Conclusiones**

- Se identificaron 33 especies de ofiuos pertenecientes a un orden, 9 familias y 22 géneros para el estado de Oaxaca.
- De acuerdo a la composición de especies se determinaron dos grupos, el primero formado por zonas someras y el segundo por zonas profundas. Así mismo, las zonas someras se encuentran agrupadas en zonas arrecifales y zonas no arrecifales. Se atribuye que la composición de especies entre estas zonas se debe al tipo de sustratos que poseen.
- Se encontraron problemas de identificación con algunas especies, sin embargo, se proponen características que sirven para discernir entre ellas.
- Se encontró un mayor número de especies en comparación con trabajos realizados anteriormente. Las diferencias radican en que las metodologías seguidas difieren entre trabajos, a que este estudio se realizó a una mayor escala espacial y temporal y a que este trabajo abarca un mayor número de sustratos.
- De acuerdo a los resultados arrojados por las curvas de acumulación de especies, se propone realizar un mayor número de muestreos para incrementar el conocimiento de la biodiversidad de ofiuos de la zona.



## .Literatura Citada

- Anónimo. 1978. Temperatura y salinidad de los puertos de México en el Océano Pacífico. Secretaría de Marina/Dirección General de Oceanografía, México.
- Bejarano-Chavarro, S., S. Zea & J.M. Díaz. 2004. Esponjas y otros microhábitats de ofiuros (Ophiuroidea: Echinodermata) en ambientes arrecifales del Archipiélago de San Bernardo (Caribe Colombiano). *Biol.Invest.Mar.Cost.* 33: 29-47.
- Benítez-Villalobos, F. 2000. Comunidad de Equinodermos asociados a la Zona Arrecifal Puerto Escondido-Bahías de Huatulco, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar. 55 pp.
- Benítez-Villalobos, F., E. Castillo-Lorenzano & G.S. Gonzáles-Espinosa. 2008. Listado taxonómico de los equinodermos (Echinodermata: Asteroidea y Echinoidea) de la costa de Oaxaca en el Pacífico sur mexicano. *Rev.Biol.Trop.* 56(3): 75-81.
- Boffi, E. 1972. Ecological aspects of ophiuroids from the phytal of S. W. Atlantic Ocean warm waters. *Mar.Biol.* 15: 316-328.
- Booolootian, R.A. (Ed.). 1966. Physiology of Echinodermata. Interscience Pub. Dep. Of Zool. Univ. of Calif. L.A. 822 pp.
- Brusca, R.C. 1980. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. The University of Arizona Press. EUA. 513 pp.
- Buitrón-Sánchez, B.E. & F.A. Solís-Marín. 1993. La biodiversidad de los equinodermos fósiles y recientes de México. *Revta.Soc.Méx.Hist.NAt.* 64: 209-231.
- Carranza, A., L. Rosales y R. Lozano. 1988. Estudio sedimentológico de las playas del estado de Oaxaca. *An. Inst. Cienc. Mar. Limnol.* 15(2): 23-37.
- CAS. 2007. Invertebrate Zoology Collection Database. In: [http://research.calacademy.org/research/izg/iz\\_coll\\_db/index.asp](http://research.calacademy.org/research/izg/iz_coll_db/index.asp)
- Caso, M.E. 1951. Contribución al conocimiento de los ofiuroides de México. I. Algunas especies de ofiuroides litorales. *An.Inst.de Biología.* 22(1): 219-312.
- Caso, M.E. 1961. Estado actual de los conocimientos acerca de los equinodermos de México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM. 388 pp.
- Caso. 1962. Estudios sobre equinodermos de México. Contribución al conocimiento de los equinodermos de la isla Revillagigedo. *An. Ins. Biol. Univ. Nal. Autón. México* 33 (1-2): 293-330.
- Caso, M.E. 1976. El estado actual del estudio de los equinodermos de México. *An. Centro Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México,* 3(1): 1-56.
- Caso, M.E. 1979. Los equinodermos de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. *An. Centro Cien. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México,* 6(1): 197-368.
- Caso, M.E. 1983. Especies del género *Amphiochondrius* de la costa del Pacífico Americano. Descripción de una nueva especie del género *Amphichondrius*,

- Amphichondrius unamexici* sp. nov. (Ophiuroidea). An. Centro Cien. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 10(1) :209-230.
- Caso, M.E. 1986a. Los equinodermos del Golfo de California colectados en las campañas SIPCO I-II-III a bordo del Buque Oceanográfico "El Puma". An. Centro Cien. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 13(1): 91-184.
- Caso, M.E. 1986b. Descripción de una nueva especie de Ofiuroideo de la Bahía de Mazatlán, Sin. *Ophioderma sodipallaresi* sp. nov. Y comparación con *Ophioderma variegatum*. An. Centro Cien. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 13(2): 223-248.
- Caso, M.E. 1992. Los equinodermos (asteroideos, ofiuroideos y echinoideos) de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. An. Centro Cien. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. Publ.esp. (11):214 pp.
- Clark, H.L. 1911. North Pacific Ophiurans in the collection of the United States National Museum. U.S. National Museum Bulletin 75: 1-302.
- Clark, H.L. 1913. Echinoderms from Lower California, with Descriptions of new Species. Bull. Ann. Mus. Nat. Hist. 32(8): 185-236.
- Clark, H.L. 1915. Catalogue of Recent Ophiurans: Based on the Collection of the Museum of Comparative Zoölogy. Mem. Mus. Comp. Zool. 25(4): 164-376.
- Clark, H.L. 1917. Reports on the scientific results of the expedition to the Eastern Tropical Pacific in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission. Bull. Mus. Comp. Zool. LXI(12): 429-453.
- Clark, H.L. 1923. Echinoderms from Lower California with descriptions of new species: supplementary report. Bulletin of the American Museum of Natural History 48(6): 147-163.
- Clark, H.L. 1940. Notes on Echinoderms from the West Coast of Central America. Eastern Pacific Expeditions of the New York Zoological Society. Zoologica (New York) 25(3): 331-352.
- Clarke, K.R. & R.M. Warwick. 2001. Change in marine communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. 2a ed. PRIMER-E: Plymouth. .
- Cromwell T. 1958. Thermocline topography, horizontal currents and ridging in the eastern tropical Pacific. Inter-am. Trop. Tuna Com. Bull. 3: 135-164.
- de Alba E, Reyes ME. 1998. Parte I. El País: Contexto físico. Pp: 1-35. In CONABIO. La diversidad biológica de México: estudio de país, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- de la Lanza-Espino, G. 1991. Oceanografía de mares mexicanos. AGT. México. 569 pp.
- de la Lanza-Espino, G. 2001. Características físico-químicas de los mares de México. Temas Selectos de Geografía de México. PYV Editores. México. 149 pp.

- del Valle-García, R., M. Abreu-Pérez, R. Rodríguez, F.A. Solís-Marín, A. Laguarda-Figueras & A. de la L. Durán González. 2008. Equinodermos (Echinodermata) del occidente del Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. *Rev.Biol.Trop.* 56(3): 19-35.
- Drolet, D., J.H. Himmelman & R. Rochette. 2004. Use of refuges by the ophiuroid *Ophiopholis aculeate*: contrasting effects of substratum complexity on predation risk from two predators. *Mar.Ecol.Prog.Ser.* 284: 173-183.
- Downey, M.E. 1969. Catalog of Recent Ophiuroid Type Specimens in Major Collections in the United States. U.S. National Museum Bulletin 293:1-239.
- Fell, H.B. 1960. Synoptic keys to the genera of Ophiuroidea. *Zoology. Pubs. Vict. Coll.* (20): 1-44.
- Fell, H.B. 1975. Introduction to Marine Biology. Mus. Com. Zool. EUA. 203 pp.
- Fiedler P.C. 1992. Seasonal climatologies and variability of eastern tropical Pacific surface waters. NOAA Tech. Rep. NMFS. 109: 1-65.
- Gamboa-Contreras J.A. & Tapia-García, M. 1998. Invertebrados bentónicos de la plataforma continental interna. 8: 103-128. En: Tapia-García, M. (Ed.) El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México. 240 pp.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana. Inst. Geogr. UNAM, México. 246 pp.
- Hendler, G. & B.S. Littman. 1986. The ploys of the sex: relationships among the mode of reproduction, body size and habitats of coral-reef brittlestars. *Coral Reefs* 5: 31-42.
- Hendler, G., J.E. Miller, D.L. Pawson & P.M. Kier. 1995. Sea stars, sea urchins, and allies. Echinoderms of Florida and the Caribbean. Smithsonian Institution. Hong Kong. 390 pp.
- Hendler, G. 1996. Taxonomic atlas of The Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel. Class. Ophiuroidea. Santa Barbara Museum of Natural History. Vol. 14. E.U.A. 179 pp.
- Hernández-Herrejón, L.A., F.A. Solís-Marín, A. Laguarda-Figueras. 2008. Ophiuroideos (Echinodermata: Ophiuroidea) de las aguas mexicanas del golfo de México. *Rev.Biol.Trop.* 56(3): 83-167.
- Hickman, C.P. 1998. A field guide to sea stars and other echinoderms of Galápagos. Sugar Spring Press. L. Vir. 83 pp.
- Honey-Escandón, M., F.A. Solís-Marín & A. Laguarda-Figueras. 2008. Equinodermos (Echinodermata) del Pacífico Mexicano. *Rev.Biol.Trop.* 56(3): 57-73.
- Le Conte, J.L. 1851. Zoological Notes. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 5: 316-319.

- Luke, S.R. 1982. Catalog of Benthic Invertebrate Collections, Echinodermata. Scripps Institution of Oceanography series, no.82-5. University of California. 66 pp.
- Lütken, C.F. 1856. Bidrag til Kundskab om Slangestjernerne. III. Bidrag til Kundskab om Ophiurerne ved Central-Amerikas Vestkyst. Videnskabelige Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening 1-26, 88-110.
- Lütken, C.F. 1859. Additamenta ad Historiam Ophiuridarum. Beskrivelser af de fra Vestindien og Central Amerikas vestkyst hidtil bekyndte Slangestjerner. Kongelige Danske Videnskabernes Selskab Biologiske Skrifter 2: 75-169.
- Lütken, C.F. & Th. Mortensen. 1899. The Ophiuridae. Mem. Mus. Comp. Zool. 23(2): 93-208.
- Lyman, T. 1860. Descriptions of New Ophiuridae, belonging to the Smithsonian Institution and to the Museum of Comparative Zoology at Cambridge. Proceedings Boston Soc.Nat.Hist. 7: 193-204, 252-262.
- Lyman, T. 1874. Ophiuridae and Astrophytidae new and old. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard University 3(10): 221-272.
- Lyman, T. 1875. II. Ophiurida and Astrophytidae. Zoological results of the "Hassler" Expedition. Illustrated Catalogue of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College 8: 1-34.
- Lyman, T. 1878. Ophiuridae and Astrophytidae of the "Challenger" Expedition, 1. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard University 5:65-163.
- Lyman, T. 1879. Ophiuridae and Astrophytidae of the "Challenger" Expedition, 2. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard University 6(2): 17-83.
- Lyman, T. 1882. Report on the Ophiuroidea dredged by H.M.S. "Challenger" during the years 1873-76. Report of the Scientific Results of the Voyage of H.S.M. "Challenger" 1873-76. 5(14): 1-386.
- Maluf, L.Y. 1988. Composition and Distribution of the Central Eastern Pacific Echinoderms. Nat.His.Mus.Los Angeles County, Tech.Rep. 2: 1-242.
- Magurran, A.E. 2004. Measuring Biological Biodiversity. Ed. Blackwell Science Ltd. Inglaterra. 256 pp.
- Matsumoto, H. 1915. A new classification of Ophiuroidea with descriptions of new genera and species. Nat. Sci. Philadelphia. 67: 43-93.
- McClendon, J.F. 1909. The Ophiurans of the San Diego Region. Univ. Cal. Publ. Zool. 6(3): 33-64.
- McCune, B. & J.B. Grace. 2002. Analysis of Ecological Communities. 2a ed. EUA. 300 pp.
- Mitchell-Arana, L.M. 1994. Perfil del coral y especies asociadas en La Entrega, Bahías de Huatulco, Oax. Tesis de Licenciatura. UNAM. México.74 pp.

- Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. España. 84 pp.
- Nielsen, E. 1932. Papers from Dr. Th. Mortensen's Pacific Expedition 1914-16. LIX. Ophiurans from the Gulf of Panama, California, and the Strait of Georgia. Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren. 91: 241-346.
- Pacheco, P. & O.M. Ayala. 1991. Pacífico Tropical Mexicano: Oceanografía Física. En: De la Lanza. Oceanografía de Mares Mexicanos. AGT. México. 518 pp.
- Pearson, M. & J.D. Gage. 1984. Diets of some deep-sea brittle stars in the Rockall Trough. Marine Biology 82(3): 247-258.
- Rodríguez-Palacios C.A. 1989. Caracterización de dos comunidades asociadas a facies rocosa, en la Bahías "El Maguey" (Huatulco) y de Puerto Ángel, Oaxaca. (Distribución, diversidad y abundancia). Tesis de Licenciatura. UNAM. México. 94 pp.
- Ruppert, E.E. & R.D. Barnes. 1996. Zoología de los Invertebrados. McGraw-Hill Interamericana. México. 1114 pp.
- Sandoval-Díaz, G. 1988. Estudio de las comunidades bénticas de la zona rocosa litoral y sublitoral de localidades en Bahías de Huatulco, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. UNAM.
- Secretaría de Marina. 1978. Temperatura y salinidad de los puertos de México en el Océano Pacífico. Secretaría de Marina/Dirección General de Oceanografía. México, D.F. 45 pp.
- Solís-Marín, F.A., H. Reyes-Bonilla, M.D. Herrero-Pérezrul, O. Arizpe-Covarrubias, & A. Laguarda-Figueras. 1997. Sistemática y distribución de los equinodermos de la Bahía de la Paz. Cien.mar. 23(2): 249-263.
- Stancyk, S.E. 1998. Predatory behavior of echinoderms, p. 109-118. In: Carnevali, M.D.C. & F. Bonasoro (eds.). Echinoderm Research 1998. Proc. of the 5<sup>th</sup> European Conf. on Echinoderms. Brookfield.
- Stöhr, S. & T. O'Hara. 2007. World Ophiuroidea database. In: <http://www.marinespecies.org/ophiuroida/>
- Trasviña A. 1991. Offshore wind forcing in a coastal ocean: observations and modeling of the Gulf of Tehuantepec, México. Tesis doctoral, University of North Wales. Bangor, U. K.
- Turon, X., M. Codina, I. Tarjuelo, M.J. Uriz, M.A. Becerro. 2000. Mass recruitment of *Ophiothrix fragilis* (Ophiuroidea) on sponges: settlement patterns and post-settlement dynamics. Mar.Ecol.Prog.Ser. 200: 201-212.
- USNM. 2009. Search the Department of Invertebrate Zoology Collections. In: <http://nhb-acsmith1.si.edu/emuwebizweb/pages/nmnh/iz/DtlQuery.php>
- Verrill, A.E. 1867. Notes on the Echinoderms of Panama and West Coast of America, with descriptions of new Genera and Species. Trans Connecticut Acad. Sci, Vol. I. part 2, no. 2, pp. 251-322.

- Woodley, J.D. 1975. The behavior of some amphiid brittle-stars. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 18(1); 29-46.
- Wyrski, K. 1967. Circulation and water masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *Int. J. Oc. Limnol.* 1: 117-147.
- Yokoyama, L.Q. & A.C.Z. Amaral. 2008. The diet of *Ophionereis reticulata* (Echinodermata: Ophiuroidea) in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 25(3): 576-578.
- Zamorano P. & G.E. Leyte-Morales. 2005. Cambios en la diversidad de equinodermos asociados al arrecife coralino en La Entrega, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar* 9(27): 19-28.
- Zar, J.H. 1996. *Biostatistical Analysis*. 3a ed. Prentice May. EUA. 662 pp.
- Ziesenheim, F.C. 1937. The Templeton Crocker Expedition. X. Echinoderms from the West Coast of Lower California, the Gulf of California and Clarion Island. *Zoologica, N.Y. Zool. Soc.* 22(15): 209-239.
- Ziesenheim, F.C. 1940. New Ophiurans of the Allan Hancock Pacific Expeditions. *Allan Hancock Pacific Exp.* 8(2): 9-52.
- Ziesenheim, F.C. 1955. A review of the genus *Ophioderma* M.& T. *Essays in the natural sciences in honor of Captain Allan Hancock*. Los Angeles: University of California Press. 185-201 pp.
- ZMUC. 2008. Types in the Echinodermata Collection-Ophiuroidea. In: <http://www.zmuc.dk/InverWeb/invertebrater/Hjemmesider/Ophiuroidea.HTM>



