

Cambios en la diversidad de equinodermos asociados al arrecife coralino en La Entrega, Oaxaca, México

Pablo Zamorano* & Gerardo E. Leyte Morales**

Resumen

Cambios en la diversidad de equinodermos asociados al arrecife coralino de La Entrega, Oaxaca, México. A partir de muestreos bimestrales realizados entre octubre de 2002 y agosto de 2003 se caracterizó a la comunidad de equinodermos que habita el arrecife de La Entrega, Oaxaca. Para lo anterior se extrajeron diez cabezas del coral *Pocillopora damicornis* por muestreo, de aproximadamente 1 dm³ cada una. Durante el presente estudio se registraron 30 equinodermos distribuidos en nueve especies, con **dominancia del erizo** *Hesperocidaris asteriscus* (23% de la abundancia total). La diversidad, calculada a partir del índice de Shannon, obtenida para cada bimestre, no presentó diferencias significativas a lo largo del ciclo de muestreo, manteniendo un promedio de 1.75 bits ind⁻¹. El valor más alto de diversidad se registró en abril (2.24 bits ind⁻¹). En un estudio previo, realizado durante el periodo 1994-1995, se observaron abundancias mayores que las obtenidas durante el presente trabajo. Sin embargo, la diversidad no presentó diferencias estadísticamente significativas entre ambos estudios. Así mismo, la riqueza de especies fue mayor en 2002-2003 y la similitud entre ambos trabajos fue baja (36%). En los muestreos de 2002-2003 la clase dominante en el arrecife fue **Holothuroidea** mientras que en 1994-1995 fue **Ophiuroidea**. El

Abstract

Changes in the diversity of echinoderms associated to the coral reef from La Entrega, Oaxaca, México. In order to analyze the community of echinoderms from La Entrega reef, Oaxaca, bimonthly samplings were carried out from October 2002 to August 2003. For this, ten coral heads of *Pocillopora damicornis* of approximately 1 dm³ were taken from the study area throughout the sampling period. 30 organisms belonging to nine species were registered, being the sea urchin *Hesperocidaris asteriscus* the dominant (23% of the total abundance). The diversity, assessed using the Shannon index, showed no statistical differences during the study period (mean= 1.75 bits ind⁻¹). The highest diversity was observed in April (2.24 bits ind⁻¹). Higher abundance values than those reported here were observed in samples taken during year 1994-1995. Nevertheless, no statistically significant changes in diversity were observed between both studies. Species richness showed to be higher during 2002-2003, being the similarity between these two studies low (36%). During 2002-2003 the dominant class in the study area was the **Holothuroidea**, while **Ophiuroidea** was dominant during 1994-1995. The shift in dominance was possibly due to the intense dredging in Santa Cruz Bay

Résumé

Changements dans la biodiversité des échinodermes associés au récif corallien de La Entrega, Oaxaca, Mexique. La communauté d'échinodermes qui habite le récif corallien de La Entrega, Oaxaca, fut caractérisée à partir d'échantillonnages bimensuels réalisés entre octobre 2002 et août 2003. A cet effet, dix têtes de corail *Posillopora damicornis*, d'environ 1dm³ chacune, ont été extraites par prélèvement. Pendant la présente étude, 30 échinodermes distribués en neuf espèces ont été enregistrés, avec une dominance d'hérissons *Hesperocidaris asteriscus* (23% de l'abondance totale). La diversité, calculée à partir de l'indice de Shannon, obtenue chaque bimestre, ne presenta pas de différences significatives au cours du cycle de prélèvements, en maintenant une moyegenne de 1.75 bits ind⁻¹. La plus haute valeur de diversité fut enregistrée en avril (2.24 bits ind⁻¹). Dans une étude préalable, réalisée pendant la période 1994-1995, des abondances majeures à celles observées dans la présente étude furent obtenues. Néanmoins, la diversité ne presenta pas de différences statistiquement significatives entre les études. D'autre part, la richesse d'espèces fut majeure en 2002-2003 et la similitude entre les travaux fut basse (33%). Pour les échantillonnages de 2002-2003 la classe dominante dans le récif fut **Holothuroidea** tandis

*Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Unidad Académica Mazatlán, Sinaloa, Apdo. postal 811, MÉXICO, 82040 Correo electrónico: pazaha@ola.icmyl.unam.mx

**Universidad del Mar, Puerto Ángel, Oaxaca, Apdo. postal 47, MÉXICO, 70902, Tel. fax: (958) 5843057 Correo electrónico: leyteg@angel.umar.mx

cambio en la dominancia se debe posiblemente a los intensos dragados previos que se realizaron en la bahía de Santa Cruz, lo que provocó incremento del material suspendido y la disponibilidad de alimento favoreciendo al establecimiento de los pepinos de mar, mientras que los ofiuroides, por ser organismos que viven en oquedades o debajo de los arrecifes, se ven afectados al perder sus refugios naturales.

which increased the amount of suspended material and hence the available food and the establishment of sea cucumbers. On the other hand, the ophiuroids inhabiting caves or under rocks, are affected by the loss of their refuges.

qu'en 1994-1995 ce fut Ophiuroidea. Le changement dans la dominance est possiblement dû aux intenses dragages réalisés dans la baie de Santa Cruz, qui provoquerent un increment de al matiere en suspension et de la disponibilité d'aliments, en favorisent l'établissement de cencombres de mer, tandis que les ophiures, pour être des organismes qui vivent en cavités en perdant leurs refuges naturels.

Palabras clave: Comunidades, Hesperocidaris asteriscus, Holothuroidea, Ophiuroidea, Pocillopora damicornis.

Key words: Community, Hesperocidaris asteriscus, Holothuroidea, Ophiuroidea, Pocillopora damicornis.

Mots clefs: Communautés, Hesperocidaris asteriscus, Holothuroidea, Ophiuroidea, Pcollopora damicornis.

Introducción

El Phylum Echinodermata se constituye por cinco clases: Crinoidea (plumas o lirios de mar), Asteroidea (estrellas de mar), Ophiuroidea (estrellas quebradizas), Echinoidea (erizos de mar) y Holothuroidea (pepinos de mar). Este phylum ha sido capaz de colonizar una gran cantidad de hábitats marinos como la zona intermareal, fondos lodosos, aguas profundas, arrecifes rocosos y de coral, entre otros (Ruppert & Barnes 1996) y es precisamente en los arrecifes coralinos donde se desarrolló el presente estudio.

Se ha podido documentar que en arrecifes coralinos, los equinodermos alcanzan alta diversidad y biomasa (Jangoux & Lawrence 1989). Además, al funcionar como consumidores primarios, secundarios, e incluso depredadores en éste ecosistema, tienen enorme relevancia ecológica y están muy ligados a los procesos de bioerosión, reclutamiento coralino y transferencia de energía en los ecosistemas arrecifales (Glynn & Wellington 1983, Cumming 1999, Carlon 2001, Carreiro-Silva & McClanahan 2001, McClanahan 2002). Por ello, los cambios físicos operados en el arrecife pueden modificar la

abundancia y dominancia de las especies de este grupo, y ello a su vez puede tener efectos relevantes sobre la estructura arrecifal (Jangoux & Lawrence 1989).

El presente estudio es una continuación del realizado por Benítez-Villalobos (2001) en el mismo arrecife; sus muestreos corresponden al año de 1994-1995 y los resultados obtenidos sirvieron de base para compararlos con los obtenidos en este estudio (2002-2003). Entre ambos muestreos existe una diferencia de ocho años, durante los cuales, el arrecife de La Entrega se ha visto expuesto a eventos de El Niño (Reyes-Bonilla & Leyte-Morales 1998, Carriquiry *et al.* 2001, Reyes-Bonilla *et al.* 2002), tormentas y huracanes (Glynn *et al.* 1998, Lirman *et al.* 2001), intensos periodos de lluvias y sequías (Leyte-Morales 2001), mortalidades masivas de coral (Hernández-Ballesteros & Leyte-Morales 2003), incremento de estrés ambiental (Leyte-Morales *et al.* 2001) y al incremento en la infraestructura y actividades turístico-recreativas, tal como la construcción de un muelle para cruceros en la bahía de Santa Cruz, en la cual se encuentra el arrecife de La Entrega. Todos estos sucesos pueden estar afectando a la estructura coralina y posiblemente a la comunidad de equinodermos que habita en ella.

Material y métodos

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el arrecife de La Entrega, ubicado en las bahías de Huatulco, Oaxaca (15°42'50"-46'00"N, 96°05'20"-10'08"O) dentro del Pacífico tropical mexicano. La zona es considerada como sistema de alta productividad debido a las surgencias causadas por los "vientos tehuanos" (LluchCota *et al.* 1997), que en buena parte marcan la pauta del comportamiento de los parámetros físico-químicos de la zona, especialmente durante invierno, época en que son más intensos (Lavín *et al.* 1991, Trasviña & Barton 1997).

Trabajo de campo

Para caracterizar a la comunidad de equinodermos en el arrecife de La Entrega se realizaron seis muestreos, con periodicidad bimestral, comenzando en octubre del 2002 y terminando en agosto del 2003. Con ayuda de equipo SCUBA se extrajo, en cada muestreo, diez cabezas del coral *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758) de aproxi-madamente 1 dm³ cada una, volumen que fue medido de acuerdo al volumen de agua desplazada una vez que la cabeza de coral se sumergió en agua marina. En la embarcación, las cabezas de coral se sumergieron en agua dulce para facilitar la recolecta de los organismos que habitan entre las ramas del coral; posteriormente, con ayuda de un cincel, cada cabeza de coral se fragmentó para obtener el material biológico que pudiera quedar atrapado. Las muestras se guardaron en bolsas de plástico, donde se aplicó formol al 4% para fijarlas y por último, se etiquetaron con los datos respectivos. En cada muestreo, con ayuda de una sonda multiparamétrica modelo YSI, se registró la temperatura en grados centígrados, la salinidad en unidades prácticas de salinidad (ups) y la turbidez utilizando un disco de Secchi.

Trabajo de laboratorio

Una vez en el laboratorio, las muestras fueron puestas en alcohol al 70% para su mejor preservación y con ayuda de un microscopio

estereoscópico, se procedió a la identificación de las especies de equinodermos, utilizando bibliografía especializada (Caso 1979, Hickman 1998).

Análisis de datos

Para cada bimestre de muestreo, se calcularon cuatro índices ecológicos: la diversidad de Shannon (H'), la riqueza específica de Margalef (Dmg), la equitabilidad de Pielou (J'), y la dominancia de Simpson (I') (Magurran 1988, Krebs 1999). Una vez obtenidos estos valores, con ayuda de la prueba t de Hutcheson, se comparó la diversidad entre los seis muestreos y al cumplirse los supuestos de normalidad de acuerdo a la prueba de Kolmogorov-Smirnov (D₆= 0.327, p>0.20) y de homocedasticidad de acuerdo a la prueba de Levene (F_{1,3}= 6.210, p=0.067), se aplicó una prueba t para saber si existen diferencias entre la época de lluvias (mayo-octubre) y la época de estiaje (noviembre-abril).

Terminado el cálculo respectivo se compararon los datos con los obtenidos por Benítez-Villalobos (2001) en el periodo de 1994-1995; para ello se recurrió a la prueba t de Hutcheson descrita en Magurran (1988), misma que compara diversidades entre dos tiempos, donde los grados de libertad y el estadístico t de Hutcheson se calculan con base en la varianza de H'.

$$gl = \frac{(VarH'_1 \quad VarH'_2)^2}{(VarH'_1) \quad (VarH'_2)^2} \frac{N_1}{N_2}$$
$$t = \frac{(H'_1 \quad H'_2)}{(VarH'_1 \quad VarH'_2)^{1/2}}$$

Donde: gl= grados de libertad, N₁ y N₂= número total de individuos de la muestra 1 y 2, Var H'_{1,2}= la varianza de la muestra 1 y 2.

$$VarH' = \frac{pi(\ln pi)^2}{N} \quad \frac{(pi \ln pi)^2}{2N^2} \quad \frac{S}{2N^2}$$

Tabla I. Presencia y abundancia de equinodermos asociados al coral *Pocillopora damicornis* en el arrecife de La Entrega para el periodo de muestreo (octubre 2002-agosto 2003). Entre paréntesis el número de individuos, x= presencia.

especie	meses					
	octubre	diciembre	febrero	abril	junio	agosto
<i>Hesperocidaris asteriscus</i>	1		1		1	4
<i>Holothuria fuscocinerea</i>				1		1
<i>Holothuria imitans</i>	1			2		2
<i>Holothuria portovallertensis</i>				1	4	
<i>Holothuria theeli</i>					1	
<i>Ophiactis savignyi</i>			1	2		
<i>Ophiocoma aethiops</i>			1		2	
<i>Ophiocoma alexandra</i>				1		
<i>Ophiothrix spiculata</i>	2					1
Total (especies/individuos)	3 (4)	0 (0)	3 (3)	5 (7)	4 (8)	4 (8)

$$pi = \frac{ni}{N}$$

Donde: ni= número de individuos de cada especie, N= número total de individuos, S= número de especies

Para comparar la riqueza de especies entre ambos estudios se utilizó la técnica de curvas de rarefacción descrita en Moreno (2001) y se calculó el índice de Jaccard descrito en Magurran (1988) para conocer la similitud entre comunidades.

Resultados

Se registraron 30 organismos distribuidos en nueve especies: cuatro holoturoideos, cuatro ofiuroideos y un equinoideo. El erizo *Hesperocidaris asteriscus* (Clark, 1948) fue la especie que presentó la mayor abundancia a lo

largo del estudio, representando el 23% de la abundancia total (Tabla I). Durante diciembre no se encontraron equinodermos en las muestras.

La diversidad más alta (2.24 bits ind⁻¹) y la mayor riqueza específica (2.06) se registraron en abril, donde la dominancia no excedió al 0.10 (Tabla II). De acuerdo a la t de Hutcheson y excluyendo a diciembre del análisis (por no haberse obtenido muestras) (Fig. 1), se observa que la diversidad no presentó cambios significativos entre los bimestres comparados (p>0.05) (Tabla III). Aunque se observan valores más altos de diversidad durante la época de secas (diciembre-mayo) (Fig. 1), no llegan a ser estadísticamente diferentes a los obtenidos en lluvias (junio-noviembre) (t₃= -0.949; p=0.412).

Comparando las curvas de rarefacción para las comunidades de 1994-1995 y de 2002-2003, y tomando en cuenta un número homogéneo de

Tabla II. Datos de índices ecológicos para la comunidad de equinodermos asociados al coral *Pocillopora damicornis* en el arrecife de La Entrega para el periodo de muestreo (octubre 2002-agosto 2003). DMg= la riqueza específica de Margalef, H'= diversidad de Shannon-Weiner, J'= equitabilidad de Pielou, I'= dominancia de Simpson.

meses	octubre	febrero	abril	junio	agosto
DMg	1.44	1.82	2.06	1.44	1.44
H' (bits/ind)	1.45	1.58	2.24	1.75	1.75
J'	0.91	1.00	0.96	0.88	0.88
I'	0.17	0.00	0.10	0.33	0.25

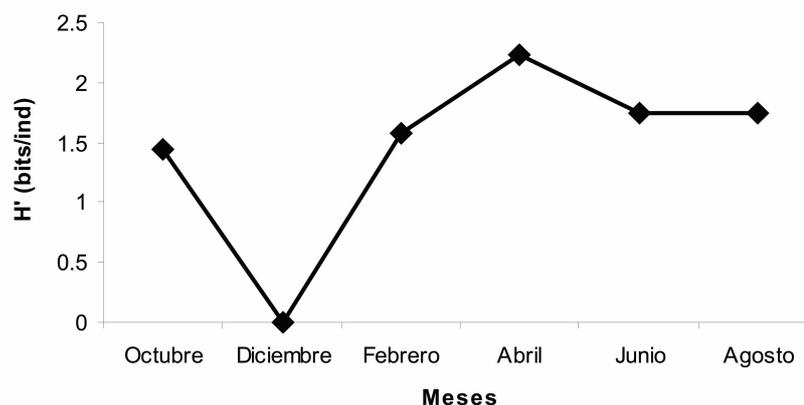


Figura 1. Distribución de la diversidad de equinodermos asociados al coral *Pocillopora damicornis* en el arrecife de La Entrega para el periodo de muestreo (octubre 2002-agosto 2003).

individuos, se notó que la riqueza de especies se incrementó entre ambos estudios, aunque la abundancia fue mayor para 1994-1995 (Fig. 2). Por otro lado, la similitud de especies entre los dos trabajos es baja (Jaccard= 36%) y solamente cinco especies fueron registradas en ambos estudios: un equinoideo, un holoturoideo y tres ofiuroides (Tabla IV). La diversidad promedio registrada para el periodo 1994-1995 (2.068 bits ind⁻¹) fue mayor a la obtenida en el periodo 2002-2003 (1.753 bits ind⁻¹); sin embargo, de acuerdo a la prueba t de Hutcheson, la diferencia no llegó a ser estadísticamente significativa ($t_{35}=0.903$, $p=0.187$).

Discusión

Se identificaron 30 organismos pertenecientes a nueve especies, valores semejantes a los de Mitchell-Arana (1994), que registró 39 organismos y siete especies; mientras que Benítez-Villalobos (2001) identificó 236 organismos distribuidos en

diez especies. Los tres estudios fueron elaborados en la bahía de La Entrega.

Como se observó en los resultados, los análisis estadísticos no muestran diferencias entre los bimestres de muestreo, esto se puede deber a que, desde un punto de vista oceanográfico, el istmo de Tehuantepec y su zona de influencia (como las bahías de Huatulco) son consideradas como una unidad homogénea (Fiedler 1992). Sin embargo, durante los muestreos se tienen diferencias de hasta 5°C de abril a junio y de 5 a 10 m de visibilidad Secchi de octubre a diciembre (Fig. 3), que al parecer no afectaron a la comunidad de equinodermos en La Entrega durante el año de estudio.

Las diferencias en los parámetros físico-químicos considerados, marcaron una tendencia en la diversidad de equinodermos durante los bimestres de muestreo que no llegó a ser significativo. Por ejemplo, la mayor cantidad de pepinos de mar (holoturoideos)

Tabla III. Valores del estadístico t: grados de libertad (t) y probabilidad (p), obtenidos por la prueba t de Hutcheson durante los muestreos realizados de octubre 2002 a agosto 2003 en el arrecife de La Entrega.

	octubre	febrero	abril	junio	agosto
octubre		$t_5=0.319$, $p=0.381$	$t_{10}=1.684$, $p=0.062$	$t_{12}=0.818$, $p=0.215$	$t_{12}=0.818$, $p=0.215$
febrero			$t_9=1.139$, $p=0.142$	$t_7=0.334$, $p=0.374$	$t_7=0.334$, $p=0.374$
abril				$t_{13}=0.924$, $p=0.186$	$t_{13}=0.924$, $p=0.186$
junio					$t_{16}=0$, $p=0.5$
agosto					

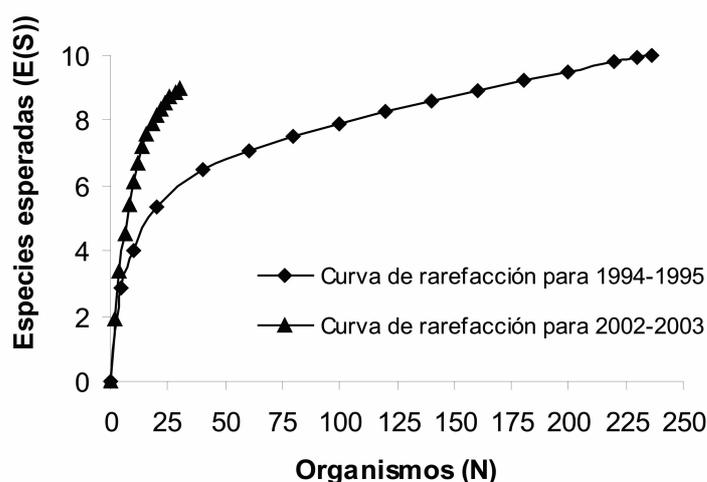


Figura 2. Curvas de rarefacción para las comunidades de equinodermos de 1994-1995 y 2002-2003 asociados al coral en el arrecife de La Entrega.

Tabla IV. Lista de especies de equinodermos registradas para La Entrega durante diversos estudios realizados en el arrecife. X= presencia.

ESPECIES	Mitchell-Arana (1994)	Benítez-Villalobos (2001)	Zamorano (2004)	Zamorano & Leyte-Morales (en prensa)	Este trabajo
Asteroidea					
<i>Asterina</i> sp.		X			
<i>Pharia pyramidata</i> (Gray, 1840)			X		
<i>Phataria unifascialis</i> (Gray, 1840)			X		
Echinoidea					
<i>Diadema mexicanum</i> Agassiz, 1863	X	X	X	X	
<i>Echinometra vanbrunti</i> Agassiz, 1863	X		X	X	
<i>Eucidaris thouarsii</i> (Valenciennes, 1846)				X	
<i>Hesperocidaris asteriscus</i> (Clark, 1948)	X	X	X		X
<i>Toxopneustes roseus</i> (Agassiz, 1863)	X		X	X	
Holothuroidea					
<i>Cucumaria mexicana</i> (Ludwig, 1875)	X				
<i>Holothuria arenicola</i> (Semper, 1868)	X				
<i>Holothuria fuscocinerea</i> (Jaeger, 1833)			X		X
<i>Holothuria imitans</i> (Ludwig, 1875)		X	X		X
<i>Holothuria impatiens</i> (Forsk I, 1775)		X			
<i>Holothuria portovallertensis</i> Caso, 1954			X		X
<i>Holothuria theeli</i> (Deichmann, 1938)			X		X
<i>Isostichopus fuscus</i> (Ludwig, 1875)	X				
<i>Selenothuria lubrica</i> Solenka, 1867	X				
Ophiuroidea					
<i>Ophiactis savignyi</i> (Müller & Troschel, 1842)	X	X	X		X
<i>Ophiactis simplex</i> (LeConte, 1851)		X			
<i>Ophiocoma aethiops</i> LeConte, 1851	X	X	X		X
<i>Ophiocoma alexandri</i> Lyman, 1860	X		X		X
<i>Ophioneis annulata</i> (LeConte, 1851)	X				
<i>Ophiothrix rudis</i> Lyman, 1874		X			
<i>Ophiothrix spiculata</i> LeConte, 1851		X	X		X

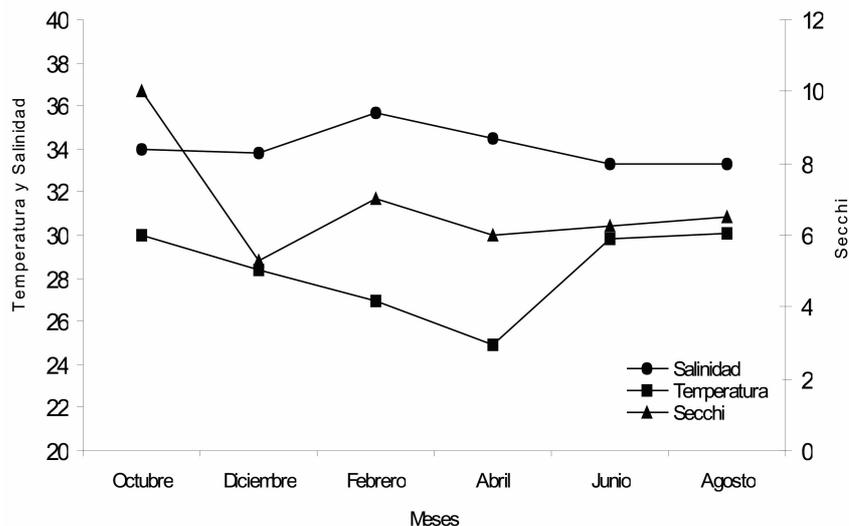


Figura 3. Comportamiento de los parámetros fisicoquímicos registrados durante el ciclo de muestreo (octubre 2002-agosto 2003). La temperatura está en grados Celsius, la salinidad en ups y la turbidez en metros.

se registraron durante la época de mayor turbidez (abril-agosto). Para el caso de los ofiuroideos, se notó una alternancia de especies entre la época de lluvias (mayo-octubre) y secas (noviembre-abril), durante lluvias se encontró *Ophiothrix spiculata* LeConte, 1851 que no se registró durante secas, mientras que a *Ophiocoma alexandri* Lyman, 1860 y *Ophiactis savignyi* (Müller & Troschel, 1842) solamente se registraron durante secas y la única especie que apareció en las muestras en ambas estaciones fue *Ophiocoma aethiops* Lutken, 1859 (Tabla I). La salinidad puede jugar un papel importante en dicha sucesión, ya que en la época de lluvias la salinidad promedio registrada fue de 33.3 ups, mientras que en secas alcanzó las 34.7 ups (ver figura 3 para valores de parámetros).

Durante la época de secas se registró en La Entrega la mayor diversidad de equinodermos y en abril se presentó el máximo (Fig. 1) que coincidió con la temperatura más baja del agua de los bimestres de muestreo (24.95°C). Durante estos meses suceden en el istmo de Tehuantepec los llamados vientos tehuanos y las surgencias, que pueden traer consigo efectos importantes en el medio marino, incrementando la productividad primaria (LluchCota *et al.* 1997).

En diciembre no se encontraron organismos de equinodermos en las muestras, posiblemente porque durante el periodo de octubre del 2002 a febrero del 2003, la cobertura coralina disminuyó en un 90% (HernándezBallesteros & Leyte-Morales 2003), lo que pudo causar una reducción de ciertas poblaciones de equinodermos por una disminución de sus presas, o bien por un incremento de su depredación al quedar desprotegidos y aislados. Esto se ha observado después de la mortalidad que causó "El Niño" de 1982-1983 en arrecifes de Panamá (Glynn 1985) y en arrecifes de Isla del Caño, Costa Rica (Guzmán 1988). En el atolón de Hikueru (Polinesia Francesa), después de una mortalidad masiva de coral también se detectó una baja diversidad de la macrofauna béntica y solamente se registró una sola especie de equinodermo (Adjeroud *et al.* 2001).

Entre el muestreo de Benítez-Villalobos (2001) y el del presente trabajo, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en la diversidad de los equinodermos asociados a coral; sin embargo, sí se nota una tendencia negativa en la diversidad registrada en 2002-2003 en comparación con la de 1994-1995. Durante el muestreo de Benítez-Villalobos (2001), la

clase dominante en el arrecife eran los ofiuroides, mientras que en el presente estudio la fauna de equinodermos en el arrecife se ve dominada por la clase Holothuroidea, quizás debido a que La Entrega se ha visto afectada por los constantes dragados que se han realizado en la bahía de Santa Cruz, a la que pertenece La Entrega. El dragado ha provocado que la cantidad de material en suspensión se incremente y la visibilidad disminuya, lo que favorece a los hábitos alimenticios de los pepinos de mar (Uthicke 2001).

En el trabajo de Mitchell-Arana (1994) se registraron siete especies de equinodermos, aunque también se mencionan observaciones de cinco especies más las cuales no consideró en su análisis; cinco de las 12 especies no se han vuelto a registrar, estas son un ofiuoideo, *Ophionereis annulata* (LeConte, 1851), y cuatro holoturoideos: *Holothuria arenicola* (Semper, 1868), *Cucumaria mexicana* (Ludwing, 1875), *Isostichopus fuscus* (Ludwing, 1875) y *Selenkothuria lubrica* Solenka, 1867. Posteriormente, Benítez-Villalobos (2001) registró diez especies, de las cuales seis fueron nuevos registros para el sitio: *Asterina* sp., *Holothuria imitans* (Ludwing, 1875), *H. Impatiens* (Froskál, 1775), *Ophiactis simplex* (LeConte, 1851), *Ophiothrix spiculata* LeConte, 1851 y *Ophiothrix rudis* Lyman, 1874. En el trabajo de Zamorano (2004) se mencionan dos especies más de asteroideos: *Phataria unifascialis* (Gray, 1840) y *Pharia pyramidata* (Gray, 1840). Más tarde, Zamorano & Leyte-Morales (en prensa) mencionan cuatro especies de erizos, una de las cuales no se había registrado, esta es *Eucidaris thouarsii* (Valenciennes, 1846). Finalmente, durante los muestreos de este trabajo se añaden tres especies más de holoturoideos: *Holothuria fuscocinerea* (Jaeger, 1833), *H. portovallertensis* Caso, 1954 y *H. theeli* (Deichmann, 1938). Haciendo así un total de 24 especies: tres asteroideos, cinco equinoideos, nueve holoturoideos y siete ofiuroides (Tabla IV).

La riqueza de especies de equinodermos registrada para el arrecife de La Entrega resultó ser menor a lo encontrado en el arrecife de Cabo Pulmo, B.C.S. para el cual se tienen registros de 38 especies, aunque en muestreos realizados de 1986 a 1993 por Cintra-Buenrostro *et al.* (1999) sólo observaron 25 especies. Por otro lado, resultó mayor a lo encontrado en el arrecife de Tenacatita, Jalisco, por Landa-Jaime *et al.* (2005) que registran 17 especies, mientras que en los arrecifes de Guerrero, tan sólo para echinoideos y asteroideos se tienen registros de diez especies (Leyte-Morales com. pers.). Lo anterior sugiere que la riqueza de especies de equinodermos en el arrecife de La Entrega es comparable a lo encontrado en otros arrecifes del Pacífico mexicano; incluso, si se observa la curva de rarefacción para los datos de 2002-2003 (Fig. 2), aún se esperaría encontrar más especies de equinodermos si se le diera continuidad a estos estudios.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por CONACYT como parte del proyecto (37528-B) "El efecto de El Niño 1997-98 sobre los arrecifes coralinos del Pacífico mexicano". Eladio Spindola, Andrés Pacheco, Luz María Hernández-Ballesteros, Paola Rodríguez-Troncoso y Linda M. Barranco-Servín (UMAR) fueron parte importante del trabajo de campo. De igual forma, se agradece a Samuel Gómez (ICMyL-Mazatlán), quien ayudó con la revisión del inglés del "abstract" y a tres revisores anónimos que ayudaron con sus comentarios para enriquecer el trabajo. A Aitor Aizpuru por su ayuda con el Resumen.

Referencias

- Adjeroud, M., S. Andréfouët & C. Payri. 2001. Mass mortality of macrobenthic communities in the lagoon of Hikueru atoll (French Polynesia). *Coral Reefs* 19(3): 287-291.

- Benítez-Villalobos, F. 2001. Comparación de la comunidad de equinodermos, asociados a arrecifes, en dos localidades de las Bahías de Huatulco, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar* 5(13):19-24.
- Carlson, D.B. 2001. Depth-related patterns coral recruitment and cryptic suspension-feeding invertebrates on Guana Island, British Virgin Islands. *Bull. Mar. Sci.* 68(3):525-541.
- Carreiro-Silva, M. & T.R. McClanahan. 2001. Echinoid bioerosion and herbivory on Kenyan coral reefs: the role protection from fishing. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 262(2):133-153.
- Carriquiry, J.D., A. Cupul-Magaña, F. Rodríguez-Zaragoza & P. Medina-Rosas. 2001. Coral bleaching and mortality in the Mexican Pacific during the 1997-98 El Niño, and predictions from a remote sensing approach. *Bull. Mar. Sci.* 69(1):237-249.
- Caso, M.E. 1979. Los equinodermos de la bahía de Mazatlán, Sinaloa. *An. Centro Cienc. Mar Limnol., UNAM* 6(1):197-368.
- Cintra-Buenrostro, C.E., H. Reyes-Bonilla & O. Arizpe-Covarrubias. 1999. Los equinodermos (Echinodermata) del arrecife de Cabo Pulmo, Pacífico de México. *Rev. Biol. Trop.* 46(2):341-344.
- Cumming, R.L. 1999. Predation on reef-building corals: multiscale variation in the density of three corallivorous gastropods, *Drupella* spp. *Coral Reefs* 18(2):147-157.
- Fiedler, P.C. 1992. Seasonal climatologies and variability of Eastern Tropical Pacific surface waters. NOAA Tech. Rep. NMFS 109, Southwest Fisheries Science Center, California, 65 pp.
- Glynn, P.W. 1985. Corallivore population size and feeding effects following El Niño (1982-1983) associated coral mortality in Panamá. *Proc. Fifth Int. Coral Reef Congr., Tahití*, 4:183-188.
- Glynn, P.W. & G.M. Wellington. 1983. Coral and coral reefs of the Galapagos Islands. University of California Press, Berkeley, 330 pp.
- Glynn, P.W., D. Lirman, A.C. Baker & G.E. Leyte-Morales. 1998. First documented hurricane strikes on eastern Pacific coral reefs reveal only slight damage. *Coral Reefs* 17(4):368.
- Guzmán, H.M. 1988. Distribución y abundancia de organismos coralívoros en los arrecifes coralinos de la Isla del Caño, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 36(2A):191-207.
- Hernández-Ballesteros, L.M. & G.E. Leyte-Morales. 2003. Cambio en la dominancia de la comunidad arrecifal de La Entrega, bahías de Huatulco, Oaxaca, México. *Mem. II Congr. Mex. Arrecifes Coral., Puerto Ángel*, p:14.
- Hickman, C.P. 1998. A field guide to sea stars and others echinoderms of Galapagos. Sugar Spring Press, Lexington, Virginia, 83 pp.
- Jangoux, M. & J.N. Lawrence. 1989. Echinoderms studies. Volumen 3. A.A. Balkema Rotterdam, 198 pp.
- Krebs, C.J. 1999. Ecological methodology. 2a ed., Addison Wesley Longman, Inc. California, 620 pp.
- Landa-Jaime, V., E. Michel-Morfín, J. Arciniega-Flores & R. Flores-Vargas. 2005. Equinodermos del arrecife coralino de Tenacatita, Jalisco. *Mem. XVIII Congr. Nal. Zool., Monterrey, Resumen* 0237.
- Lavín, M.F., J.M. Robles, M.L. Argote, E.D. Barton, R. Smith, J. Brown, M. Kosro, A. Traslaviña, H.S. Vélez & J. García. 1991. Física del golfo de Tehuantepec. *Ciencia y Desarrollo* 18(103):97-108.
- Leyte-Morales, G.E. 2001. Estructura de la comunidad de corales y características geomorfológicas de los arrecifes coralinos de Bahías de Huatulco, Oaxaca, México. Tesis de maestría, Universidad del Mar, Puerto Ángel, México.
- Leyte-Morales, G.E., H. Reyes-Bonilla, C.E. Cintra-Buenrostro & P.W. Glynn. 2001. Range extensión of *Leptoseris papyracea* (Dana, 1846) to the west coast of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 69(3):1233-1237.
- Lirman, D., P.W. Glynn, A.C. Baker & G.E. Leyte-Morales. 2001. Combined effects of three sequential storms on the Huatulco coral reef tract, Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 69(1):267-278.
- Lluch-Cota, S., S. Álvarez-Borrego, E.M. Santamaría-del Ángel, F.E. Müller-Karger & S. Hernández-Vázquez. 1997. Gulf of Tehuantepec and adjacent areas: spatial and temporal variation of satellite derived photosynthetic pigments. *Ciencias Marinas* 23(3):329-340.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- McClanahan, T.R. 2002. A comparison of the ecology of shallow subtidal gastropods between western Indian Ocean and Caribbean coral reefs. *Coral Reefs* 21(4):399-406.
- Mitchell-Arana, L.M. 1994. Perfil del coral y especies asociadas en La Entrega, Bahías de Huatulco, Oax. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Moreno, C.E. 2001. Manual de métodos para medir la biodiversidad. Universidad Veracruzana. Xalapa, 49 pp.
- Reyes-Bonilla, H. & G.E. Leyte Morales. 1998. Corals and coral reefs of the Puerto Angel region, west coast of Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 46(3):679-681.
- Reyes-Bonilla H., J.D. Carriquiry, G.E. Leyte-Morales & A.L. Cupul-Magaña. 2002. Effects of the El Niño-Southern Oscillation and the Anti-El Niño event (1997-1999) on coral reefs of the western coast of México. *Coral Reefs* 21(4):368-372.
- Ruppert, E. & R. Barnes. 1996. Zoología de los invertebrados. 6a ed. McGraw Hill Interamericana, México, 345 pp.

- Trasviña, A. & E.D. Barton. 1997. Los "Nortes" del golfo de Tehuantepec: la circulación costera inducida por el viento. Pp: 25-46 *In* Unión de Geofísica Mexicana. Contribuciones a la oceanografía física en México. Monografía No. 3, 272 pp.
- Uthicke, S. 2001. Nutrient regeneration by abundant coral reef holothurians. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 265(2): 153-170.
- Zamorano, P. 2004. Evaluación de la comunidad actual de moluscos y equinodermos asociados al coral *Pocillopora damicornis* y comparación con la comunidad de 1994, en el arrecife de La Entrega, Huatulco. Tesis profesional, Universidad del Mar, Puerto Ángel.
- Zamorano, P. & G.E. Leyte-Morales 2005. En prensa. Densidad poblacional de cuatro especies de erizos (Echinodermata: Echinoidea) en el arrecife de La Entrega, Oaxaca. *Oceánides* 20(2): xx-xx.
- Recibido: 12 de agosto de 2005.
Aceptado: 10 de noviembre de 2005.
-