

## DENSIDAD POBLACIONAL DE CUATRO ESPECIES DE ERIZO (ECHINODERMATA: ECHINOIDEA) EN EL ARRECIFE DE LA ENTREGA, OAXACA

Pablo Zamorano<sup>1</sup> & Gerardo E. Leyte-Morales<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Académica Mazatlán, Apartado Postal 811, C.P. 82040, Mazatlán, Sin., México. Email: pazaha@ola.icmyl.unam.mx. <sup>2</sup>Universidad del Mar, Instituto de Recursos, Apartado Postal 47, C.P. 70902, Puerto Ángel, Oax., México. Email: leyteg@angel.umar.mx

**RESUMEN.** De octubre de 2002 a agosto de 2003 se realizaron muestreos bimestrales de la abundancia de erizos en el arrecife de La Entrega. El arrecife fue dividido en dos profundidades (somero 0-6 m y profundo 6-12 m). En cada profundidad se realizaron seis transectos de 50 m de largo por 1 m de ancho. La mayor densidad anual correspondió a *Diadema mexicanum* ( $5.96 \pm 0.85$  ind/m<sup>2</sup>), seguido de *Eucidaris thouarsii* ( $0.46 \pm 0.14$  ind/m<sup>2</sup>); *Echinometra vanbrunti* y *Toxopneustes roseus* presentaron densidades bajas ( $0.03 \pm 0.01$  ind/m<sup>2</sup> y  $0.02 \pm 0.01$  ind/m<sup>2</sup>, respectivamente). Las cuatro poblaciones de erizos presentaron diferencias entre profundidades observándose mayor densidad en lo profundo; si consideramos la abundancia total de erizos en el arrecife, no se registraron diferencias temporales. Empero, al analizar por separado las profundidades, sólo *E. thouarsii* no presentó diferencias temporales en ambas profundidades. En diciembre, las densidades de *D. mexicanum* y *E. thouarsii* disminuyeron en lo profundo y aumentaron en lo somero, posiblemente porque sucedió una mortalidad coralina en lo somero del arrecife y el incremento de las algas motivó a estas especies a desplazarse a la parte dañada. Actualmente el arrecife de La Entrega se encuentra en avanzado estado de erosión lo que puede favorecer que la abundancia de erizos se incremente al igual que su actividad bioerosionadora.

**Palabras clave:** Arrecife Coralino, La Entrega, Erizos, *Diadema mexicanum*, *Eucidaris thouarsii*

### Population density of four species of sea urchin (Echinodermata: Echinoidea) at La Entrega Reef, Oaxaca

**ABSTRACT.** Bimonthly samples of sea urchins fauna inhabiting the La Entrega Reef, Oaxaca, Mexico, were obtained from October 2002 to August 2003. The reef area was divided in two sampling zones, corresponding to shallow (0-6 m) and deep (6-12 m) water. Six transects of 50 m length by 1 m wide were sampled in each zone. Greatest annual density corresponded to *Diadema mexicanum* ( $5.96 \pm 0.85$  ind/m<sup>2</sup>), followed by *Eucidaris thouarsii* ( $0.46 \pm 0.14$  ind/m<sup>2</sup>); *Echinometra vanbrunti* and *Toxopneustes roseus* presented low densities ( $0.03 \pm 0.01$  ind/m<sup>2</sup> and  $0.02 \pm 0.01$  ind/m<sup>2</sup>, respectively). Density of the four populations varied considerably and higher densities were observed in the deep zone. Total abundance of sea urchins (shallow and deep samples) did not vary significantly over time. Abundance per depth range, however, was different over time for all species except for *E. thouarsii*. In December densities of *D. mexicanum* and *E. thouarsii* decreased in the deep zone and increased in the shallow zone, due to massive mortality of coral in the shallow part of the reef and to subsequent increase of algal coverage attracting these species to the shallowest part of the reef. The La Entrega reef is presently in an advanced state of erosion that could favor an increase of sea urchins abundance and of their bioerosion activity.

**Key words:** Coral Reef, La Entrega, Sea Urchins, *Diadema mexicanum*, *Eucidaris thouarsii*

Zamorano, P. & G.E. Leyte-Morales. 2005. Densidad poblacional de cuatro especies de erizo (Echinodermata: Echinoidea) en el arrecife de La Entrega, Oaxaca. CICIMAR *Océánides*, 20(1,2):65-72.

### INTRODUCCIÓN

Las poblaciones de erizos juegan un doble papel en el ecosistema arrecifal. Por un lado, lo benefician gracias a la remoción de algas sobre el sustrato, dejando espacio dispo-

nible para el reclutamiento coralino y evitando el aumento de la biomasa algal que afecta el coral (Glynn *et al.*, 1978; Lirman, 2001; River & Edmunds, 2001; Jompa & McCook, 2002). Por otro lado, lo afectan, ya que, altas densidades de erizos provocan bioerosión considerable

Fecha de recepción: 1 de agosto, 2005

Fecha de aceptación: 28 de septiembre, 2005

del arrecife (Russo, 1980; Glynn, 1988; Bak, 1994; Eakin, 1996; Reaka-Kudla *et al.*, 1996).

En el arrecife de La Entrega, se ha mencionado la presencia de algunas especies de erizos (Mitchell-Arana & Gómez, 1990; Benítez-Villalobos, 2001), pero sólo para *Diadema mexicanum* (Agassiz, 1863) se han realizado estudios sobre dinámica poblacional y bioerosión (Herrera-Escalante, 2002). El objetivo del presente trabajo fue describir el comportamiento de la densidad poblacional de cuatro especies de erizos en el arrecife de La Entrega a lo largo de un ciclo anual a dos diferentes profundidades.

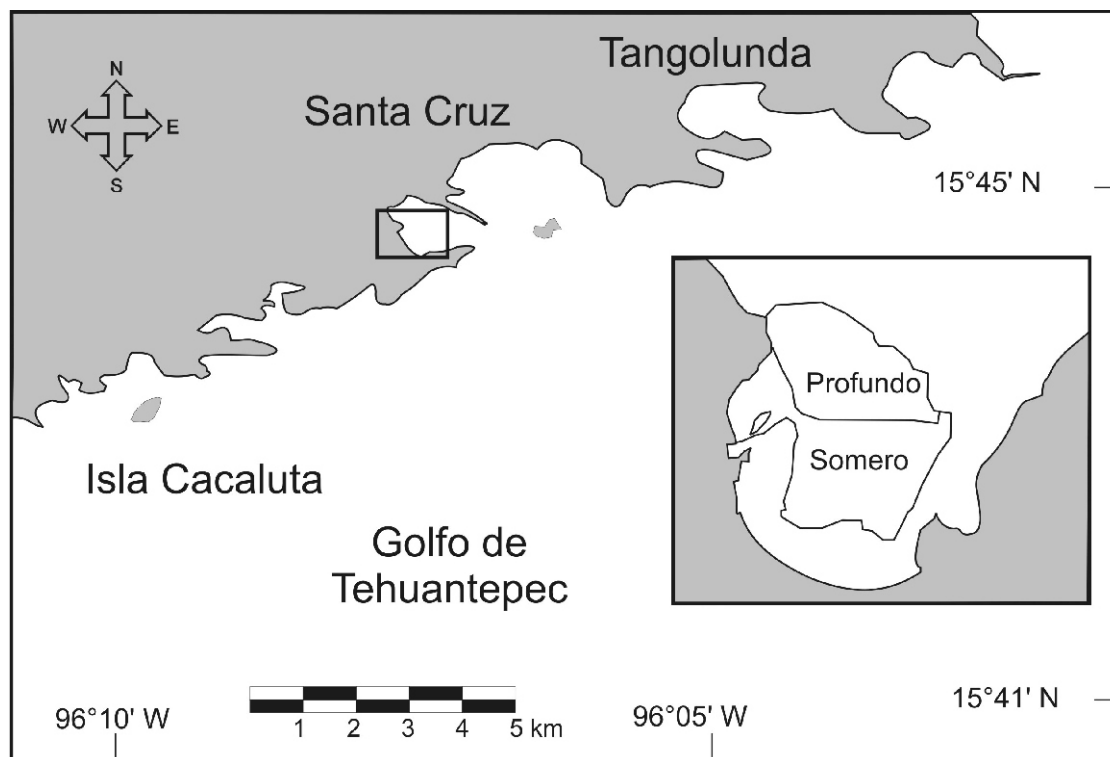
### MATERIAL Y MÉTODOS

El arrecife de La Entrega cubre una superficie de 60,000 m<sup>2</sup> (Leyte-Morales, 2001) y se ubica dentro de la bahía de Santa Cruz en

la costa oaxaqueña del Pacífico mexicano en el golfo de Tehuantepec (Fig.1).

El tipo de clima de la zona es cálido subhúmedo con lluvias en verano, el promedio anual de precipitación es de 817.7 mm y la temperatura atmosférica promedio es de 27 °C (García, 1973). La temperatura media superficial del agua de mar fluctúa entre los 26 °C y 28 °C, con una oscilación térmica de 3 °C a 4 °C y salinidad de 35 ups (Secretaría de Marina, 1978).

La distribución y comportamiento de los parámetros físico-químicos del Golfo de Tehuantepec dependen de características regionales como la Corriente de Costa Rica que trae agua cálida (Wyrki, 1965; Fiedler, 1992) y los llamados "vientos tehuanos", que son más intensos durante invierno y causan eventos de surgencias que traen consigo agua fría subsu-



**Figura 1.** Ubicación de la bahía de La Entrega.

**Figure 1.** Location of La Entrega bay.

perficial rica en nutrientes Lavín *et al.*, 1991; Lluich-Cota *et al.*, 1997).

La Entrega se caracteriza por presentar una profundidad promedio de 8.4 m, aunque el grueso del arrecife lo encontramos entre los cuatro m y ocho m de profundidad (Leyte-Morales, 2001); el arrecife se encuentra dominado por el coral *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758), aunque también existen otras especies como *P. verrucosa* (Ellis & Solander, 1786); *P. capitata* Verrill, 1864; *Porites panamensis* Verrill, 1866 y *Pavona gigantea* (Verrill, 1869), todas estas en bajas proporciones (Leyte-Morales, 2001).

El arrecife se dividió en dos profundidades a las que se nombró como somero (0-6 m) y profundo (6-12 m) (Fig. 1). Ambas presentan diferencias en cobertura coralina; en la primera prácticamente se encuentra coral muerto cubierto por algas, mientras que en la segunda la cobertura de coral vivo es mayor (López Pérez & Hernández-Ballesteros, 2004).

Los muestreos se realizaron bimensualmente entre octubre de 2002 y agosto de 2003. Se contó la abundancia de erizos cada metro cuadrado a lo largo de transectos de banda de 50 m de largo por 1 m de ancho. Durante cada visita a la zona de estudio se realizaron doce transectos (seis en la zona somera y seis en la parte profunda) colocados de manera aleatoria, cubriendo un área de 600 m<sup>2</sup>.

La identificación de los organismos se hizo en campo a partir de la observación directa y considerando caracteres distintivos de cada especie, principalmente la forma y disposición de las espinas y la coloración, se fotografiaron y posteriormente se corroboró en el laboratorio.

Se estimó el número de erizos en unidades de densidad absoluta (ind/m<sup>2</sup>), para cada especie (Krebs, 1999). Para comparar las densidades entre meses y entre profundidades se utilizó estadística no paramétrica, ya que los datos no cumplieron con los supuestos de normalidad ( $p < 0.01$ , Kolmogorov-Smirnov) y homocedasticidad ( $p < 0.000$ , Levene) aún después de la transformación lo-

garítmica. Para contrastar la densidad de cada especie en cada uno de los bimestres, se aplicó el análisis de varianza de Kruskal-Wallis (H), para cada nivel de profundidad. También se analizó la densidad total mensual en todo el arrecife (somero + profundo). Cuando se presentaron diferencias significativas, se recurrió a la prueba de comparación múltiple de Nemenyi para detectar entre qué meses se dio la diferencia (Zar, 1999). Por último, se comparó la densidad total de erizos entre las dos profundidades de estudio, utilizando la prueba U de Mann-Whitney (Zar, 1999).

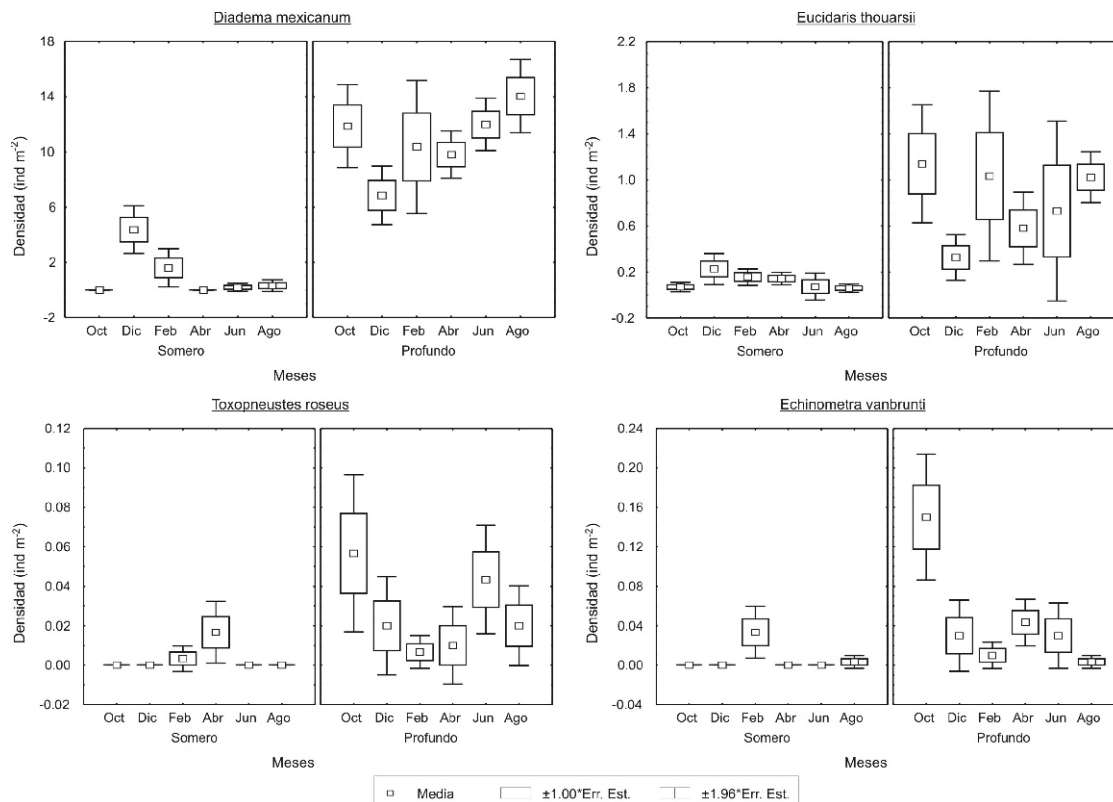
Por otro lado, se trató de corroborar si el movimiento entre profundidades de estudio para *D. mexicanum* y para *E. thouarsii* se presenta de manera sincronizada (aumento en lo somero-disminución en lo profundo y viceversa), para lo cual se realizó un análisis de correlación simple, tomando como variables a la densidad bimestral promedio de cada especie en lo profundo y en lo somero. Sólo se consideró a estas dos especies porque fueron en las que se observó tal tendencia, además de presentar las más altas densidades durante el estudio.

Todos los análisis se hicieron con un nivel de significación de  $\alpha = 0.05$ .

## RESULTADOS

Las cuatro especies de erizos registradas en el estudio fueron: *Diadema mexicanum* (Agassiz, 1863), *Eucidaris thouarsii* (Valenciennes, 1846), *Toxopneustes roseus* (Agassiz, 1863) y *Echinometra vanbrunti* (Agassiz, 1863).

La especie más abundante fue *D. mexicanum*, la cual alcanzó su mayor densidad en la parte profunda durante el mes de agosto de 2003 ( $14.04 \pm 1.35$  ind/m<sup>2</sup>; media  $\pm$  error estándar), seguida de *E. thouarsii* ( $1.14 \pm 0.26$  ind/m<sup>2</sup>) en la misma profundidad pero durante el mes de octubre de 2002. Las otras dos especies presentaron densidades bajas a lo largo del estudio, *E. vanbrunti* y *T. roseus* alcanzaron su máximo en la parte profunda en octubre ( $0.15 \pm 0.03$  ind/m<sup>2</sup> y  $0.06 \pm 0.02$  ind/m<sup>2</sup>), respectivamente (Fig. 2).



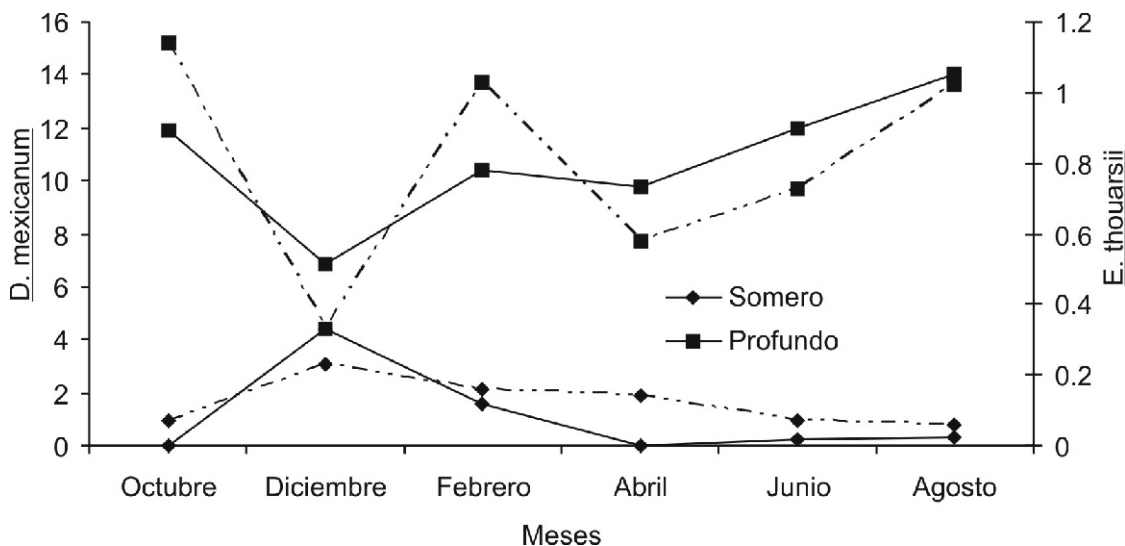
**Figura 2.** Densidad (ind/m<sup>2</sup>) de cuatro especies de erizo a dos profundidades (somero y profundo) en el arrecife de La Entrega, para el periodo octubre 2002-agosto 2003. a) *Diadema mexicanum*, b) *Eucidaris thouarsii*, c) *Toxopneustes roseus*, d) *Echinometra vanbrunti*.

**Figure 2.** Density (ind/m<sup>2</sup>) of four species of sea urchin at two depths (shallow and deep) in La Entrega reef, during the period October 2002-August 2003. a) *Diadema mexicanum*, b) *Eucidaris thouarsii*, c) *Toxopneustes roseus*, d) *Echinometra vanbrunti*.

De manera consistente a lo largo del año, las mayores densidades de las cuatro especies de erizos se presentaron en la parte profunda y las menores en la somera (Fig. 2). Así, al comparar la densidad de erizos entre las zonas somera y profunda se presentaron diferencias estadísticamente significativas en las cuatro especies de erizo: para *D. mexicanum* ( $U_{36,36}=23$ ;  $p = 0.0000$ ); *E. thouarsii* ( $U_{36,36}=153$ ;  $p=0.0000$ ); *T. roseus* ( $U_{36,36}=368$ ;  $p=0.0014$ ) y *E. vanbrunti* ( $U_{36,36}=347$ ;  $p=0.0006$ ). Pero al analizar la abundancia total en el arrecife (somero + profundo) no se detectaron cambios, ya que la densidad media poblacional de las cuatro especies de erizos fue relativamente constante a lo largo del ciclo

de muestreo: *D. mexicanum* ( $H_{5,72}=1.3163$ ;  $p=0.9332$ ); *E. thouarsii* ( $H_{5,72}=4.5578$ ;  $p=0.4722$ ); *T. roseus* ( $H_{5,72}=2.8815$ ;  $p=0.7182$ ) y *E. vanbrunti* ( $H_{5,72}=7.2252$ ;  $p=0.2045$ ).

Al realizar el análisis de Kruskal-Wallis para comparar la distribución temporal de la densidad en cada una de las profundidades, se determinó que para tres especies se detectaron diferencias entre meses en la parte somera: *D. mexicanum* ( $H_{5,36}=22.3513$ ;  $p=0.0005$ ); *T. roseus* ( $H_{5,36}=12.3630$ ;  $p=0.0302$ ); y *E. vanbrunti* ( $H_{5,36} = 17.9610$ ;  $p = 0.0030$ ); siendo diciembre, abril y febrero respectivamente los meses cuando ocurren. Para el caso de la parte profunda, únicamente se presentaron diferencias entre meses para dos es-



**Figura 3.** Densidad de *Diadema mexicanum* (línea continua) y *Eucidaris thouarsii* (línea punteada) en dos profundidades a lo largo del ciclo de muestreo en el arrecife de La Entrega.

**Figure 3.** Density of *Diadema mexicanum* (solid line) and *Eucidaris thouarsii* (dashed line) at two depths along the cycling of sampling in La Entrega reef.

pecies: *D. mexicanum* ( $H_{5,36} = 12.5219$ ;  $p = 0.0283$  diciembre con agosto) y *E. Vanbrunti* ( $H_{5,36} = 18.6980$ ;  $p = 0.0022$  octubre con el resto).

De acuerdo al análisis de correlación simple, en el comportamiento de la densidad de los erizos *D. mexicanum* y *E. thouarsii* durante los muestreos, solamente se observó una tendencia a cambiar sincronizadamente entre profundidades (al aumentar la densidad en lo somero disminuye en lo profundo y viceversa) (Fig. 3), pero no resulta significativa ( $R = 0.802$ ;  $p = 0.055$  para *D. mexicanum* y  $R = 0.693$ ;  $p = 0.127$  para *E. thouarsii*). Durante el mes de diciembre dicha tendencia se observa con más claridad (Fig. 3).

### DISCUSIÓN

*D. mexicanum* fue la especie que presentó la mayor densidad a lo largo del estudio, presentando densidades promedio en todo el arrecife de  $5.96 \pm 0.85$  ind/m<sup>2</sup> (media  $\pm$  error estándar); valores parecidos a los encontrados por Herrera-Escalante (2002) quien registró una densidad promedio de  $6.80 \pm 2.09$

ind/m<sup>2</sup> para el mismo sitio. Esto implica que la densidad de la población se ha mantenido relativamente constante. La densidad de *D. mexicanum* encontrada en el arrecife de La Entrega durante este estudio resultó ser mayor a lo encontrado por Espino-Barr *et al.* (1996), quienes registraron una densidad promedio de 1.7 ind/m<sup>2</sup> sobre el litoral rocoso de las costas de Colima; Guzmán (1988) en Isla del Caño, Costa Rica, encontró una densidad promedio de 1.15 ind/m<sup>2</sup> y Eakin (1996) encontró 1.89 ind/m<sup>2</sup> en Isla Uva, Panamá. Sin embargo, fueron menores a los encontrados en Isla de Cocos (11.4 ind/m<sup>2</sup>) por Guzmán & Cortés (1992) y por mucho a los observados en Panamá por Glynn (1988), cuyas densidades fueron de 50 ind/m<sup>2</sup> a 156 ind/m<sup>2</sup>.

Las altas densidades encontradas por Glynn (1988) y Guzmán & Cortés (1992) fueron explicadas como un resultado de los disturbios causados por la mortalidad coralina que provocó El Niño de 1982-83 en la zona, y en esos sitios se observó a los erizos alimentándose de algas que crecían sobre pedacera de coral. En La Entrega, Glynn & Leyte-Morales (1997) mencionaron algo similar, ya que

también detectaron agregaciones de hasta 100 ind/m<sup>2</sup> alimentándose de algas sobre coral muerto. Un fenómeno parecido fue mencionado para los arrecifes de Puerto Ángel en 1994, donde grandes áreas de coral muerto estaban invadidas por erizos, sin embargo en ese trabajo los autores no cuantificaron la abundancia (Reyes-Bonilla & Leyte-Morales 1998).

Desafortunadamente, no se cuenta con información sobre la densidad de *E. thouarsii* en otros sitios del Pacífico mexicano, pero en el presente estudio se notó una preferencia de la especie por la zona comprendida entre los cuatro metros y ocho metros. En Isla Champion, Galápagos, *E. thouarsii* presentó su mayor abundancia entre los cuatro m y seis m de profundidad, pero con densidades de 61 ind m<sup>-2</sup> (Reaka-Kudla *et al.*, 1996), mucho mayores a las encontradas en este estudio.

Durante el transcurso del presente trabajo, entre octubre de 2002 y febrero de 2003, se observó una mortalidad coralina en la parte somera del arrecife, la cual se redujo a menos del 5% (Hernández-Ballesteros & Leyte-Morales, 2003). Este evento provocó cambios en las poblaciones de erizos; por ejemplo *D. mexicanum* aumentó su densidad en la zona somera durante el mes de diciembre, y la redujo en la zona profunda sin cambiar su media poblacional el arrecife. Esto implica que parte de la población de erizos se desplazó a la zona afectada, posiblemente como respuesta a que se abrió una nueva zona de alimentación debido a las algas creciendo sobre coral recién muerto (Zamorano & Leyte-Morales, 2003). Este cambio originó las diferencias estadísticas que se presentaron entre este mes y el resto del año, mientras que en la parte profunda sucedió lo inverso y también se presentaron diferencias, siendo diciembre el protagonista de ellas.

El mismo fenómeno de desplazamiento de la población fue observado en el erizo *E. thouarsii*, pero en este caso el descenso de la densidad en la parte profunda fue más pronunciado mientras que el aumento en la parte somera no lo fue tanto. A las dos especies de erizos más importantes de La Entrega se les

encontró alimentándose activamente sobre las colonias muertas de los corales *Pocillopora* (Lamarck, 1818) lo que puede estar provocando bioerosión de la matriz calcárea (Russo, 1980; Bak, 1994).

En general, *T. roseus* no es una especie muy abundante (Hickman, 1998) y en el arrecife de La Entrega no es la excepción, además de que la especie prefiere sustratos rocosos y el sustrato de La Entrega es principalmente coralino, lo que puede causar que la densidad del erizo sea aún menor (Leyte-Morales, 2001; Leyte-Morales *et al.*, 2001). Al erizo rosa se le ha observado en mayor abundancia en otras bahías de Huatulco y de Puerto Ángel (*obs. pers.*), dichas playas cuentan con una mayor heterogeneidad de sustrato y un buen porcentaje del fondo es arenoso o rocoso y sólo se observan pequeños parches de coral.

La mayor densidad encontrada para el erizo negro *E. vanbrunti* sucedió en la zona profunda durante el mes de octubre de 2002 (0.15 ± 0.03 ind/m<sup>2</sup>), es interesante notar que después de dicho muestreo su densidad total no se recuperó y en los meses posteriores no rebasó los 0.02 ± 0.01 ind/m<sup>2</sup>. Con los resultados de este trabajo no se puede explicar dicho fenómeno, por lo que se requieren estudios más detallados sobre la biología y ecología de la especie.

Haciendo un balance general de las cuatro especies de erizos estudiadas, se encontró que la densidad total de erizos en el arrecife de La Entrega para el periodo octubre de 2002 - agosto de 2003, fue de 12.92 ind/m<sup>2</sup>. De esta cifra el 92.18% corresponde a *D. mexicanum*; 7.2% a *E. thouarsii* y el 0.6% restante lo comparten *T. roseus* y *E. vanbrunti*, por lo que estos dos últimos erizos no se pueden considerar como determinantes en la dinámica del arrecife de La Entrega.

## 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". Asimismo, se agradece al personal de la Universidad del

Mar que contribuyó en el trabajo de campo, al Dr. Michel E. Hendrickx del ICMYL de la UNAM que ayudó a la revisión del inglés, al M.C. Germán Ramírez-Reséndiz que ayudó con la versión final de las figuras y a dos revisores anónimos que ayudaron con sus comentarios para enriquecer el trabajo.

### REFERENCIAS

- Bak, R.P. 1994. Sea urchin bioerosion on coral reefs: place in the carbonate budget and relevant variables. *Coral Reefs*, 13:99-103.
- 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.
- Eakin, C.M. 1996. Where have all the carbonate gone? A model comparison of calcium carbonate budgets before and after the 1982-1983 El Niño at Uva Island in the Eastern Pacific. *Coral Reefs*, 15:109-119.
- Espino-Barr, E., R. Cibrián-Rodríguez & A. García-Boa. 1996. Estructura de la población del erizo tinta *Diadema mexicanum* en el litoral rocoso del estado de Colima. *Cienc. Pesq.*, 12:60-67.
- 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 p.
- García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Inst. Geografía de la UNAM. 264 p.
- Glynn, P.W. 1988. El Niño, coral mortality and reef framework destruction by echinoid bioerosión in the Eastern Pacific. *Galaxea*, 7:129-160.
- Glynn, P.W. & G.E. Leyte-Morales. 1997. Coral reefs of Huatulco, West México: reef development in upwelling Gulf of Tehuantepec. *Rev. Biol. Trop.*, 45(3) 1033-1047.
- Glynn, P.W., G.M. Wellington & C. Birkeland. 1978. Coral reef growth in the Galápagos: Limitation by sea urchin. *Science*, 203: 47-49.
- 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.
- Guzmán, H.M. & J. Cortés. 1992. Cocos Island (Pacific of Costa Rica) coral reefs after the 1982-83 El Niño disturbance. *Rev. Biol. Trop.*, 40(3):309-324.
- 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 Cong. Mex. Arrecifes Coralinos*, Puerto Angel: 14.
- Herrera-Escalante, T. 2002. *Bioerosión provocada por el erizo Diadema mexicanum A. Agassiz 1863 en Bahías de Huatulco, Oaxaca, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar. 65 p.
- Hickman, C.P. 1998. *A field guide to sea stars and others echinoderms of Galapagos*. Sugar Spring Press. 83 p.
- Jompa, J. & L.J. McCook. 2002. Effects of competition and herbivory on interactions between a hard coral and a brown alga. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 271(1): 25-39.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological Methodology*. Addison Wesley Longman, Inc. USA. 620 p.
- Leyte-Morales, G.E. 2001. *Estructura de la comunidad de corales y características geomorfológicas de los arrecifes coralinos de Bahías de Huatulco, Oaxaca, Mé-*

- xico. Tesis de Maestría. Universidad del Mar. 94 p.
- 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.
- Lavín, M.F., J.M. Robles, M.L. Argote, E.D. Barton, R. Smith, J. Brown, M. Kosro, A. Trasviña, H.S. Vélez & J. García. 1991. Física del Golfo de Tehuantepec. *Ciencia y Desarrollo*, 18(103): 97-108.
- Lirman, D. 2001. Competition between macroalgae and corals: effects of herbivore exclusion and increased algal biomass on coral survivorship and growth. *Coral Reefs.*, 19(4): 392-399.
- Lluch, S.C., 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. *Cienc. Mar.*, 23(3): 329-340.
- López Pérez R. A. & L. M. Hernández Ballesteros. 2004. Coral community structure and dynamics in the Huatulco Area, Western México. *Bull. Mar. Sci.*, 75(3):453-472.
- Mitchell-Arana, L. M. & P. Gomez. 1990. Perfil del coral y especies asociadas en La Entrega, Bahías de Huatulco. *Res. VIII Cong. Nal. Oceanografía*. Mazatlán: 103.
- Reaka-Kudla, M.L., J.S. Feingold & W. Glynn. 1996. Experimental studies of rapid bioerosion of coral reefs in the Galapagos Islands. *Coral Reefs.*, 15:101-107.
- 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.
- River, G.F. & P.J. Edmunds. 2001. Mechanisms of interaction between macroalgae and sclerectinians on a coral reef in Jamaica. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 261(2): 159-172.
- Russo, A.R. 1980. Bioerosion by two rock boring echinoids (*Echinometra mathai* and *Echinostrephus aciculatus*) on Enewe-tack Atoll, Marshall Islands. *J. Mar. Res.*, 38(1): 99-110.
- 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 p
- Wyrtki, K. 1965. Surface currents of the eastern tropical Pacific Ocean. *Bull. Int. Trop. Tuna Comm.*, 9:271-304.
- 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 de Licenciatura. Universidad del Mar, Puerto Ángel, México. 67 p.
- Zamorano, P. & G.E. Leyte-Morales. 2003. Distribución espacial y temporal del erizo negro *Diadema mexicanum* (Agassiz, 1863) en el arrecife de La Entrega, Huatulco, Oaxaca, México. *Mem. II Cong. Mex. Arrecifes Coralinos*. Puerto Ángel: 36.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4<sup>th</sup> ed. Prentice Hall, New Jersey. 663 p.