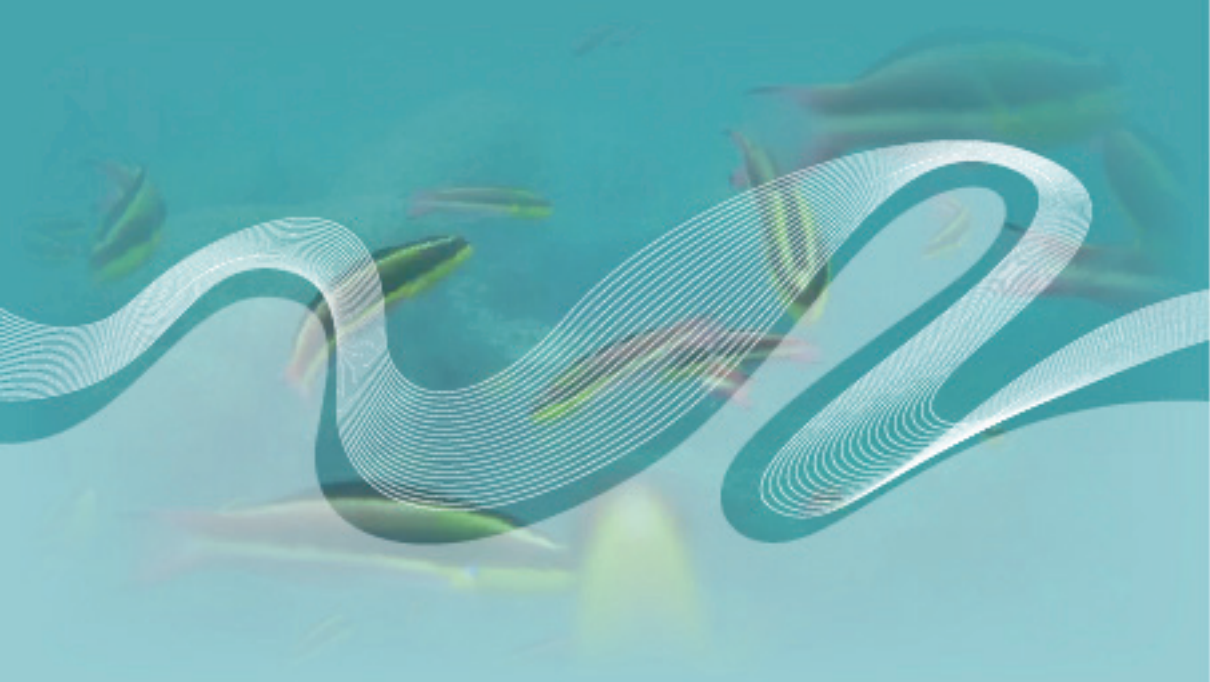


# Estudios **acuícolas y marinos** en el Pacífico mexicano

Ramón Sosa Ávalos  
Manuel Gerardo Verduzco Zapata  
Editores



UNIVERSIDAD DE COLIMA

Estudios  
acuícolas y marinos  
en el Pacífico mexicano

Ramón Sosa Ávalos  
Manuel Gerardo Verduzco Zapata  
Editores



UNIVERSIDAD DE COLIMA

© UNIVERSIDAD DE COLIMA, 2015  
Avenida Universidad 333  
C.P. 28040, Colima, Colima, México  
Dirección General de Publicaciones  
Teléfonos: (312) 316 10 81 y 316 10 00, extensión 35004  
Correo electrónico: publicaciones@ucol.mx  
www.ucol.mx

ISBN: 978-607-8356-38-6

Derechos reservados conforme a la ley  
Impreso en México / *Printed in Mexico*

Proceso editorial certificado con normas ISO desde 2005  
Dictaminación y edición registradas en el Sistema Editorial Electrónico PRED  
Registro: LI-011-13  
Recibido: Agosto de 2013  
Publicado: Marzo de 2015

# Índice

## CAPÍTULO I

- Presencia de hepatitis A y norovirus como indicadores de riesgo de salud pública en aguas marinas de uso recreativo: caso playa La Boquita de Miramar en Manzanillo, Colima ..... 9  
*L. Galeana-Miramontes, L. Silva-Íñiguez, J. León-Félix y C.G. Gutiérrez-Corona*

## CAPÍTULO II

- Búsqueda de actividad antimicrobiana en extractos de esponja marina *Aplysina gerardogreeni* ..... 27  
*J.L. García-Corona, B. García-Castañeda y R.B. González-Chan*

## CAPÍTULO III

- Efecto de probióticos comerciales sobre las concentraciones de nitrógeno y fósforo soluble y particulado en cultivos larvarios de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) ..... 47  
*V. Navarrete Maldonado, I. Osuna López, G. Valencia Castañeda y D. Voltolina*

## CAPÍTULO IV

- Biomasa y estructura del zooplancton en el Pacífico Central Mexicano durante invierno y verano de 2010 ..... 63  
*G. Pelayo-Martínez, A. Olivos-Ortiz y C. Franco-Gordo*

## CAPÍTULO V

- Composición del fitoplancton y quistes de dinoflagelados en sedimentos superficiales de la Laguna Juluapan, Colima, durante el año 2011 ..... 83  
*M.L. Reséndiz Flores, S.I. Quijano-Scheggia, A. Olivos Ortiz, M.C. Álvarez, J.H. Gaviño Rodríguez, E. Torres-Orozco y M.A. Galicia-Pérez*

## CAPÍTULO VI

- Efecto de la sustitución de la harina de pescado con harina de soya sobre el crecimiento, utilización de alimento, composición corporal y química sanguínea en juveniles de pargo flamenco *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) ..... 105  
*Y. Silva-Carrillo, C. Hernández, S.G. Castillo-Vargasmachuca y B. González-Rodríguez*

## CAPÍTULO VII

- Cultivo experimental de callo de hacha (*Atrina maura*) en el estero La Pitahaya, en Guasave, Sinaloa ..... 125  
*A.M. Góngora, B.P. Villanueva, M. García y A.L. Domínguez*

## CAPÍTULO VIII

- Crecimiento y supervivencia del ostión japonés *Crassostrea gigas* cultivado en la isla Los Redos, Navolato, Sinaloa ..... 141  
*B.P. Villanueva, A.M. Góngora, M. García y A.L. Domínguez*

## CAPÍTULO IX

- Contribuciones de la arqueología y la historia ambiental a la gestión costera ..... 155  
*C. Figueroa Beltrán*

## CAPÍTULO X

- Parámetros poblacionales y estimación de tallas de *Chiton articulatus* (Sowerby, 1832) en Acapulco, Guerrero, México ..... 175  
*E. Bernabé Moreno, S. García Ibáñez, J.T. Nieto Navarro, R. Flores-Garza, P. Flores Rodríguez, J. Violante González y F.G. Olea de la Cruz*

## CAPÍTULO XI

- Condiciones hidrográficas en la zona costera del Pacífico Tropical Mexicano con relación a la distribución de mamíferos marinos durante el año 2011 ..... 191  
*T. Kono-Martínez, C.D. Ortega-Ortiz, E. Torres-Orozco y A. Olivos-Ortiz*

CAPÍTULO XII

- Análisis preliminar de la relación entre factores endógenos de *Chiton articulatus* y exógenos del litoral de Acapulco, Guerrero, México ..... 215  
*C. Ramírez, S. García Ibáñez, J. Violante, R. Flores-Garza, P. Flores Rodríguez, M.G. Torres y F.A. García*

CAPÍTULO XIII

- Seguimiento al estudio poblacional de *Crocodylus acutus* en el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán, Colima, México ..... 233  
*E.A. Reyes Herrera, J.H. Gaviño Rodríguez, S.I. Quijano-Scheggia, A. Olivos Ortiz, M. Patiño-Barragán, M.A. Galicia-Pérez, B. Lara Chávez, A.H. Escobedo y H.M. García*

CAPÍTULO XIV

- Indicadores ecológicos de *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) y *Chitonarticulatus* (Sowerby, 1832) con relación al sustrato y oleaje en Acapulco, Guerrero ..... 251  
*F.J. Valencia-Santana, S. García Ibáñez, P. Flores Rodríguez, R. Flores-Garza, A. Rojas, F. Olea y D. Arana*

CAPÍTULO XV

- Efecto de dos productos profilácticos en la sobrevivencia del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols and Murphy, 1922) en cautiverio ..... 269  
*N.G. Pelkastre Mendoza, S.G. Castillo Vargasmachuca, J.T. Ponce Palafox, Á. Ruiz Ibarra, M. Alcalá Carrillo y L. Martínez-Cárdenas*

CAPÍTULO XVI

- Descripción y análisis de la transmisión de la energía del oleaje irregular debido a su interacción con obstáculos rectangulares sumergidos ..... 275  
*M.G. Verduzco-Zapata, F.J. Ocampo-Torres, P. Osuna y A.F. Parés*

CAPÍTULO XVII

- Las playas certificadas de recreación y los sistemas de gestión ambiental (SGA) en México ..... 293  
*O. Cervantes y H. Alafita*

## CAPÍTULO XIV

# Indicadores ecológicos de *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) y *Chiton articulatus* (Sowerby, 1832) con relación al sustrato y oleaje en Acapulco, Guerrero

F.J. Valencia-Santana, S. García Ibáñez,  
P. Flores Rodríguez, R. Flores-Garza,  
A. Rojas-Herrera y F. Olea

### Resumen

Se analizaron indicadores ecológicos de las especies *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) y *Chiton articulatus* (Sowerby, 1832), en cuatro sitios rocosos de Acapulco, Guerrero, México, durante octubre y diciembre de 2010, así como de febrero y abril de 2011. Los sitios presentaron características particulares en cuanto a la expresión topográfica y oleaje. Se determinó una densidad relativa del caracol *P. pansa* entre 1.23 y 4.65 organismos/m<sup>2</sup>, y de *C. articulatus* entre 4.54 y 14.95 organismos/m<sup>2</sup>. Ambas especies presentaron un patrón espacial agregado. Tanto la densidad relativa, longitud total, patrón espacial y grado de agregación, se encontraron en estrecha relación con la estructura y complejidad del sustrato así como de la intensidad del oleaje.

## Introducción

De acuerdo a Arriaga *et al.* (2009), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), reconoce que el estado de Guerrero ocupa el cuarto lugar a nivel nacional en diversidad biológica. Lo anterior es importante dado que para un desarrollo armónico de la sociedad con la diversidad biológica y el ambiente, es necesario contar con suficientes conocimientos de los recursos naturales.

Los moluscos conforman un grupo de organismos muy importantes en todos los ecosistemas, entre ellos los marinos. En la zona intermareal rocosa es posible encontrar distintas especies de moluscos, los cuales presentan gran variación en cuanto a formas, tamaños y coloraciones. En la actualidad, la importancia de los moluscos sobrepasa el valor estético que ciertas culturas manifestaron en sus expresiones artísticas. Además de su función bioecológica, muchas especies son utilizadas mundialmente como una fuente de alimento, así como indicadoras del impacto o estrés funcional de los ecosistemas.

Gran cantidad de información generada sobre moluscos de los litorales mexicanos, corresponde a aspectos como la riqueza, diversidad y abundancia de especies, entre otros; sin embargo, es necesario profundizar en las relaciones funcionales de la comunidad malacológica, las cuales además de los distintos arreglos y máxima entropía, también se manifiestan en indicadores ecológicos como la densidad relativa, longitudes y dispersión espacial, en interacción con el ambiente. En algunos estudios se manifiestan relaciones interespecíficas sólo a partir de observaciones *in situ*, sin utilizar métodos específicos.

En la costa rocosa del estado de Guerrero, existen dos especies de muy particular importancia: el gasterópodo carnívoro-carroñero *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) conocido comúnmente como: caracol púrpura o caracol de tinte morado, así como el poliplacóforo herbívoro *Chiton articulatus* (Sowerby, 1832), también conocido como: quitón o cucaracha de mar. El caracol *P. pansa* secreta un fluido blanquecino que mediante procesos de fotooxidación, adquiere una tonalidad púrpura, característica utilizada por grupos



étnicos para la tinción de tejidos. La especie *C. articulatus* es apreciada por ser un recurso alimenticio. Ambas especies se distribuyen en el Pacífico mexicano y cohabitan en los sistemas intermareales rocosos, razones por las que son objeto de este estudio. La presente investigación fue financiada por los Fondos Mixtos CONACYT-Gobierno del Estado de Guerrero, cuyo objetivo es analizar la relación interespecífica entre el carnívoro *P. pansa* y el herbívoro *C. articulatus*, observando en principio la similitud de patrones de respuesta en cuanto a la densidad relativa, tallas y dispersión espacial en función del sustrato y oleaje.

En los últimos 25 años, diversos estudios realizados a lo largo de la costa del litoral del Pacífico mexicano han reportado las densidades del caracol *P. pansa*. De esta manera en Oaxaca, Hernández y Acevedo (1987) reportaron 0.74 organismos/m<sup>2</sup>; en Michoacán, Acevedo *et al.* (1987), Álvarez (1989) y Avilés *et al.* (1990) también determinaron 0.95, 0.88 y 1.32 organismos/m<sup>2</sup>, respectivamente; en Colima, Holguín (1993) reportó una escala de 0.180 a 0.496 organismos/m<sup>2</sup>; en Jalisco, los trabajos de León (1989), Reyes (1993), Michel-Morfín *et al.* (2000) y Michel-Morfín (2009) determinaron densidades de 0.2 a 2.7, 0.62 a 2.96 así como 1.7 y 1.32 organismos/m<sup>2</sup>, respectivamente; en Nayarit, Acevedo *et al.* (1990) calcularon 2.27 organismos/m<sup>2</sup>; en Sinaloa, Acevedo y Escalante (1993) y Enciso *et al.* (1998) establecieron 3.35 y 1.15 organismos/m<sup>2</sup>, respectivamente.

En muestreos realizados en Baja California Sur, Jalisco, Oaxaca e Islas Socorro del Archipiélago de Revillagigedo, Michel-Morfín *et al.* (2002) calcularon un promedio de 0.86 organismos/m<sup>2</sup>; en dos sitios de Baja California Sur, Ramírez-Rodríguez y Naegel (2003) determinaron densidades entre 2.56 y 3.36 organismos/m<sup>2</sup>. En trabajos realizados en diferentes puntos de la costa del Estado de Guerrero, García-Ibáñez *et al.* (2004) determinaron en nueve sitios rocosos densidades relativas de *P. pansa* en una escala de 1.63 a 9.0 organismos/m<sup>2</sup>, con promedio de 4.7 organismos/m<sup>2</sup>; Valdés-González *et al.* (2004) calcularon densidades para un sitio expuesto y uno protegido de la Isla La Roqueta entre 9.3 y 12.85 así como 6.6 a 9.55 organismos/m<sup>2</sup>, respectivamente; Flores-Garza *et al.* (2007) establecieron en Playa Ventura una densidad de 5.19 organismos/m<sup>2</sup>

y García-Ibáñez *et al.* (2007) calcularon para nueve sitios rocosos en seis fechas de muestreo densidades promedio del caracol entre 0.89 a 10.26 organismos/m<sup>2</sup>. En lo que corresponde a las tallas o longitudes promedio de *P. pansa* en el estado de Guerrero, estudios como los de García-Ibáñez *et al.* (2004), Flores-Garza *et al.* (2007) y Montañón *et al.* (2007), determinaron tallas de 21.7, 20.10 y 28.44 mm, respectivamente.

Sobre la especie *C. articulatus*, el número de trabajos es significativamente menor, dentro de los cuales se encuentra el realizado en las Islas Revillagigedo por Holguín y Michel-Morfín (2002), quienes en cinco sitios de estudio determinaron densidades entre 3.72 y 8.48 organismos/m<sup>2</sup>, con un promedio general de 5.3 organismos/m<sup>2</sup>, así como longitudes que fluctuaron de 29 a 108 mm, con un promedio de 69.6 mm. Flores-Campaña *et al.* (2007) reportan que en las costas de Sinaloa el molusco presentó longitudes entre 11.2 y 86.8 mm, con promedios de 44.1 mm, sin reportar densidades. Estudios en el estado de Guerrero están los de Rojas (1988), que reporta en Acapulco una longitud promedio de hembras y machos de 37.98 mm; García (1994) registró para dos sitios en la Isla La Roqueta, Acapulco, densidades relativas mensuales que fluctuaron entre 0.13 y 7.37 organismos/m<sup>2</sup>; otro estudio en la citada isla es de Valdés-González *et al.* (2004), quienes determinaron en un sitio de oleaje intenso una densidad mensual que varió entre 0.5 a 1.85 organismos/m<sup>2</sup>; Flores-Garza *et al.* (2011) determinaron en la playa Majahua de la Bahía de Puerto Marqués, Acapulco, una densidad de 0.95 organismos/m<sup>2</sup> con longitud promedio de 25.19 mm; en Playa Ventura, municipio de Copala, Galeana-Rebolledo *et al.* (2007) reportaron una densidad de 5.25 organismos/m<sup>2</sup> con longitudes que estuvieron entre 1.36 y 4.89 cm, y promedio de 2.98 cm; igualmente en Playa Ventura, Flores-Garza *et al.* (2007) determinaron una densidad promedio de 1.71 organismos/m<sup>2</sup>; Flores-Rodríguez *et al.* (2007) establecieron una densidad de 3.59 organismos/m<sup>2</sup> en el sitio de Troncones, municipio de La Unión de Isidoro Montes de Oca.

Autores como Lewis (1964), Spight (1976), Ives y Flopfer (1997), Beck (2000), Chapman (2000) y Esqueda (2000), destacan la importancia de que características estrechamente relacionadas con el hábitat, tales como la complejidad topográfica así como la exposi-

ción al oleaje, pueden favorecer las abundancias de especies intermareales y su distribución.

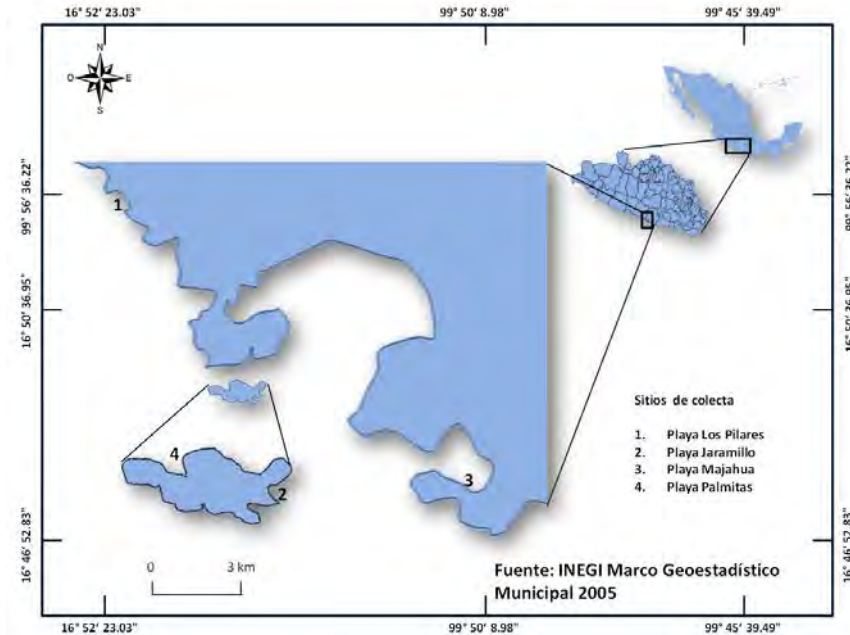
León (1989) y García-Ibáñez *et al.*, (2007), abordaron el patrón espacial de *P. pansa* y contrastan en sus resultados, ya que la primera investigación menciona un patrón aleatorio de la población y sólo en ciertas fechas un patrón agregado; la segunda investigación manifestó que la especie presentó un patrón agregado, al cual relacionaron con factores como el sustrato y el oleaje. Sobre la dispersión de *C. articulatus*, no hay estudios previos.

Autores como Hernández y Acevedo (1987), Álvarez (1989), Holguín y Michel-Morfin (2002) así como Flores-Garza *et al.* (2007), argumentan a partir de observaciones *in situ*, que *P. pansa* se asocia y consume a la especie *C. articulatus*.

## Metodología

Acapulco de Juárez, Guerrero, se ubica entre los paralelos 16° 41' y 17° 13' de latitud Norte, así como entre los 99° 32' y 99° 58' de longitud Oeste, con una superficie de 1,882.60 km<sup>2</sup> (Anónimo, 2005). La investigación, se realizó en cuatro sitios rocosos (figura 1).

Figura 1  
Ubicación geográfica de los sitios de muestreo  
en cuatro playas rocosas de Acapulco, Guerrero, México



De acuerdo a la carta geológica Acapulco E14-11 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), con escala 1:250,000, los cuatro sitios rocosos están compuestos por rocas ígneas intrusivas tipo granito-granodiorita del jurásico-cretácico J-K (Gr-Gd), clasificadas como plutónicas. Los sitios presentan características muy particulares en cuanto a estructura y complejidad de los sustratos así como en la intensidad del oleaje; sin embargo, llegan a presentar similitud por pares en relación con alguna u otra de las características ambientales descritas. De esta manera, Los Pilares y Palmitas, son sitios que regularmente presentan alta y baja intensidad de oleaje, respectivamente, pero tienen en común que están compuestos de estructuras rocosas fijas, de superficies irregulares y textura áspera al tacto, además de una alta complejidad que se manifiesta en la presencia de numerosas grietas y oquedades; por otra

parte, Jaramillo y Majahua, también son sitios de alta y baja intensidad de oleajes, respectivamente, y cuya expresión topográfica se manifiesta como costas rocosas de acumulación y abrasión, con estructuras en forma de bloques con superficies regulares y carentes en su mayoría de aristas pronunciadas, gran variedad de tamaños y una menor frecuencia de grietas y oquedades (figura 2).

Figura 2

Panorámicas de los sitios de estudio: a) Los Pilares, b) Palmitas, c) Majahua y d) Jaramillo, Acapulco, Guerrero, México



Durante octubre y diciembre de 2010 y febrero y abril de 2011, en marea baja y fases de luna nueva se recolectaron muestras en la zona intermareal de los sitios de estudio. Para delimitar el área, en cada lugar se colocó un transecto paralelo a la línea de costa con anchura de un metro, asimismo se aplicó un diseño sistemático utilizando como unidad de muestreo un cuadrante de un metro de lado. Cada cuadrante fue sometido a una observación mi-

nuciosa, realizando el desprendimiento de los ejemplares de *P. pansa* y *C. articulatus*. Los individuos de cada especie fueron depositados en recipientes y etiquetados con respecto al cuadrante del cual procedían. Al concluir la primera unidad muestreada, se dejó un espacio de dos metros y se continuó con la rutina hasta sumar 20 m<sup>2</sup> por sitio.

Por fecha de muestreo y en cada sitio rocoso se registró el número total de ejemplares recolectados por especie así como su longitud total (Lt), utilizando para tal efecto un calibrador digital tipo vernier con precisión 0.01 mm. En el caso de *P. pansa*, Lt se registró desde la punta del ápice hasta la abertura del canal sifonal; en lo que respecta a *C. articulatus*, se consideró el punto más distante entre la valva anal y valva cefálica, considerando la anchura del cinturón de la especie. La determinación de especies se basó en la literatura especializada (Keen, 1971; Skoglund, 2001 y Skoglund, 2002).

Por especie, se calculó la densidad relativa (organismos/m<sup>2</sup>), así como la dispersión espacial con el índice estandarizado de Morisita (Ip). Se determinó el grado de agregación con el parámetro k de la distribución de probabilidad binomial negativa; se estableció la proporción de ejemplares de ambas especies y se calculó el promedio, desviación estándar (d.e.), valor mínimo (min) y valor máximo (max) de la longitud total (Lt) de cada especie.

## Resultados

La densidad relativa del caracol *P. pansa* presentó valores entre 1.23 y 4.65 organismos/m<sup>2</sup>, con un promedio para todo el estudio de 2.82 organismos/m<sup>2</sup>. En el caso del poliplacóforo *C. articulatus*, las densidades fluctuaron entre 4.54 y 14.95 organismos/m<sup>2</sup>, con un promedio general de 8.41 organismos/m<sup>2</sup>. En todos los sitios rocosos, la densidad de *C. articulatus* fue mayor a la de *P. pansa*. Por otra parte, las mayores densidades de *P. pansa* se presentaron en los sitios rocosos Los Pilares y Palmitas, mientras que en el caso de *C. articulatus*, las mayores densidades se ubicaron en Jaramillo y Los Pilares. Se pudo observar que la mayor diferencia entre las proporciones de las especies se localizó en los sitios Jaramillo y Majahua (véase tabla I).

Tabla I  
Densidad relativa y proporción de ejemplares de las especies  
*P. pansa* (Gould, 1853) y *C. articulatus* (Sowerby, 1832),  
en cuatro sitios de Acapulco, Guerrero

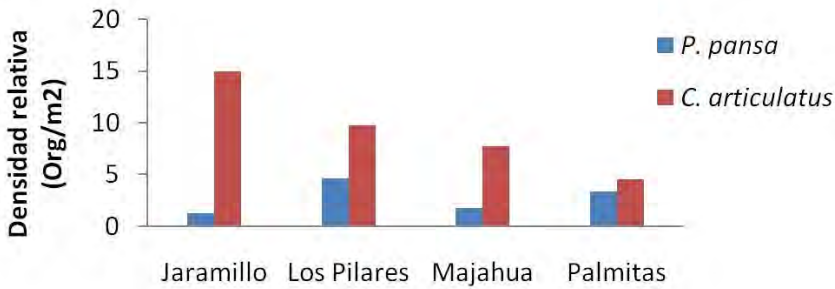
| Sitio       | Densidad relativa (organismos/m <sup>2</sup> ) |                       | Proporción                              |
|-------------|--|-----------------------|---|
|             | <i>P. pansa</i>                                | <i>C. articulatus</i> | <i>P. pansa</i> / <i>C. articulatus</i> |
| Los Pilares | 4.65   | 9.73                  | 1:2.09                                  |
| Jaramillo   | 1.23   | 14.95                 | 1:12.16                                 |
| Majahua     | 1.78   | 7.69                  | 1:4.32                                  |
| Palmitas    | 3.38   | 4.54                  | 1:1.34                                  |
| Total       | 2.82   | 8.41                  | 1:4.98                                  |

Las longitudes promedio de *P. pansa* variaron entre 19.84 y 25.86 mm, con un promedio de 21.64 mm; la mayor longitud promedio se determinó en los sitios Jaramillo y los Pilares. En lo que respecta a *C. articulatus*, las longitudes promedio fluctuaron entre 18.78 y 24.91 mm, con un promedio de 23.15 mm, ubicando los mayores valores en Majahua y Jaramillo (tabla II y figura 3).

Tabla II  
Longitud promedio (med), desviación estándar (d.e.),  
valor mínimo (min) y valor máximo (max), de las especies  
*P. pansa* (Gould, 1853) y *C. articulatus* (Sowerby, 1832),  
en cuatro sitios de Acapulco, Guerrero

| Sitio       | <i>P. pansa</i> |      |       |       | <i>C. articulatus</i> |       |      |       |
|-------------|-----------------|------|-------|-------|-----------------------|-------|------|-------|
|             | med             | d.e. | min   | max   | med                   | d.e.  | min  | max   |
| Los Pilares | 22.64           | 5.49 | 10.73 | 38.04 | 22.69                 | 12.64 | 2.47 | 57.25 |
| Jaramillo   | 25.86           | 4.02 | 14.55 | 35.17 | 24.44                 | 14.11 | 2.19 | 74.99 |
| Majahua     | 21.52           | 4.13 | 14.67 | 39.78 | 24.91                 | 12.82 | 1.92 | 72.02 |
| Palmitas    | 19.84           | 4.83 | 10.10 | 43.72 | 18.78                 | 11.81 | 1.66 | 58.21 |
| Total       | 21.64           | 5.18 | 10.10 | 43.72 | 23.15                 | 13.17 | 1.66 | 74.99 |

Figura 3  
 Densidad relativa (organismos/m<sup>2</sup>) de las especies  
*P. pansa* (Gould, 1853) y *C. articulatus* (Sowerby, 1832),  
 en cuatro sitios de Acapulco, Guerrero



En todos los casos, los valores del índice estandarizado de Morisita (Ip), obtenidos para ambas especies, fueron mayores a 0.5. De esta manera, en el caso de la especie *P. pansa* mostró una fluctuación de 0.50 a 0.54, y para *C. articulatus* la escala fue de 0.50 a 0.51. Con relación al parámetro k de binomial negativa, los valores registrados para las dos especies son iguales o menores a 1.20, y coincidieron en presentar sus menores valores en las playas Jaramillo y Majahua (tabla III).

Tabla III  
 Índice estandarizado de Morisita y parámetro k  
 de binomial negativa, obtenidos para las especies de moluscos  
*C. articulatus* (Sowerby, 1832) y *P. pansa* (Gould, 1853),  
 en cuatro sitios de Acapulco, Guerrero

| Sitio       | Índice estandarizado de Morisita |                       | k binomial negativa |                       |
|-------------|----------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
|             | <i>P. pansa</i>                  | <i>C. articulatus</i> | <i>P. pansa</i>     | <i>C. articulatus</i> |
| Los Pilares | 0.50                             | 0.51                  | 1.06                | 0.95                  |
| Jaramillo   | 0.54                             | 0.51                  | 0.30                | 0.55                  |
| Majahua     | 0.50                             | 0.50                  | 0.36                | 0.44                  |
| Palmitas    | 0.50                             | 0.51                  | 1.20                | 0.68                  |



## Discusiones

Las densidades de *P. pansa* registradas por el presente estudio en los sitios Los Pilares y Palmitas, resultaron ser mayores a las reportadas en otras localidades federativas (Hernández y Acevedo, 1987; Acevedo *et al.*, 1987; Álvarez, 1989; León, 1989; Avilés *et al.*, 1990; Acevedo *et al.*, 1990; Holguín, 1993; Reyes, 1993; Acevedo y Escalante, 1993; Enciso *et al.*, 1998; Michel-Morfín *et al.*, 2000; Michel-Morfín *et al.*, 2002; Ramírez-Rodríguez y Naegel, 2003; Michel-Morfín, 2009). Las densidades más bajas del gasterópodo registradas en los sitios Jaramillo y Majahua son iguales o ligeramente superiores a los trabajos anteriormente citados. En una comparación con los resultados de trabajos hechos en la costa del Estado de Guerrero (García-Ibáñez *et al.*, 2004; Valdés-González *et al.*, 2004; Flores-Garza *et al.*, 2007; García-Ibáñez *et al.*, 2007), se observó que las densidades obtenidas por el presente estudio —en algunos casos— son similares, con una tendencia a ser menores. En la presente investigación, en el sitio Palmitas se registró una menor densidad relativa, en comparación con los trabajos de García-Ibáñez *et al.* (2004), Valdés-González *et al.* (2004) y García-Ibáñez *et al.* (2007).

En el caso de la especie *C. articulatus* se observó que la densidad promedio de los cuatro sitios rocosos, así como de las densidades registradas por ésta investigación en los sitios Jaramillo y Los Pilares, resultaron ser mayores a las obtenidas por Holguín y Michel-Morfín (2002). En una comparación con estudios realizados en la costa rocosa de Guerrero, como la Isla La Roqueta y Puerto Marqués en Acapulco de Juárez (García, 1994; Valdés-González *et al.*, 2004; Flores-Garza *et al.*, 2011), Playa Ventura en el municipio de Copala (Galeana-Rebolledo *et al.*, 2007; Flores-Garza *et al.*, 2007) y Troncones en el municipio de La Unión de Isidoro Montes de Oca (Flores-Rodríguez, *et al.*, 2007), se determinó que la densidad promedio así como la densidad relativa por sitio resultó ser similar o generalmente mayor a dichos trabajos.

Al analizar la diferencia de proporciones de ambas especies, resalta nuevamente el efecto de componentes como lo son el sustrato y la intensidad del oleaje, observando una diferencia porcentual entre especies mayormente definida en términos de la estruc-

tura y complejidad del sustrato más que del oleaje. Lo anterior se refleja en el hecho de que la mayor diferencia de ejemplares de las especies *P. pansa* y *C. articulatus*, se observó en los sitios Jaramillo y Majahua, playas de abrasión y acumulación de bloques pero de intensidad de oleaje diferente. En lo que respecta al sustrato, se coincide con Hernández y Acevedo (1987), Reyes (1993) y García-Ibáñez *et al.* (2004), quienes mencionan la importancia de la relación de la densidad de *P. pansa* con características propias del sustrato como la rigidez/movilidad, la abundancia de grietas y oquedades así como la textura y pendiente de la superficie del sustrato. Autores como Ives y Flopfer (1997), Beck (2000), Chapman (2000) y Esqueda (2000), también señalan la importancia de ciertas características del hábitat con las abundancias locales de especies de gasterópodos intermareales.

En cuanto a la exposición del oleaje, Lewis (1964) manifestó que es probablemente el factor que determina las poblaciones costeras e influencia su distribución; Spight (1976) menciona que la distribución de las especies varía con la exposición al oleaje, el sustrato o ambos. En la presente investigación, los resultados mostraron que en lo que respecta a la densidad relativa, las condiciones del sustrato tienen mayor efecto que la exposición o grado de intensidad del oleaje. Mientras que Valdés-González *et al.* (2004) manifestaron una similitud de la comunidad malacológica de la zona intermareal en dos sitios de diferente exposición al oleaje, puntualizando diferencias en cuanto a la rapidez del cambio en indicadores como riqueza, diversidad y especies dominantes a través del tiempo.

En lo que respecta a la longitud promedio, los valores que presentó *P. pansa* resultaron similares a los reportados por otros autores respecto al estado de Guerrero (García-Ibáñez *et al.*, 2004; Flores-Garza *et al.*, 2007; Montaña *et al.*, 2007). La longitud promedio de la especie *C. articulatus* en el sitio Majahua resultó similar a lo que reporta Flores-Garza *et al.* (2011); sin embargo, los cuatro valores determinados en conjunto son menores a lo que reportan Rojas (1988), Galeana-Rebolledo *et al.* (2007), Holguín y Michel-Morfin (2002) así como Flores-Campaña *et al.* (2007).

En un panorama de los resultados de la investigación, se observó que los mayores valores de la longitud promedio de la espe-

cie *P. pansa*, se ubicaron en dos sitios que difieren en cuanto a la estructura y complejidad del sustrato, pero que presentan en común una alta intensidad del oleaje. Al respecto, autores como Hernández y Acevedo (1987) y Reyes (1993), han determinado las mayores longitudes de la especie en playas con alta intensidad del oleaje; García-Ibáñez *et al.* (2004) argumentan una correlación negativa entre las densidades y longitudes del gasterópodo, relacionadas principalmente con las características del sustrato y, en segundo lugar, con la exposición al oleaje. En lo que respecta al herbívoro *C. articulatus*, las mayores longitudes se ubicaron en sitios con estructura y complejidad similares que consistieron en: sitios de acumulación y abrasión con rocas de superficies con pocas grietas y oquedades. Otro efecto es comentado por Holguín y Michel-Morfín (2002), así como Flores-Campaña *et al.* (2007), quienes argumentan que el comportamiento de las tallas o longitudes puede ser influenciado (además del oleaje y topografía del intermareal rocoso) por factores de origen antropogénico, así como la distancia de los sitios rocosos a las poblaciones humanas.

Ambas especies están adaptadas para el efecto del oleaje intenso. En el presente estudio, las densidades de *C. articulatus* tienen una estrecha relación con la exposición al oleaje, mientras que sus longitudes se asocian con características del sustrato. En términos de biología evolutiva, ambas especies presenta adaptaciones morfológicas para coexistir en las zonas intermareales rocosas: la especie *C. articulatus* es dorsoventralmente aplanada y presenta un pie musculoso bastante grande, lo que le permite adherirse fuertemente al sustrato en lugares de oleaje violento, siendo evidente su asociación con este tipo de ambientes. Por su parte, *P. pansa* presenta poca ornamentación de la concha, ángulo pequeño de la espira y gran abertura pedal que provee al caracol de una mejor adhesión al sustrato y le permite habitar zonas expuestas al fuerte oleaje, según lo resaltan Hernández y Acevedo (1987), Álvarez (1989) y Reyes (1993).

Ambas especies presentaron un patrón espacial agregado y coinciden, además, con presentar sus mayores gradientes de agregación en sitios de acumulación y abrasión, indistintamente de las condiciones de la intensidad del oleaje. Sobre *P. pansa*, León (1989) y

García-Ibáñez *et al.* (2007), abordaron el patrón espacial de la especie, contrastando en sus resultados; sin embargo, el presente estudio coincide con la segunda investigación, ya que el caracol de tinte presentó un patrón de dispersión espacial agregado, que fue evidente en los cuatro sitios de estudio.

## Conclusiones

Las características ambientales relacionadas con la topografía del relieve e intensidad del oleaje juegan un rol preponderante en las densidades de ambas especies, haciendo énfasis en que la participación de dichos factores puede ser jerárquica, donde los aspectos relacionados al sustrato se presentan en un primer orden de importancia. Lo anterior tiene sentido cuando se piensa que las características del sustrato se encuentran directamente relacionadas con la composición básica de la roca, el agente erosivo (marino) y el tiempo, donde la dinámica del oleaje está en función de periodos cíclicos como las fases lunares, así como eventos que no tienen una definición tan precisa como los climáticos y meteorológicos. En todos los casos, la densidad del herbívoro *C. articulatus* fue mayor al carnívoro *P. pansa*, ya que este último presentó la mayor densidad en sitios rocosos con sustrato de estructura fija y altamente compleja, mientras que sus mayores longitudes se registraron en sitios de alta intensidad del oleaje. El herbívoro *C. articulatus*, presentó las mayores densidades en sitios de alta intensidad de oleaje y sus mayores longitudes en sitios rocosos de acumulación y abrasión. Ambas especies ostentan un alto grado de agregación, fundamentalmente en lugares con presencia de grandes rocas de superficies con mínima complejidad. Factores como el sustrato y exposición al oleaje, exhiben efectos diferenciados en el gasterópodo y el poliplacóforo, en cuanto a sus densidades, longitudes y patrón de dispersión espacial.

## Agradecimientos

A los Fondos Mixtos Conacyt-Gobierno del Estado de Guerrero, por el financiamiento otorgado al proyecto "Diversidad y abundancia de la cucaracha de mar (Clase: *Polyplacophora*) en las costas de Guerrero y elaboración de una propuesta de conservación y apro-

vechamiento", clave GUE2008-C01-91724. A la Universidad Autónoma de Guerrero y a los colaboradores estudiantes por su apoyo en las actividades de campo y captura de datos. A los revisores del manuscrito por sus acertadas sugerencias.

## Literatura citada

- Acevedo, G.J. y Escalante C.M.A. (1993). Análisis de la población de *Púrpura pansa* en las costas de Sinaloa. En: G.A. Jiménez (Ed.), *Resúmenes del XII Congreso Nacional de Zoología*. México: Sociedad Mexicana de Zoología, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Acevedo, J.; Hernández, E. y Turcott, D.V. (1987). *Informe sobre la factibilidad de explotación del tinte de Púrpura pansa (Gould, 1853) en la costa de Michoacán*. México: Dirección General de Culturas Populares, Departamento de Programas Científicos y Tecnológicos.
- Acevedo, J.; Escalante, M.A. y López, C. (1990). Aspectos poblacionales del caracol de tinte *Púrpura pansa* (Gould, 1853), en las costas de Nayarit. Universidad Autónoma de Sinaloa, *Revista Inter UAS*, 1: 18-22.
- Álvarez, D.A.S. (1989). *Relaciones ecológicas y algunos aspectos poblacionales del caracol Purpura pansa (Gould, 1853) en la costa del Estado de Michoacán, México*. Tesis de licenciatura. Michoacán, México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo-Escuela de Biología.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (2005). *Enciclopedia de los Municipios de México (Acapulco)*. México.
- Arriaga, C.L.; Aguilar, V. y Espinoza, J.M. (2009). Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad. En: *Capital natural de México. Estado de conservación y tendencias de cambio*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Avilés, A.; Muciño, M. y Peña, I. (1990). Sinopsis de la biología del caracol púrpura del Pacífico. *Instituto Nacional de la Pesca. Serie: Documentos de Trabajo*, 24: 10.
- Beck, M.W. (2000). Separating the elements of habitat structure: Independent effects of habitat complexity and structural components on rocky intertidal gastropods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 244: 29-49.
- Chapman, M.G. (2000). A comparative study of differences among species and patches of habitat on movement of three species of intertidal gastropods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 244: 181-201.
- Enciso, E.C.; Ramírez, H.V.M.; Tirado, N.A. y Vallarta, P.A. (1998). *Evaluación de la población y épocas de reproducción del caracol Plicopurpura pansa (Gould, 1853), en Mazatlán, Sinaloa, México*. Tesis de Licenciatura. México: Universidad Autónoma de Sinaloa-Facultad de Ciencias del Mar.

- Esqueda, M.C.; Ríos-Jara, E.; Michel-Morfin, J.E. y Landa-Jaime, V. (2000). The vertical distribution and abundance of gastropods and bivalves from rocky beaches of Cuastecomate Bay, Jalisco, México. *Revista Biología Tropical*, 48 (4): 765-775.
- Flores-Campaña, L.M.; González-Montoya, M.A.; Ortiz-Arellano, M.A. y Arzola-González, J.F. (2007). Estructura poblacional del *Chiton articulatus* en las islas Pájaros y Venados de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78 (2): 23-31.
- Flores-Garza, R.; Flores-Rodríguez, P.; García-Ibáñez, S. y Valdés-González, A. (2007). Demografía del caracol *Plicopurpura pansa* (*Neotaenioglossa: Muricidae*) y constitución de la comunidad malacológica asociada en Guerrero, México. *Revista de Biología Tropical*, 55 (3-4): 867-878.
- Flores-Garza, R.; Torreblanca-Ramírez, C.; Flores-Rodríguez, P.; García-Ibáñez, S.; Galeana-Rebolledo, L.; Valdés-González, A. y Rojas-Herrera, A.A. (2011). Mollusc community from a rocky intertidal zone in Acapulco, México. *Biodiversity*, 12 (3): 144-153.
- Flores-Rodríguez, P.; Flores-Garza, R.; García-Ibáñez, S. y Valdés-González, A. (2007). Variación de la diversidad malacológica del mesolitoral rocoso en playa Troncones, La Unión, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78: 33-40.
- Galeana-Rebolledo, L.; Suástegui-Herrera, M.A.; Torales-Gutiérrez, G.; Millán-Román, C.A.; García-Ibáñez, S.; Flores-Garza, R.; Flores-Rodríguez, P. y Arana-Salvador, D.G. (2007). Estudio de la población del *Chiton articulatus* Sowerby, 1832 en Playa Ventura, Copala, Guerrero, como un recurso de importancia comercial. En: *Estudios sobre la malacología y conchiliología en México* (pp. 185-187). Universidad de Guadalajara, México.
- García, L.J.A. (1994). Fauna malacológica de acompañamiento del caracol *Purpura pansa* Gould, 1853 en la zona mesolitoral de la Isla Roqueta, Acapulco, Gro., México. Tesis de Licenciatura. México: Universidad Autónoma de Guerrero-Unidad Académica de Ecología Marina.
- García-Ibáñez, S.; Flores-Garza, R.; Flores-Rodríguez, P. y Valdés-González, A. (2004) Densidad y tallas del *Plicopurpurapatula pansa* relacionadas con el sustrato y oleaje en las costas rocosas de Guerrero, México. *Hidrobiología*, 14 (2): 127-136.
- García-Ibáñez, S.; Flores-Rodríguez, P.; Flores-Garza, R. y Valdés-González, A. (2007). Dispersión espacial de *Plicopurpurapatula pansa* en playas rocosas del estado de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78: 15-21.
- Hernández, C.E. y Acevedo, G.J. (1987). *Aspectos poblacionales y etnobiológicos del caracol Purpura pansa, Gould (1853) en la costa de Oaxaca*. Tesis de Licenciatura. México: Universidad Nacional Autónoma de México-Facultad de Ciencias.

- Holguín, Q.O.E. (1993). Distribución, abundancia y composición peso-talla de *Purpura pansa* (MolluscaGastropoda) en Isla Socorro, Archipiélago. Revillagigedo, México. Instituto Politécnico Nacional. *Revista de Divulgación Científica, Zoología Informa*, 25: 24-33.
- Holguín, Q.O.E. y Michel-Morfin, J.E. (2002). Distribution, density and Length-Weight Relationship of *Chiton articulatus* Sowerby, 1832 (Mollusca-Polyplacophora) on Isla Socorro, Revillagigedo Archipelago, Mexico. *Journal of Shellfish Research*, 21 (1): 239-241.
- Ives, A.R. y Flopfer, E.D. (1997). Spatial variation in abundance created by stochastic temporal variation. *Ecology*, 78 (6): 1907-1913.
- Keen, A.M. (1971). *Sea shells of tropical West America*. 2ª Ed. California: Stanford University
- León, A.H.G. (1989). Estructura poblacional, producción y tiempo de recuperación del tinte de *Purpura pansa* Gould, 1853 (Gasterópoda: Thaididae) en algunas playas rocosas de la bahía Cuastecomate, San Patricio Melaque, Jalisco, México. Tesis de Licenciatura. Jalisco, México: Universidad de Guadalajara-Facultad de Ciencias.
- Lewis, J.R. (1964). *The ecology of rocky shores*. London: The English Universities Press LTD.
- Michel-Morfin, J.E.; Hernández, M.; Landa, V.; Arcienega, J.; Kosonoy, D. y Flores, R. (2009). Estimation of the abundance and population structure of the purple snail *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) Comparing Two Methods. *The Open Marine Biology Journal*, 3: 49-58.
- Michel-Morfin, J.E.; Chávez, O.E.A. y González, L. (2002). Estructura de la población, esfuerzo y rendimiento de tinte del caracol *Plicopurpura pansa* (Gould 1853) en el Pacífico mexicano. *Ciencias Marinas*, 28 (4): 357-368.
- Michel-Morfin, J.E.; Chávez-Ortiz, E.A. y Landa, V. (2000). Population parameters and dye yield of the purple snail *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) of West Central México. *Journal of Shell fish Research*, 19 (2): 919-925.
- Montaño-Rivera, A.; Flores-Garza, R.; Flores-Rodríguez, P.; García-Ibáñez, S. y Barroso, C.C.G. (2007). Estudio sobre la producción de tinta secretada por el caracol *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853), en Barra de Potosí, Guerrero, México. En: E. Ríos-Jara, M.C. Esqueda-González y C.M. Galván-Villa (Ed.), *Estudios sobre la malacología y conquiliología en México*. México: Universidad de Guadalajara.
- Ramírez-Rodríguez, M. y Naegel, L.C.A. (2003). Crecimiento del caracol de tinte *Plicopurpura pansa* en Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*, 29 (3): 283-290.
- Reyes, A.S.C. (1993). Estimación poblacional, producción, foto-oxidación y rendimiento del tinte del caracol *Purpura pansa* (Gould, 1853) de la zona sur del litoral rocoso de Jalisco. Tesis de Licenciatura. Jalisco, México: Universidad de Guadalajara-Facultad de Ciencias Biológicas.

- Rojas, A. (1988). *Análisis biológico-pesquero de la cucaracha de mar Chiton articulatus (Sowerby, 1832) de Acapulco, Guerrero, México*. Memorias del IX Congreso Nacional de Zoología, México. Villahermosa, Tabasco: Universidad Autónoma Juárez de Tabasco, Sociedad Mexicana de Zoología,.
- Skoglund, C. (2001). Polyplacophora. En: The Festivus (Ed.), *Panamic province molluscan literature: Additions and changes from 1971 through 2000* (pp. 1-20). San Diego: San Diego Shell Club.
- Skoglund, C. (2002). Gastropoda. En: The Festivus (Ed.), *Panamic province molluscan literature: Additions and changes from 1971 through 2001* (pp. 1-286). San Diego: San Diego Shell Club.
- Spight, T.M. (1976). Censuses of rocky shore prosobranchs from Washington and Costa Rica. *The Veliger*, 18 (3): 309-317.
- Valdés-González, A.; Flores-Rodríguez, P.; Flores-Garza, R. y García-Ibáñez, S. (2004). Molluscan Communities of the rocky intertidal zone at two sites with different wave action on Isla La Roqueta, Acapulco, Guerrero, México. *Journal of Shell Fish Research*, 23 (3): 875-880.