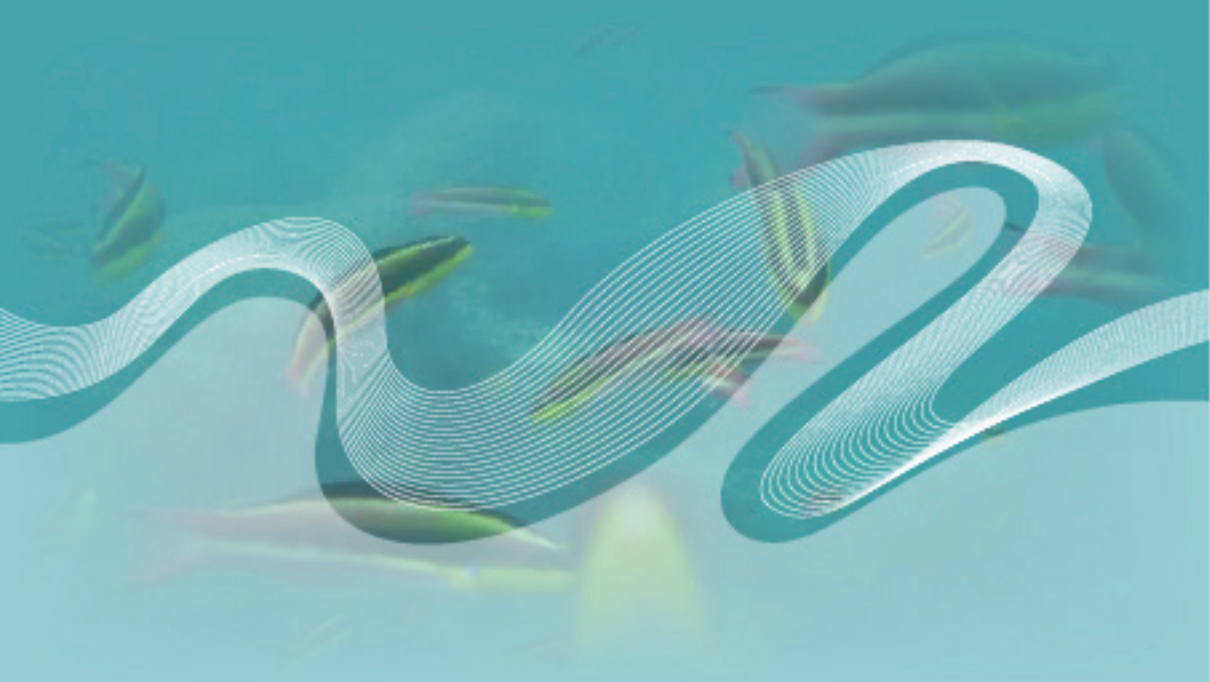


# Estudios **acuícolas y marinos** en el Pacífico mexicano

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 X

# Parámetros poblacionales y estimación de tallas de *Chiton articulatus* (Sowerby, 1832) en Acapulco, Guerrero, México

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

### Resumen

Se realizaron muestreos bimestrales en la zona intermareal rocosa de cuatro sitios de Acapulco: Los Pilares, Jaramillo, Mahua y Palmitas, en el periodo de octubre de 2010 a abril de 2011. Se recolectaron los ejemplares de *Chiton articulatus* encontrados en 20 m<sup>2</sup>. En las mismas fechas también fueron adquiridas 12 muestras comerciales de platillos preparados con músculos de *C. articulatus*. El registro de la biometría se realizó con un vernier digital (0.01 ± mm) y una balanza digital (0.01 ± g). Se evaluó el patrón de dispersión espacial con el Índice Estandarizado de Morisita; asimismo se determinó la densidad, distribución de tallas y el tipo de crecimiento. La estimación de tallas de los músculos de las muestras comerciales se determinó a partir del factor de conversión, obtenido de la relación que existe entre la longitud total y la del músculo de los organismos recolectados durante el muestreo; también se estimó la talla de primera captura de las muestras comerciales a través del modelo de curva logística y se analizaron 2,349 organismos, mismos que presentaron un patrón de dispersión agregado en los cuatro sitios de muestreo. La densidad promedio fue de 7.58 org m<sup>2</sup> donde los mayores valores se registraron en los sitios expuestos. Se obtuvo una talla promedio de 24.00 ± 13.27 mm con

una talla máxima de 74.99 mm. El tipo de crecimiento alométrico fue negativo, con una pendiente de 2.904. La talla de primera captura estimada fue de 39.29 mm en una muestra comercial de 1,560 músculos.

## Introducción

Los quitones son moluscos polioplacóforos que habitan comúnmente en la zona intermareal de las playas rocosas; se adhieren y se desplazan mediante una estructura llamada pie. Su cuerpo es ovalado, aplanado en sentido dorsoventral y está protegido por ocho placas imbricadas llamadas céramas. El borde del manto, conocido como cintura o cinturón, es grueso y duro. Se alimentan principalmente de pequeños organismos y algas que raspan con un órgano situado en su boca, llamado rádula (Barnes, 1996).

Actualmente existen 127 especies de quitones pertenecientes a la clase *Polyplacophora*, reportadas en el litoral mexicano, dentro de las cuales se encuentra *Chiton articulatus* (Reyes y Salcedo, 2002). Algunos autores han reportado que *C. articulatus* es utilizado como alimento humano, carnada para la pesca y como material en la elaboración de artesanías en entidades federativas como Oaxaca, Michoacán, Colima, Jalisco y Sinaloa (Reyes, 1999; Holguín, 2006; Ríos *et al.*, 2006; Flores *et al.*, 2007). En el estado de Guerrero se tiene registro de que *C. articulatus* se consume en lugares como Playa Ventura, en el municipio de Copala, y Acapulco de Juárez, donde recibe el nombre común de *Cucaracha de mar* (Rojas, 1988; Galeana *et al.*, 2007; García *et al.*, 2009). No obstante, el recurso no cuenta con alguna normatividad o acciones de vigilancia y protección que regulen su captura y comercialización, lo cual podría estar generando un fuerte impacto en la abundancia relativa de estos organismos.

La presente investigación tuvo como objetivo generar información sobre la dispersión espacial, densidad relativa, distribución de tallas y tipo de crecimiento de *C. articulatus*, además de estimar longitudes reales a partir de las capturas llevadas a cabo por parte de pescadores, para posteriormente determinar la talla de primera captura en el litoral rocoso de Acapulco.

Son escasos los trabajos referentes al patrón de dispersión de las especies de quitones. Las especies *Acanthopleuraechinata* y



*Chitonlatus* mostraron agregación en las costas rocosas expuestas de Chile (Otaíza y Santelices, 1985). La distribución espacial en reposo de *Chitongranosus* en las costas rocosas de Chile también fue agregada; sin embargo, durante el proceso de alimentación se dispersó ligeramente de la agregación (Aguilera y Navarrete, 2011). Andreadartha (1973), manifestó que los animales no se dispersan de modo uniforme y tienden a formar agregaciones, mientras que Krebs (1999) mencionó que las especies presentan una determinada dispersión espacial como respuesta al ambiente, siendo importante determinar los patrones biológicos en función de las características físico-químicas. Lewis (1964), señaló que la exposición es probablemente el factor que determina la distribución de las poblaciones costeras; mientras que Spight (1976) menciona que la distribución de las especies varía con la exposición al oleaje, el sustrato o ambos. Trabajos como los de Marchetti y Geller (1987), Peckol y Guarnagia (1989) y Esqueda *et al.* (2000), advierten que la agregación es un método eficaz para protegerse de altas temperaturas y reducir el estrés por desecamiento, debido la pérdida de agua por evaporación, además de que el uso de hoyos y hendeduras coadyuva a reducir la mortalidad por dichos factores.

Algunas poblaciones de las especies *Onithochitonquercinus* y *Plaxiphora albida* del sur de Nueva Gales, Australia, mostraron densidades de 96 y 45 org m<sup>-2</sup> (Otway, 1994), las cuales son mucho mayores a la densidad promedio de *Chiton articulatus* encontrada en cuatro áreas rocosas de isla Socorro (Archipiélago Revillagigedo, México), la cual fue de 5.3 org m<sup>-2</sup> (Holguín y Michel, 2002). En el sur del puerto de Sídney, Australia, las densidades de *Acanthochitonaretrojecta* fueron extremadamente altas, estas superaron los 3,500 org m<sup>-2</sup> (Kelaher y Cole, 2004). Valdés *et al.* (2004), durante un estudio llevado a cabo en la isla La Roqueta, en Acapulco, reportaron densidades de *C. articulatus* relativamente bajas, que van desde 0.5 a 1.85 org m<sup>-2</sup>. Por su parte Galeana *et al.* (2007), calcularon una densidad de 4.2 org m<sup>-2</sup> en Playa Ventura, municipio de Copala, Guerrero.

La distribución de frecuencias de longitud de *C. articulatus* recolectado en Isla Socorro osciló entre 29 y 108 mm con un promedio de 69.6 mm (Holguín y Michel, 2002), mientras que en isla Pájaros de Mazatlán se registró un promedio de longitud de 44.1 ± 8.5

mm, un valor mínimo de 11.3 mm y máximo de 86.8 mm (Flores *et al.*, 2007) y en Playa Ventura, Guerrero, se obtuvo un valor mínimo de 1.36 cm y máximo de 4.89 cm, con una media de  $2.98 \pm 1.002$  cm (Galeana *et al.*, 2007). Por su parte, la especie *Acanthochitonaretrojecta* en Sídney, Australia, presentó tallas de 0.59 a 9.56 mm (Kelaher y Kole, 2004).

Respecto a la relación biométrica entre la longitud total y peso total de *C. articulatus*, Rojas (1988) obtuvo un valor de la pendiente de la regresión (b) igual a 2.77, a partir del cual sugirió que el tipo de crecimiento de esta especie es isométrico. El valor de la pendiente (b) igual a 2.73 se obtuvo en la relación talla-peso de *C. articulatus* recolectados en Isla Socorro (Holguín y Michel, 2002). Por otro lado, Flores *et al.* (2007) obtuvieron un valor de b de 2.84, por lo que estos autores concluyeron que el tipo de crecimiento de la especie es isométrico.

## Metodología

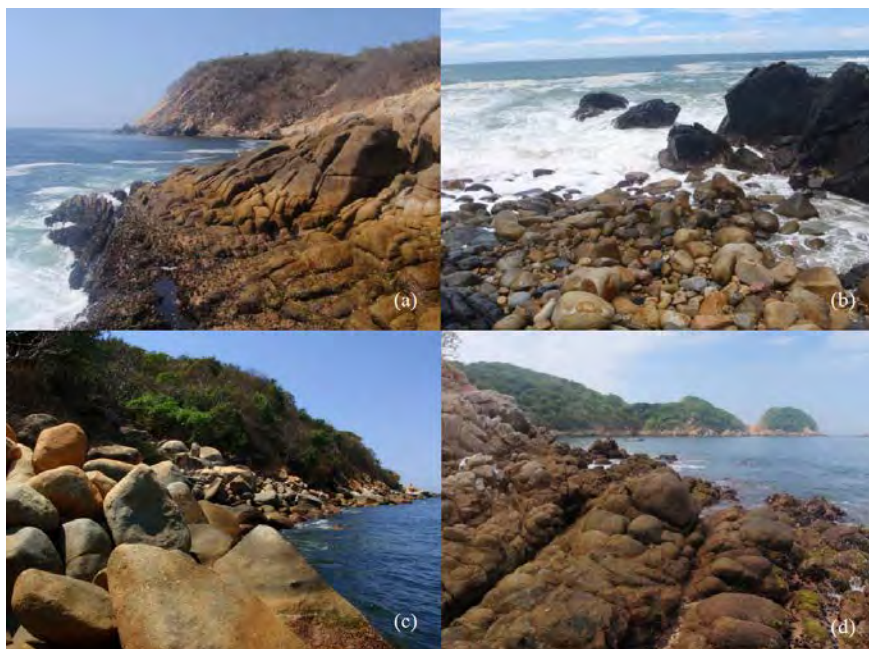
### *Muestreo*

El trabajo se desarrolló en cuatro sitios rocosos del puerto de Acapulco, Guerrero, llamados: Los Pilares (16° 49' 16.22" N y 99° 54' 5.12" O), Jaramillo (16° 52' 22.83" N y 99° 56' 23.42" O), Majahua (16° 47' 42.93" N y 99° 50' 32.23" O) y Palmitas (16° 49' 29.93" N y 99° 54' 35.47" O). Se considero a los dos primeros sitios como expuestos a la acción del oleaje y a los dos últimos como protegidos (figura 1).

Figura 1

Sitios de estudio:

a) Los Pilares, b) Jaramillo, c) Majahua y d) Palmitas



Se realizaron muestreos sistemáticos bimestrales en la zona intermareal durante el periodo comprendido entre octubre de 2010 y abril de 2011. Los muestreos fueron diurnos y durante las mareas más bajas. En cada sitio se realizó la recolecta de ejemplares de *C. articulatus* a lo largo de un transecto de 60 x 1 m paralelo a la línea de costa, en el cual se ubicaron 20 cuadrantes de muestreo de 1 m<sup>2</sup> con una separación de dos metros entre cada unidad de muestreo. Los organismos recolectados fueron depositados en bolsas debidamente etiquetadas. Al concluir la recolecta, las muestras fueron trasladadas al laboratorio, donde se registró el número de individuos encontrado en cada cuadrante y sitio rocoso, así como su longitud total (Lt) y peso total (Pt). A los organismos de tallas mayores a 40 mm se les retiró la concha para medir (Lmus) y pesar el músculo (Pmus) con un vernier digital ( $\pm 0.01$  mm) y una balanza digi-

tal ( $\pm 0.01$  g) respectivamente. También se obtuvieron muestras de la captura comercial en establecimientos donde se ofrece el quitón para consumo humano. Se registró tanto la longitud (Lmus) como el peso (Pmus) de cada músculo obtenido en la muestra comercial.

## Análisis de datos

La frecuencia de organismos por cuadrante se utilizó para determinar el patrón de dispersión espacial de los quitones en cada sitio de recolecta (Krebs, 1999), mediante el uso de índices de dispersión: Índice de Morisita e Índice Estandarizado de Morisita. Los datos fueron importados al programa *Ecological Methodology* para obtener los resultados de dichos índices.

Se determinó la densidad como número de organismos por metro cuadrado ( $\text{org m}^{-2}$ ) y se aplicó el análisis de varianza de una vía (ANOVA) para verificar diferencias significativas entre los valores de la densidad promedio de los sitios de recolecta, para ello se utilizó el software *PASW Statistics 18*.

Con la información de la longitud total (Lt) se determinaron los estadísticos descriptivos de tendencia central y dispersión como media ( $m$ ), desviación estándar (Desv. Std.), valor mínimo (min) y valor máximo (max). Para determinar los intervalos de clase, se consideró la regla de Sturges (Wayne, 2004). Asimismo, se llevaron a cabo las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y la prueba de homocedasticidad de Levene. Para determinar diferencias significativas entre los promedios de las tallas de los sitios de recolecta, se realizó el análisis de varianzas no paramétrico de Kruskal-Wallis y después se aplicó la prueba a posteriori de "C" de Dunnett, para identificar las diferencias entre los sitios. De igual manera se usó la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney para comparar los promedios de las tallas de los sitios protegidos y expuestos. Se ajustó un modelo potencial para expresar la relación peso-longitud (P-L), el ajuste de los parámetros se llevó a cabo con el método propuesto por Ogle (2011) y el tipo de crecimiento representado por el parámetro b se determinó con base en el estadístico de prueba de hipótesis t student con un nivel de significación de 0.05 (Zar, 1999; Ramírez, 2006). Para el proceso de los datos y aplicación de la metodología se utilizó el software estadístico *R v.2.13.1*.

Para estimar la talla total de los organismos comercializados se consideró la relación que existe entre la longitud total ( $L_t$ ) y la del músculo ( $L_{mus}$ ) de los organismos recolectados en el sitio Jaramillo, por ser uno de los lugares típicos de pesca y de donde se extraen la mayoría de los organismos que se comercializan. Mientras que para obtener el factor de conversión se exploró y evaluó la relación entre ambas longitudes con un análisis de regresión lineal, disponible en el software *PASW Statistics 18*.

Una vez estimada la longitud total aproximada de los especímenes comercializados, se obtuvo una distribución de frecuencias por clase de tallas. Para la de primera captura ( $L_{c50}$ ) se ajustó el modelo de curva logística propuesto por Ratkowsky (1990); el ajuste de los parámetros se estimó con una regresión no lineal a través de un método iterativo disponible en el software *Curve expert 1.3.0*. El contraste de  $L_{c50}$  de organismos comerciales y la talla de primera madurez ( $L_m$ ) reportada se realizó con la prueba t student.

## Resultados

El área total muestreada en los cuatro sitios rocosos fue de 310 m<sup>2</sup>. Se recolectaron 2,349 organismos en los cuatro muestreos. El intervalo de tallas fue de 5 mm de longitud. En general, el patrón de dispersión espacial observado para *C. articulatus* en los cuatro sitios de muestreo fue agregado; no obstante, se presentaron oscilaciones entre los valores obtenidos (tabla I).

Tabla I  
Organismos obtenidos de *C. articulatus*  
correspondientes a cuatro sitios rocosos

Sitio	N	Id	X <sup>2</sup>	p	Ip	Patrón espacial
Los Pilares	716	2.23	961.0	0.0	0.50	Agregado
Jaramillo	841	3.05	1831.1	0.0	0.51	Agregado
Majahua	594	2.65	1060.3	0.0	0.51	Agregado
Palmitas	198	2.01	279.8	0.0	0.50	Agregado

Id = Índice de Morisita; X<sup>2</sup> = Chi-cuadrada; p = significancia de la prueba Chi-cuadrada; Ip = Índice Estandarizado de Morisita.

Se determinó una densidad promedio de  $7.58 \pm 11.68$  org  $m^{-2}$  con un valor mínimo de 0 y máximo de 108 org  $m^{-2}$ . Las densidades por sitio de estudio durante las cuatro fechas de recolecta oscilaron entre 2.48 y 12.01 org  $m^{-2}$ , correspondientes a Palmitas y Jaramillo, respectivamente (tabla II).

Tabla II  
Densidades promedio de *C. articulatus* correspondientes a cuatro sitios rocosos

Sitio	N	Densidad promedio (org $m^{-2}$ )	Desv. Std.
Los Pilares	716	8.95	10.48
Jaramillo	841	12.01	17.64
Majahua	594	7.43	9.88
Palmitas	198	2.48	2.92

Se obtuvo una talla promedio de  $24.00 \pm 13.27$  mm con un valor mínimo de 1.66 mm y máximo de 74.99 mm. El análisis de la distribución de tallas por sitio reveló longitudes promedio con valores similares. Esta similitud fue consistente en los mínimos y los máximos. El valor mínimo de longitud se observó en Palmitas y el máximo en Jaramillo (tabla III).

Tabla III  
Valores de longitud total de *C. articulatus* en cuatro sitios rocosos

Sitio	N	m	Desv. Std	min	max
Los Pilares	716	24.93	12.82	2.47	64.77
Jaramillo	841	22.26	13.57	2.19	74.99
Majahua	594	24.90	12.81	1.92	72.02
Palmitas	198	25.32	14.29	1.66	60.96

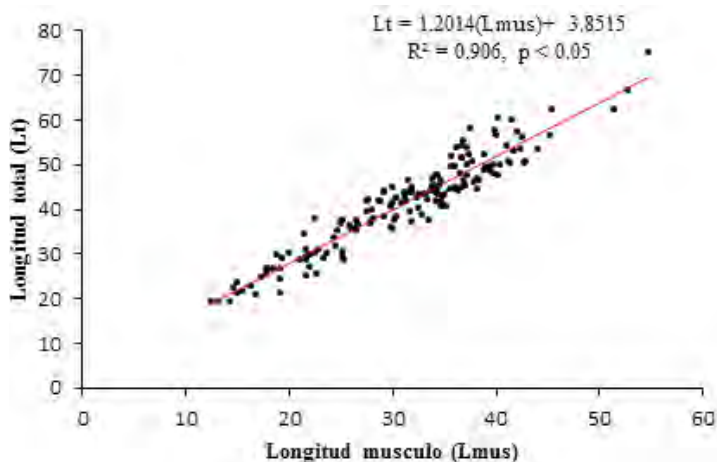
Las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y homocedasticidad de Levene, indicaron que los datos de longitud no se distribuyeron normalmente ( $p < 0.05$ ) y que presentaron diferencias en las varianzas ( $p < 0.05$ ). El análisis de varianza de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas entre los promedios de las longitudes de los sitios de recolecta ( $p < 0.05$ ). El sitio Jarami-

llo fue diferente al resto, de acuerdo al contraste a posteriori de "C" de Dunnett, a un nivel de significación de 0.05. La prueba U de Mann-Whitney estableció que existen diferencias significativas entre los promedios de las tallas de los quitones de los sitios protegidos y las tallas de los quitones de los sitios expuestos ( $p < 0.05$ ), siendo mayores en estos últimos.

Al establecer la relación talla-peso, de manera general para los cuatros sitios se obtuvo un coeficiente de determinación de 0.97 y la ecuación resultante fue  $W = 0.00008L^{2.904}$ . La prueba  $t$  demostró que el valor del exponente es diferente de tres ( $p < 0.05$ ), lo cual sugiere que el tipo de crecimiento que presentó la especie *C. articulatus* fue alométrico negativo, esto indica que existió un mayor incremento de la talla con respecto al peso.

En el modelo de regresión lineal que se obtuvo de la relación longitud total (Lt) y longitud del musculo (Lmus) del muestreo biológico, consideró a Lt como una variable dependiente, para hacer la predicción de Lmus a Lt con la ecuación resultante (figura 2). La talla promedio estimada fue de  $42.19 \pm 8.70$  mm con un valor mínimo de 24.84 y máximo de 73.81 mm.

Figura 2  
Diagrama de dispersión y ecuación  
de la relación longitud total (Lt) y longitud del musculo (Lmus)  
de *C. articulatus* recolectado en el sitio Jaramillo

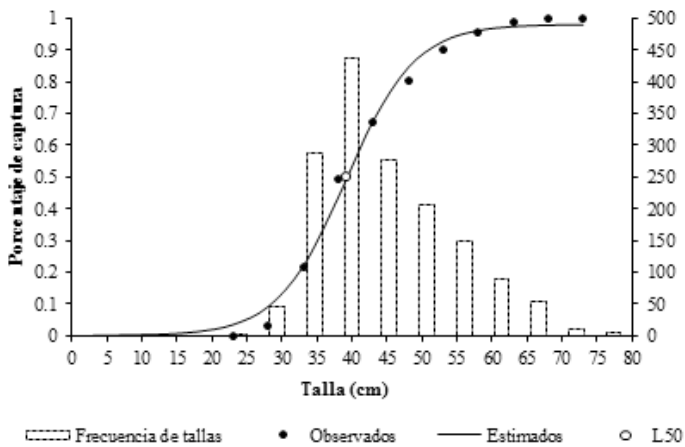


El ajuste del modelo logístico de Ratkowsky (1990) fue significativo ( $p < 0.05$ ), con un coeficiente de determinación de 0.99 (figura 3). La prueba  $t$  mostró que el  $L_{c50}$  comercial (39.29 mm) fue menor y estadísticamente diferente ( $t = 18.31$ ,  $p < 0.05$ ) de la talla de primera madurez ( $L_m = 40$  mm).

Figura 3

**Talla de primera captura de *C. articulatus***

a partir de ejemplares obtenidos en capturas comerciales



## Discusiones

En el presente estudio se determinó el patrón de dispersión espacial de *C. articulatus* mediante la utilización de índices de dispersión, a diferencia de otros trabajos que se limitan únicamente a describir el patrón de dispersión con relación al sustrato (Otaíza y Santelices, 1985; Kelaher y Cole, 2004; Aguilera y Navarrete, 2011).

La densidad promedio más alta, así como el mayor número de org  $m^{-2}$  registrado en Jaramillo, pudo deberse a que es un sitio de oleaje intenso considerado como expuesto, por lo cual representa mayor dificultad para capturar a *C. articulatus* con fines comerciales; por el contrario, en Palmitas —considerado como sitio protegido— se presentó la densidad promedio más baja, lo cual podría deberse a que es una zona de oleaje suave y por ende la captura de *C.*



*articulatus* no presenta mayor dificultad en comparación con un sitio expuesto.

La densidad promedio de quitones en la presente investigación de 7.58 org m<sup>-2</sup>, es mayor a la reportada por Holguín y Michel (2002) en Isla Socorro de 5.3 org m<sup>-2</sup> y Galeana *et al.* (2007) en Playa Ventura, Copala, Guerrero, de 5.25 org m<sup>-2</sup>; aun y cuando los tamaños de muestra y métodos de colecta difieren.

Por otra parte, la máxima cantidad de individuos por metro cuadrado (108 org m<sup>-2</sup>) encontrada en el presente estudio es menor a las densidades de la especie *Acanthochitonaretrojecta* reportadas para el puerto de Sídney, Australia (Kelaheer y Cole, 2004), las cuales llegaron a alcanzar hasta los 3,500 org m<sup>-2</sup>. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que se trata de otra especie de poliplacóforo, además de que ésta es mucho más pequeña que *C. articulatus*. El hecho de que las menores densidades se encontraron en los sitios protegidos y por lo tanto con mayor acceso y facilidad para los pescadores que capturan a *C. articulatus*, está relacionado con lo que mencionaron Holguín y Michel (2002), respecto a que registraron bajas densidades en áreas más accesibles. Por su parte, Valdés *et al.* (2004) en la isla La Roqueta en Acapulco, Guerrero, reportaron una densidad de 1.85 org m<sup>-2</sup> para diciembre, la cual es mayor a la encontrada en el presente estudio para el mismo sitio, lo que sugiere que la densidad del recurso puede estar siendo afectada por alguna perturbación antropogénica o por cambios en el ecosistema.

Durante el periodo de muestreo se observó mayor frecuencia de organismos con tallas menores a 40 mm, lo que puede sugerir que posiblemente se presentó reclutamiento de organismos. En la presente investigación, la longitud promedio así como la talla mínima fueron menores a las reportadas en isla Socorro, isla Pájaros y Playa Ventura (Holguín y Michel, 2002; Flores *et al.*, 2007; Galeana *et al.*, 2007). Con respecto a la talla máxima registrada, sólo en el estudio de Galeana *et al.* (2007) se reportaron tallas menores a las aquí encontradas. La tendencia de tallas menores en sitios protegidos coincide con el estudio de Flores *et al.* (2007), quienes reportaron que las diferencias entre las tallas puede ser consecuencia de factores externos a la población de *C. articulatus*; es decir, por la presencia de los turistas o visitantes locales que capturan quitones, así

como por factores físicos que incluyen el oleaje y la topografía del intermareal rocoso. Holguín (2006) mencionó que existen poblaciones importantes de *C. articulatus* en la zona costera rocosa de Jalisco, Colima y Michoacán; sin embargo, la extracción no regulada posiblemente ha disminuido las poblaciones, especialmente a los individuos de tallas mayores a los 60 mm; esta situación es consistente con el presente trabajo, ya que la diferencia entre las tallas de los sitios de recolecta pudo estar fuertemente relacionada por el efecto de la pesca. Por otra parte, la exposición al oleaje en los sitios de recolecta también puede ser un factor que esté influyendo en las tallas de los quitones, en los sitios donde se presenta un oleaje fuerte predominaron las tallas más grandes. Esto es posiblemente debido a que son zona expuestas y de difícil acceso; por lo mismo, la extracción de los quitones de estas zonas es muy bajo, lo que han mencionado autores como Holguín y Michel (2002) y Flores (2007), quienes argumentan que el registro de las tallas más grandes se presentó en las áreas expuestas e inaccesibles.

El modelo potencial resultó factible para expresar la relación talla-peso de *C. articulatus*. El valor de la pendiente  $b$  obtenido y la significación de la prueba estadística  $t$  describieron de manera adecuada el tipo de crecimiento que presenta la especie. En la presente investigación el tipo de crecimiento de *Chiton articulatus* fue alométrico negativo, lo que difiere con lo reportado para esta especie en otros estudios (Rojas, 1988; Holguín y Michel, 2002; Flores *et al.*, 2007; Galeana *et al.*, 2007), donde no aplicaron la prueba estadística pertinente para comprobar el valor de la pendiente y sólo se limitaron a explorar y asimilar el valor de la pendiente  $b$ .

El coeficiente de determinación encontrado en este trabajo es mayor a los reportados por Rojas (1988), Holguín y Michel (2002), Flores *et al.* (2007) y Galeana *et al.* (2007), posiblemente debido tanto al mayor tamaño de muestra que se manejó como a la amplitud de tallas o al manejo de los datos.

En el presente estudio, el modelo generado arrojó un coeficiente de determinación satisfactorio y se logró obtener un factor de conversión para estimar longitudes reales, a partir del músculo de organismos a los cuales se les había retirado la concha con fines comerciales, lo que a su vez podría servir para la conservación me-

dian­te la regu­la­ción de tal­las de cap­tura. Asi­mis­mo, se tra­ba­jó con di­cho fac­tor en la apli­ca­ción de or­ga­nis­mos pre­sen­tes en cap­tu­ras co­mer­cia­les, lo que po­dría ge­ne­rar in­for­ma­ción del sta­tus ac­tual de las tal­las en las po­bla­cio­nes na­tu­ra­les de qui­to­nes.

Al ajus­tar con­ven­cio­nal­men­te los pa­rá­me­tros se op­tó por uti­li­zar el mo­de­lo de Rat­kowsky (1990), el cual se uti­li­zó por pri­me­ra vez para este pro­pó­si­to y des­cri­bió la ten­den­cia de los da­tos ob­ser­va­dos con un me­jor ajus­te. **Pese a que el  $L_{c50}$  de los or­ga­nis­mos que se co­mer­cia­lizan en Aca­pul­co, Guer­re­ro, fue li­ge­ra­men­te me­nor a la tal­la de pri­me­ra ma­du­rez re­por­ta­da por Ro­jas (1988),** la es­pe­cie es po­si­ble­men­te afec­ta­da por la pre­sión de la pes­ca en la re­gión, con im­pli­ca­cio­nes pro­ba­bles a cor­to pla­zo si se con­ti­núa con la mis­ma di­ná­mi­ca de ex­plo­ta­ción.

## Con­clu­sio­nes

La ex­po­si­ción al oleaje de los si­tios de reco­lec­ta no in­fluyó en el pa­trón de dis­per­sión es­pa­cial agre­ga­do y de­ter­mi­na­do en el pre­sen­te tra­ba­jo.

El ti­po de cre­ci­mien­to de la es­pe­cie fue alo­mé­tri­co ne­ga­ti­vo, sin dis­tingo de la ubi­ca­ción ge­o­grá­fi­ca, pe­ri­o­do de es­tudio o ca­rac­te­rís­ti­cas am­bien­ta­les de cada si­to de es­tudio.

El fac­tor de con­ver­sión que se uti­li­zó en la ob­ten­ción de las tal­las re­ales de las lon­gi­tu­des de los mús­cu­los, pre­sen­tes en cap­tu­ras de co­mer­cia­li­za­ción de *C. arti­cu­la­tus*, per­mitirá co­no­cer el es­ta­do ac­tual de las tal­las cap­tu­ra­das.

**Es pro­ba­ble que en la ac­tualidad el sos­tén de las cap­tu­ras se de­ba a que aún exis­ten tal­las mí­ni­mas ( $L_{c50}$ ) en los si­tios de mues­treo que con­tri­bu­yen al reclu­ta­mien­to de la po­bla­ción vul­ne­ra­ble al mer­ca­do lo­cal.**

## 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 apro­ve­cha­mien­to” (clave: GUE2008-C01-91724). A los pro­fe­so­res-in­ves­ti­ga­do­res y co­la­bo­ra­do­res es­tu­dian­tes de las uni­ver­si­da­des Au­tó-

noma de Guerrero y Autónoma de Nayarit, que participaron en la realización de la investigación. A los revisores del presente manuscrito, por sus acertadas observaciones.

## Literatura citada

- Aguilera, M.A. y Navarrete, S.A. (2011). Distribution and activity patterns in a intertidal grazer assemblage: influence of temporal and spatial organization on interspecific associations. *Marine Ecology Progress Series*, 431: 119-136.
- Andreawartha, H.G. (1973). *Introducción al estudio de poblaciones animales*. Madrid, España: Editorial Alhambra.
- Esqueda, M.C.; Ríos-Jara, E.; Michel-Morfín, J.E. y Landa-Jaime, V. (2000). The vertical distribution and abundance of gastropods and bivalves from rocky beaches of Cuastecomate Bay, Jalisco, Mexico. *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 de *Chitonarticularatus* (Sowerby, 1832) en las islas Pájaros y Venados de la bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78 (2): 23-31.
- Galeana-Rebolledo, L.; Suastegui-Herrera, M.A.; Torales-Gutiérrez, G.; Millán-Román, M.A.; García-Ibañez, S.; Flores-Garza, R.; Flores-Rodríguez, P. y Arana-Salvador, D.G. (2007). Estudio de la población del *Chitonarticularatus* (Sowerby, 1832) en Playa Ventura, Copala, Guerrero, como un recurso de importancia comercial. En: E. Ríos-Jara, M.C. Esqueda-González y C.M. Galván-Villa (Eds.), *Estudios sobre la Malacología y Conquiliología en México* (pp. 185-187). Jalisco, México: Universidad de Guadalajara.
- García-Ibañez, S.; Flores-Rodríguez, P.; Flores-Garza, R.; Olea-de-la-Cruz, F.G.; Valencia-Santana, F.J.; Arana-Salvador, D.G. y Alarcón-Navarrete C.A. (2009). Análisis preliminar sobre uso de poliplacóforos en el municipio de Acapulco, Guerrero, como parte de la generación de propuestas sostenibles del recurso. En: L.J. Rangel Ruíz (presidente), *Memorias de la XI Reunión Nacional de Malacología y Conquiliología*. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Holguín-Quñones, O.E. y Michel-Morfín, J.E. (2002). Distribution, density and length-weight relationship of *Chitonarticularatus* (Sowerby, 1832) (Mollusca: *Polyplacophora*) on Isla Socorro, Revillagigedo, Archipiélago, México. *Journal of Shellfish Research*, 21: 239-241.
- Holguín-Quñones, O.E. (2006). Moluscos bentónicos de interés económico y potencial de las costas de Jalisco, Colima y Michoacán, México. En: M.C. Jiménez-Quiroz y E. Espino-Barr (Eds.), *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán* (pp. 121-131). México: Instituto Nacional de la Pesca, Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca.

- Kelhaer, B.P. y Cole, V.J. (2004). Variation in abundance and size-structure of populations of the small chiton, *Acanthopleuravetrojecta*. *Journal of Molluscan Studies*, 71 (2): 145-151.
- Krebs, J.C. (1999). *Ecological methodology*. Menlo Park, Estados Unidos: Addison Wesley Longman.
- Lewis, J.R. (1964). *The ecology of rocky shores*. London: The English Universities Press LTD.
- Marchetti, K.E. y Geller, J.B. (1987). The effects of agregation and microhabitat on desiccation and body temperature of the black turban snail *Tegula funebris* (A. Adams, 1985). *The Veliger*, 30 (2): 127-133.
- Ogle, D. (2012). Fish R vignette - Length - Weight relationship. Consultado el 27 de noviembre de 2012. Disponible en: <http://www.ncfaculty.net/dogle/fishR/gnrlex/RelativeWeight.pdf>.
- Otaiza, R. y Santelices, B. (1985). Vertical distribution of chitons (mollusca *Polyplacophora*) in the rocky intertidal zone of central Chile. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 86: 229-240.
- Otway, N.M. (1994). Population ecology of the low-shore chitons *Ornithochiton quercinus* and *Plaxiphora albida*. *Marine Biology*, 121, 105-116.
- Peckol, P. y Guarnagia, S. (1989). Zonation and behavioral patterns of the intertidal gastropods *Nodilittorina (tectininus) antoni* (Philippi, 1846) and *Neritaversi color* (Gmelin, 1791), in the Bahamas. *The Veliger*, 32 (1): 8-15.
- Ramírez-González, A. (2006). *Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- Reyes-Gómez, A. (1999). Sistemática de los quitones (*mollusca Polyplacophora*) de la Colección Nacional de Moluscos del Instituto de Biología UNAM. Tesis de licenciatura (biología). México: Facultad de Ciencias-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Reyes-Gómez, A. y Salcedo-Vargas, M. (2002). The recent mexican chiton (*Mollusca: Polyplacophora*) species. *The Festivus*, 34 (2): 17-27.
- Ríos-Jara, E.; Pérez-Peña, M.; López-Urriarte, E. y Juárez-Carrillo, E. (2006). Biodiversidad de moluscos marinos de Jalisco y Colima, con anotaciones sobre su aprovechamiento en la región. En: M.C. Jiménez-Quiroz y E. Espino-Barr (Eds.), *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán* (pp. 103-120). México: Instituto Nacional de la Pesca, Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- Rojas-Herrera, A. (1988). Análisis biológico-pesquero de la cucaracha de mar (*Chiton articulatus*, Sowerby, 1832) de Acapulco, Guerrero, México. En: *Memorias del IX Congreso Nacional de Zoología* (pp. 151-156). Villahermosa, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y Sociedad Mexicana de Zoología.
- Ruppert, E.E. y Barnes, R.D. (1996). *Zoología de los invertebrados*. México: McGraw-Hill Interamericana.

- Valdés-González, A.; Flores-Rodríguez, P.; Flores-Garza, R. y García-Ibañez, 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 Shellfish Research*, 23: 3.
- Wayne, W.D. (2004). *Bioestadística*. Atlanta, Estados Unidos: Limusa Wiley, Georgia State University.
- Zar, J.H. (1999). *Biostatistical Analysis*. 4<sup>a</sup> ed. Englewood Cliffs, Estados Unidos: Editorial Prentice-Hall.