

Diagnóstico pesquero de *Chiton articulatus* (Mollusca: Polyplacophora) en Acapulco, México

Fisheries diagnostic of *Chiton articulatus* (Mollusca: Polyplacophora) at Acapulco, Mexico

Sergio García-Ibáñez¹, Rafael Flores-Garza¹, Pedro Flores-Rodríguez¹, Juan Violante-González¹, Arcadio Valdés-González² y Francis Giovani Olea-de la Cruz¹

¹Unidad Académica de Ecología Marina, Universidad Autónoma de Guerrero, Gran Vía Tropical Nº 20, Fraccionamiento Las Playas, Acapulco, Guerrero, C.P. 39390, México. sergariba@yahoo.com.mx

²Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, CP 66450, México

Abstract.- Chitons are marine mollusks morphologically composed of a large muscular foot which allows them to conform to irregular surfaces. Few species as *Chiton articulatus* are used for human consumption. During April, July and December of 2009, 2010 and 2011, an evaluation was conducted on *C. articulatus* at Acapulco, Mexico. Number, size and weight of individuals caught in fishing were recorded. Simultaneously, during October and December 2009, February and April 2010, field work was carried at 4 locations to record the amount, size and weight of individuals caught for biometric analysis of the total length versus foot length and foot weight. Two models were obtained to estimate the total length. There were 4,007 *C. articulatus* feet acquired; the linear model estimated lengths from 39.75 to 48.27 mm; and the potential model calculated lengths from 43.09 to 54.97 mm. On a time scale, both estimates showed a trend of decreasing the annual arithmetic mean captured. The caught of *C. articulatus* in Acapulco can be considered as coastal artisanal fisheries. Furthermore, the variations in amount and sizes of the specimens were related to capture and weather season. Unregulated fishing effort may impact the population dynamics affecting the community structure and dynamics on the rocky shore.

Key words: *Chiton articulatus*, Polyplacophora, Acapulco, fishery

Resumen.- Los quitones son moluscos marinos con un gran pie muscular que les permite amoldarse a superficies irregulares. Algunas especies como *Chiton articulatus*, se utilizan para el consumo humano. Durante abril, julio y diciembre de 2009, 2010 y 2011, se realizó un diagnóstico de su pesca en Acapulco, México. Se registró la abundancia total de captura, tallas y pesos de ejemplares capturados en pesca artesanal. En octubre y diciembre 2009 así como febrero y abril 2010, se realizaron muestreos biológicos de la especie para analizar relaciones biométricas de la longitud total con la longitud y peso del pie. Se obtuvieron dos modelos para estimar la longitud total. Se registraron 4.007 pies de la especie. Con el modelo lineal se estimaron longitudes del organismo entre 39,75 y 48,27 mm; con el modelo potencial se encontraron entre 43,09 y 54,97 mm. En una escala de tiempo, ambas estimaciones presentaron una tendencia de disminución anual del promedio de longitud. La pesca de *C. articulatus* puede considerarse como artesanal. La cantidad y tallas de captura se relacionaron con la temporada climática. Ante la falta de una estrategia de manejo sostenido del recurso, la pesca no regulada puede generar cambios poblacionales de la especie y afectar la estructura y dinámica de la comunidad de organismos intermareales.

Palabras clave: *Chiton articulatus*, Polyplacophora, Acapulco, pesquería

INTRODUCCIÓN

La Clase Polyplacophora está constituida por un grupo de moluscos conocidos como quitones, cuya morfología se ha mantenido constante por más de 500 millones de años (Eernisse 2007). Estos moluscos viven desde la zona intermareal hasta profundidades de 2.000 m (Keen 1971), presentan 8 valvas articuladas, aunque existen especímenes raros que pueden tener 6, 7 ó 9 valvas rodeadas por una banda de tejido muscular llamada perinoto o cinturón (Eernisse *et al.* 2007). La disposición

de las valvas así como el gran pie muscular que tienen, les permite proteger sus partes blandas y acoplarse perfectamente a superficies irregulares y duras de su hábitat.

A nivel mundial existen trabajos especializados sobre sistemática de quitones (Kaas & Van Belle 1985, 1990, 1994, Skoglund 2001). En México, diversos estudios resaltan la importancia de los quitones como parte de un grupo de

especies de moluscos y la descripción de su ambiente (Valdés-González *et al.* 2004, Flores-Garza *et al.* 2007, 2011, Flores-Rodríguez *et al.* 2007, Reyes-Gómez *et al.* 2010), así como aquellos que se enfocan en *Chiton articulatus* Sowerby, 1832 (Rojas-Herrera 1988, Holguín & Michel-Morfín 2002, Galeana-Rebolledo *et al.* 2007).

Los quitones también son utilizados como alimento para el consumo humano y la elaboración de artículos de ornato. Las especies que pueden ser consumidas en México son *C. articulatus* así como *C. stokessi* Broderip, 1832 (Poutiers 1995) mientras que Holguín-Quiñones (2006), menciona que la especie *C. albolineatus* Broderip & Sowerby, 1829 también es viable para el consumo humano.

En el Pacífico mexicano, *C. articulatus* es conocida como ‘cucaracha de mar’ o ‘lengua de perro’ y se consume en localidades de Jalisco, Colima, Guerrero y Oaxaca (Ríos-Jara *et al.* 2006, Villegas-Maldonado *et al.* 2007). Sin embargo, la pesquería de *C. articulatus* es considerada como de subsistencia (Flores-Campaña *et al.* 2007), y de acuerdo a los lineamientos de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (DOF 2007¹) así como a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (DOF 2012²), no existen programas para su regulación y aprovechamiento sostenible. Por otra parte, se desconoce el efecto de la variabilidad ambiental en las actividades pesqueras de la especie (Ruíz & Madrid 1997, Villerías & Sánchez 2010), *e.g.*, la temporada de lluvias y huracanes (SCT 2011), así como la circulación costera del Pacífico Tropical Oriental (Wyrski 1965, Trasviña *et al.* 1999, Lavín *et al.* 2006, Trasviña & Barton 2008).

En un periodo de 16 años, las publicaciones del Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca (SAGARPA 2012), registran datos de la pesquería de la ‘cucaracha’, sin precisar detalles. A nivel internacional, en los registros de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2010a) tampoco se puntualiza al respecto. No obstante, destacan que el problema de una pesquería clasificada como de ‘pequeña escala’, por su condición puede estar subestimada en las estadísticas oficiales (FAO 2010b). Debido a que la pesca de quitones no se encuentra regulada, y bajo el supuesto

de que dicha actividad no presenta cambios en volúmenes y tallas a lo largo del tiempo, durante 2009, 2010 y 2011, se realizó un diagnóstico de la captura de *C. articulatus* en Acapulco, Guerrero, México, registrando la cantidad de ejemplares ofrecidos para el consumo humano, y estimando la longitud de captura, con la finalidad de conocer si el recurso se encuentra bajo una fuerte presión pesquera que pueda comprometer sus poblaciones, con lo que la información generada coadyuvará a la formulación de una estrategia de su uso y manejo sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Ciudad y Puerto de Acapulco se ubica en el Estado de Guerrero, México, entre 16°41’ y 17°14’N y entre 99°28’ y 101°00’W. En base al sistema de Clasificación Climática de Köpen modificada por García (1981), Acapulco pertenece a una zona que se define como cálida-subhúmeda, con lluvias en verano (Aw, wi) y con 5 a 10% de lluvia invernal. De acuerdo a la cartas geológicas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática Acapulco E14-11 (escala 1:250,000), a Mottana *et al.* (1980), y a observaciones de campo, la costa rocosa está compuesta por material plutónico, ígneo intrusivo tipo granito-granodiorita del jurásico-cretácico J-K (Gr-Gd). Además, frente a las costas de los Estados de Guerrero y Michoacán, existe una alberca de agua cálida que favorece el desarrollo de convección profunda y precipitación (Trasviña *et al.* 1999), lo que influye en la constitución de una provincia biogeográfica de mar abierto con una comunidad biológica distinta (Lavín *et al.* 2006).

Acapulco es un puerto turístico internacional, con una gastronomía que incorpora a los moluscos como ingrediente esencial; la forma clásica de preparación de *C. articulatus* es el platillo ‘cucarachas de mar a la mexicana’. Para la obtención del pie de *C. articulatus*, entre enero y abril de 2009, en Acapulco se visitaron 201 sitios de venta de alimentos preparados a base de pescados y mariscos. En sólo 55 sitios se ofrecían las ‘cucarachas de mar a la mexicana’, de los cuales, en 29 su venta resultó ‘Frecuente’, es decir, donde regularmente se ofrece el producto.

¹DOF. 2007. Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, Publicada en el Diario Oficial de la Federación. <www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPAS.pdf>

²DOF. 2012. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. <www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf> 2012>

Para determinar un tamaño de muestra a partir de 29 sitios de venta, se consideró una población finita de máxima varianza, utilizando la siguiente expresión:

$$n = \frac{N \times Z^2 p * q}{d^2 (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

donde, N = Total de sitios de venta = 29; Z = 1,96 = valor para un intervalo de confianza de 95%; p = proporción esperada = 0,5; q = 1- p y d = precisión = 15%.

El tamaño de muestra obtenido fue $n = 7$ sitios de venta ‘Frecuente’, los que se seleccionaron aleatoriamente y fueron fijos para el estudio. Los sitios de venta son: ‘La Vaca’ (16°49’48,99”N y 99°54’21,90”W), ‘Gaviota’s Noria’ (16°51’14,8”N y 99°51’10,75”W), ‘Pano’ (16°51’11,1”N y 99°54’13,14”W), ‘El Pelón’ (16°51’11,10”N y 99°54’13,14”W), ‘Diana’ (16°50’30,02”N y 99°54’53,17”W), ‘El Conejo’ (16°49’52,68”N y 99°54’9,65”W) y ‘Zerimar’ (16°50’33,97”N y 99°54’47,17”W).

El estudio se realizó durante abril (A), julio (J) y diciembre (D) del 2009, 2010 y 2011. De acuerdo a información de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT 2011), en Acapulco, dichos meses presentan gradientes de variabilidad climática; además se relacionan con los periodos vacacionales de ‘Semana Santa’, ‘Verano’ e ‘Invierno’, respectivamente. En cada uno de los 7 sitios de venta se adquirió un platillo u orden de ‘cucarachas de mar a la mexicana’. Se registró la cantidad ($N_{pie\ adquirido}$), longitud ($L_{pie\ adquirido}$) y peso ($W_{pie\ adquirido}$) de los pies de *C. articulatus* que contenía cada orden. Se utilizaron un vernier digital de precisión 0,01 mm y una balanza con sensibilidad de 0,1 g. La longitud se registró en milímetros (mm) y el peso en gramos (g). El análisis se hizo por años y meses, calculando la media (M), desviación estándar (DE), valor mínimo (MIN) y máximo (MAX) de $N_{pie\ adquirido}$, $L_{pie\ adquirido}$ y $W_{pie\ adquirido}$, además de calcular la correlación bivariada de Pearson de $N_{pie\ adquirido}$ y $L_{pie\ adquirido}$, y obtener su gráfico de dispersión.

RECOLECTA BIOLÓGICA Y AJUSTE DE MODELOS REGRESIVOS

Durante octubre y diciembre de 2009 así como febrero y abril de 2010, se realizaron recolectas de *C. articulatus*, en 4 sitios rocosos de Acapulco. Los sitios presentan gradientes de variabilidad en cuanto a la estructura y complejidad de la roca, así como en lo que respecta a la intensidad o energía del oleaje. Los lugares fueron ‘Los Pilares’ (16°49’16,22”N y 99°54’5,12”W), ‘Jaramillo’ (16°52’22,83”N y 99°56’23,42”W), ‘Majahua’ (16°47’42,93”N

y 99°50’32,23”W) y ‘Palmitas’ (16°49’29,93”N y 99°54’35,47”W). En cuanto a la estructura o características macroscópicas de la roca, así como la complejidad o respuesta a factores ambientales, puede afirmarse que ‘Jaramillo’ y ‘Majahua’, son sitios de acumulación y abrasión, compuestos por bloques o cantos rodados de tamaño variable así como poca frecuencia de fracturas y muy baja rugosidad; mientras que ‘Los Pilares’ y ‘Palmitas’ son macizos rocosos con gran cantidad de discontinuidades que se manifiestan en la presencia de diaclasas, rugosidades y fracturas. En cuanto al oleaje, ‘Los Pilares’ y ‘Jaramillo’ son sitios expuestos a mar abierto, por lo que el oleaje es intenso; ‘Palmitas’ se ubica en el llamado Canal de Boca Chica formado por la Isla La Roqueta y la Península de Las Playas, y ‘Majahua’ se encuentra dentro de la Bahía de Puerto Marqués, y en virtud de dicha condición ambos sitios pueden considerarse de oleaje menos intenso. Se recolectaron 2.198 ejemplares de *C. articulatus*, de los cuales se obtuvo una submuestra de 415 ejemplares. Dicho procedimiento consistió en seleccionar previamente y de manera aleatoria, 3 m² de un total de 20 m² muestreados por sitio y fecha, de tal manera que los organismos de dichos cuadrantes fueron trasladados al laboratorio donde se hizo la disección y registro de biometrías; se aplicó la prueba de normalidad de Kolgomorov-Smirnov a la longitud de los organismos. La determinación de la especie se apoyó con literatura especializada (Keen 1971, Sirenko 2006). A cada ejemplar se le determinó la longitud total (L_{total}), que se midió desde el inicio de la parte anterior del cinturón en la placa cefálica hasta la parte final del cinturón en la placa anal. Posteriormente, el pie fue separado y eviscerado, registrando su longitud (mm) y peso (g), ($L_{pie\ recolectado}$) y ($W_{pie\ recolectado}$) respectivamente. Se obtuvo la media (M), desviación estándar (DE), valor mínimo (MIN) y máximo (MAX), de L_{total} , $L_{pie\ recolectado}$ y $W_{pie\ recolectado}$.

Se analizaron las relaciones L_{total} - $L_{pie\ recolectado}$ y L_{total} - $W_{pie\ recolectado}$, ajustando un modelo lineal y potencial, respectivamente. El mejor ajuste se evaluó con los resultados del coeficiente de correlación de Pearson, el coeficiente de determinación (R^2) y el análisis de varianza (ANDEVA).

ESTIMACIÓN DE LA LONGITUD TOTAL DE CAPTURA

Para estimar la longitud total de captura ($L_{total\ estimada}$) de los individuos de *C. articulatus* que integraron cada orden de ‘cucaracha de mar a la mexicana’, en los modelos lineal y potencial obtenidos, se sustituyeron las variables $L_{pie\ recolectado}$ y $W_{pie\ recolectado}$ por $L_{pie\ adquirido}$ y $W_{pie\ adquirido}$, respectivamente.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de los pies de *Chiton articulatus*, adquiridos por año de estudio en Acapulco, México / Descriptive statistics of *Chiton articulatus* feet, acquired by study year at Acapulco, Mexico

	Estadístico	$N_{pie\ adquirido}$	$L_{pie\ adquirido}$	$W_{pie\ adquirido}$
2009	M	63,00	32,62	1,45
	DE	28,37	6,77	0,89
	MIN	25,00	13,19	0,30
	MAX	133,0	61,61	7,90
2010	M	60,57	32,51	1,36
	DE	20,11	6,52	0,82
	MIN	18,00	18,17	0,20
	MAX	103,0	54,44	5,30
2011	M	67,23	31,11	1,18
	DE	17,62	5,98	0,68
	MIN	46,00	17,63	0,20
	MAX	117,0	55,86	5,40

Estadístico (M= media; DE= desviación estándar; MIN= valor mínimo; MAX= valor máximo); $N_{pie\ adquirido}$ = cantidad de pies adquiridos; $L_{pie\ adquirido}$ = longitud de los pies adquiridos; $W_{pie\ adquirido}$ = peso de los pies adquiridos

Se calculó la media (M) así como el Límite Inferior (LI) y Límite Superior (LS) de $L_{total\ estimada}$, por los 3 años y 9 meses de estudio. Por cada modelo se elaboraron histogramas de frecuencias para comparar la distribución de $L_{total\ estimada}$ durante los meses de estudio.

RESULTADOS

ADQUISICIÓN DEL PIE DE *CHITON ARTICULATUS*

Se muestrearon un total de 63 platillos u órdenes del producto ‘Cucarachas de mar a la mexicana’, registrando $N_{pie\ adquirido} = 4007$ pies de la especie. El 97,15% (3893) fueron pies completos, mientras que al resto les faltó una proporción de carne, lo cual es debido al proceso de evisceración y preparación del platillo. El número de pies fue variable, fluctuando entre 18 y 133 pies orden⁻¹ con media de 61,79 pies orden⁻¹ (DE = 24,32). Una extrapolación sobre el uso del recurso, permite calcular que la venta de una sola orden de 62 individuos en cada uno de 29 sitios de venta frecuente de Acapulco, significa el sacrificio de 1798 ejemplares para el consumo humano. Los valores de $L_{pie\ adquirido}$ se encontraron entre 13,19 y 61,61 mm, y en lo que corresponde a $W_{pie\ adquirido}$, la escala se ubicó de 0,20 a 7,90 g. Durante el estudio las medias anuales de $L_{pie\ adquirido}$ y $W_{pie\ adquirido}$ presentaron una tendencia descendente (Tabla 1).

En un análisis por meses de estudio, las menores medias de $N_{pie\ adquirido}$ se observaron en diciembre 2009 y abril 2010, y las mayores en julio 2009 y 2010. La variable $L_{pie\ adquirido}$ presentó un patrón más regular, ya que en todos

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de los pies de *Chiton articulatus*, adquiridos por mes de estudio en Acapulco, México / Descriptive statistics of *Chiton articulatus* feet, acquired by study month at Acapulco, Mexico

		Estadístico	$N_{pie\ adquirido}$	$L_{pie\ adquirido}$	$W_{pie\ adquirido}$
2009	Abril	M	59,86	32,85	1,47
		DE	26,66	7,20	0,96
		MIN	26,00	16,08	0,30
		MAX	107,00	61,61	7,90
	Julio	M	83,86	30,58	1,19
		DE	30,44	5,57	0,62
		MIN	54,00	13,19	0,30
		MAX	133,00	48,22	4,00
	Diciembre	M	45,29	36,21	1,94
		DE	12,67	6,77	1,05
		MIN	25,00	20,12	0,30
		MAX	60,00	53,79	6,40
2010	Abril	M	46,00	33,78	1,55
		DE	18,65	6,85	0,93
		MIN	18,00	18,17	0,20
		MAX	74,00	54,44	5,20
	Julio	M	76,86	29,77	1,02
		DE	18,45	5,49	0,57
		MIN	47,00	18,68	0,30
		MAX	103,00	47,78	3,80
	Diciembre	M	58,86	35,08	1,66
		DE	9,97	6,16	0,83
		MIN	40,00	20,64	0,40
		MAX	66,00	53,83	5,30
2011	Abril	M	76,43	29,84	1,09
		DE	24,86	6,14	0,74
		MIN	46,00	19,38	0,20
		MAX	117,00	55,86	5,40
	Julio	M	62,57	29,75	0,97
		DE	10,74	5,01	0,47
		MIN	47,00	17,63	0,20
		MAX	75,00	44,73	2,70
	Diciembre	M	62,71	33,86	1,50
		DE	12,42	5,76	0,67
		MIN	49,00	18,47	0,20
		MAX	79,00	55,30	4,40

Estadístico (M= media; DE= desviación estándar; MIN= valor mínimo; MAX= valor máximo); $N_{pie\ adquirido}$ = cantidad de pies adquiridos; $L_{pie\ adquirido}$ = longitud de los pies adquiridos; $W_{pie\ adquirido}$ = peso de los pies adquiridos

los casos las menores medias se registraron en julio, y las mayores en diciembre; el mismo comportamiento presentó $W_{pie\ adquirido}$ (Tabla 2). Se observó una relación inversa y significativa de $N_{pie\ adquirido}$ con $L_{pie\ adquirido}$ (Pearson = -0,792, $P = 0,01$), de tal manera que a una mayor cantidad de pies musculares se registró una menor media de longitud (Fig. 1).

RECOLECTA BIOLÓGICA Y AJUSTE DE MODELOS REGRESIVOS

A partir de 415 ejemplares, los cuales en función de su L_{total} presentaron una distribución aproximadamente normal (Kolmogorov-Smirnov = 1,233, $P = 0,096$), se determinó una media de L_{total} igual a 41,49 mm (DE = 8,42), con valores mínimo y máximo de 18,02 y 74,99 mm,

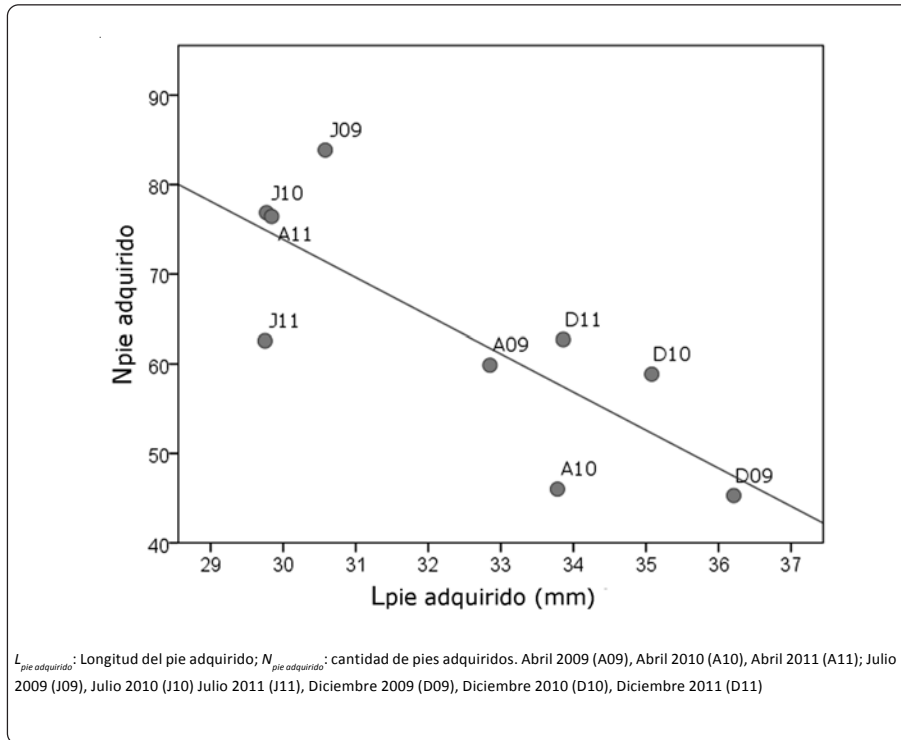


Figura 1. Relación de la longitud y cantidad de pies de *Chiton articulatus*, obtenidos en Acapulco, México / Relationship between length and amount of *Chiton articulatus* feets, acquired at Acapulco, Mexico

respectivamente. La media de $L_{pie\ recolectado}$ fue 31,05 mm (DE = 7,02), con valor mínimo de 12,07 mm y máximo de 60,21 mm; la media de $W_{pie\ recolectado}$ fue de 0,91 g (DE = 0,54), con valores mínimo y máximo de 0,10 y 4,30 g, respectivamente. La relación entre L_{total} y $L_{pie\ recolectado}$ obtuvo su mejor expresión mediante el modelo lineal (ANDEVA F_(7,748) = 53873,31, $P = 0,001$), presentando una correlación alta, positiva y estadísticamente significativa (Pearson = 0,996, $P = 0,001$), con $R^2 = 0,99$. La relación entre L_{total} y $W_{pie\ recolectado}$ alcanzó su mejor expresión a partir de un modelo potencial (ANDEVA F_(0,040) = 3447,61, $P = 0,001$), el cual presentó una correlación alta, positiva y significativa (Pearson = 0,946, $P = 0,001$), con $R^2 = 0,89$. El modelo lineal (Ecuación 1) y potencial (Ecuación 2), se expresan como a continuación:

$$L_{pie\ recolectado} = 0,749 (L_{total}) \quad \text{Ec. 1}$$

$$W_{pie\ recolectado} = 0,000022 (L_{total})^{2,82} \quad \text{Ec. 2}$$

donde $L_{pie\ recolectado}$ = longitud del pie obtenido en la recolecta; $W_{pie\ recolectado}$ = peso del pie obtenido en la recolecta; L_{total} = longitud total del pie obtenido en la recolecta.

Al despejar L_{total} , se obtuvieron las siguientes

expresiones:

$$L_{total} = \frac{L_{pie\ recolectado}}{0,749} \quad \text{Ec. 3}$$

$$L_{total} = 10^{\frac{\log_{10} W_{pie\ recolectado} - \log_{10} (0,000022)}{2,82}} \quad \text{Ec. 4}$$

donde las definiciones de variables son como en las ecuaciones 1 y 2.

ESTIMACIÓN DE LA LONGITUD TOTAL DE CAPTURA

Los valores de $L_{total\ estimada}$ obtenidos con las ecuaciones 3 y 4, presentaron diferencias entre sí, de tal manera que los estimados con la ecuación 3, siempre fueron menores a los estimados por la ecuación 4.

En el análisis por año, las medias generadas por ambos modelos fueron menores a 50 mm, y fue evidente observar una disminución gradual de la media de $L_{total\ estimada}$, de tal forma que los mayores valores se registraron en 2009 y los menores en 2011 (Tabla 3).

Por meses de estudio, los valores de $L_{total\ estimada}$ obtenidos por la ecuación 3, presentaron medias entre

Tabla 3. Longitudes estimadas de captura de *Chiton articulatus*, por año de estudio / Lengths estimated catch of the species *Chiton articulatus* by study year

		Estadístico	Ecuación 3	Ecuación 4
2009	M	43,55	49,30	
	LI	43,05	48,75	
	LS	44,05	49,86	
2010	M	43,41	48,19	
	LI	42,92	47,64	
	LS	43,89	48,74	
2011	M	41,53	45,99	
	LI	41,11	45,51	
	LS	41,96	46,47	

Estadístico (M= media; LI= límite inferior de estimación; LS= límite superior de estimación)

39,73 y 48,34 mm; los valores generados por la ecuación 4 mostraron medias entre 43,09 y 54,97 mm. Aún cuando las medias estimadas por ambos modelos presentaron diferencias entre sí, mostraron un patrón similar, donde los valores más pequeños los registraron en julio y los más grandes en diciembre (Tabla 4).

El histograma de frecuencias obtenido por la ecuación 3, no presentó intervalos vacíos, pero sí sucedió en la ecuación 4 (Fig. 2). Sin embargo, ambos histogramas coinciden en presentar las mayores aglomeraciones de frecuencias en julio, y una mayor amplitud y distribución más uniforme de los intervalos de frecuencias en diciembre. Del total de valores de $L_{total\ estimada}$ obtenidos por la ecuación 3, el 46,5% (1.811) fueron menores o iguales a 40,99 mm y sólo el 4% (164) fueron mayores o iguales a 59,0 mm.

DISCUSIÓN

Diversos autores han mencionado que *Chiton articulatus* es un recurso capturado para su consumo a lo largo del Pacífico Mexicano (Holguín & Michel-Morfín 2002, Galeana-Rebolledo *et al.* 2007 y Villegas-Maldonado *et al.* 2007), y según los resultados de esta investigación, se observó que en Acapulco se captura en grandes cantidades, durante cualquier época del año y sin restricciones en cuanto a la longitud. Al respecto, Flores-Campaña *et al.* (2007) mencionan que *C. articulatus* no cuenta con protección ni regulación de captura, y que su pesca es una actividad de subsistencia temporal o complementaria de otras actividades en la bahía de Mazatlán, Sinaloa.

Tabla 4. Longitudes estimadas de captura de *Chiton articulatus*, por mes de estudio / Lengths estimated catch of the species *Chiton articulatus* by study month

			Estadístico	Ecuación 3	Ecuación 4
2009	Abril	M	43,86	49,27	
		LI	42,89	48,19	
		LS	44,83	50,35	
	Julio	M	40,83	46,34	
		LI	40,22	45,68	
		LS	41,43	46,99	
	Diciembre	M	48,34	54,97	
		LI	47,33	53,81	
		LS	49,35	56,14	
2010	Abril	M	45,10	50,46	
		LI	44,09	49,30	
		LS	46,10	51,62	
	Julio	M	39,75	43,81	
		LI	39,13	43,12	
		LS	40,38	44,51	
	Diciembre	M	46,84	52,11	
		LI	46,03	51,20	
		LS	47,64	53,02	
2011	Abril	M	39,84	44,32	
		LI	39,12	43,49	
		LS	40,56	45,15	
	Julio	M	39,73	43,09	
		LI	39,09	42,37	
		LS	40,36	43,81	
	Diciembre	M	45,21	50,70	
		LI	44,49	49,96	
		LS	45,93	51,44	

Estadístico (M= media; LI= límite inferior de estimación; LS= límite superior de estimación)

Las publicaciones del Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca, de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, a partir de 1995 reportan la pesquería de la ‘cucaracha de mar’ dentro de la clasificación ‘Otras’ u ‘Otras especies sin registro oficial’ (ahí se incluyen diversas especies de peces, corales, erizos, pepinos de mar, ostiones y ranas, entre otras), sin detallar información sobre la(s) especie(s) y volúmenes de captura (SAGARPA 2012). En informes internacionales como Statistics and Information Service of the Fisheries and Aquaculture Department, (FAO 2010a), no existe información al respecto. La pesca en pequeña escala y de subsistencia está considerablemente infravalorada, a pesar de que generan más de la mitad de las capturas marinas y continentales del mundo (FAO 2010b). En México y a nivel internacional, la pesquería de *C. articulatus* a pesar de tener demanda en varias localidades costeras del Pacífico Mexicano, los registros de información al respecto son imprecisos o nulos.

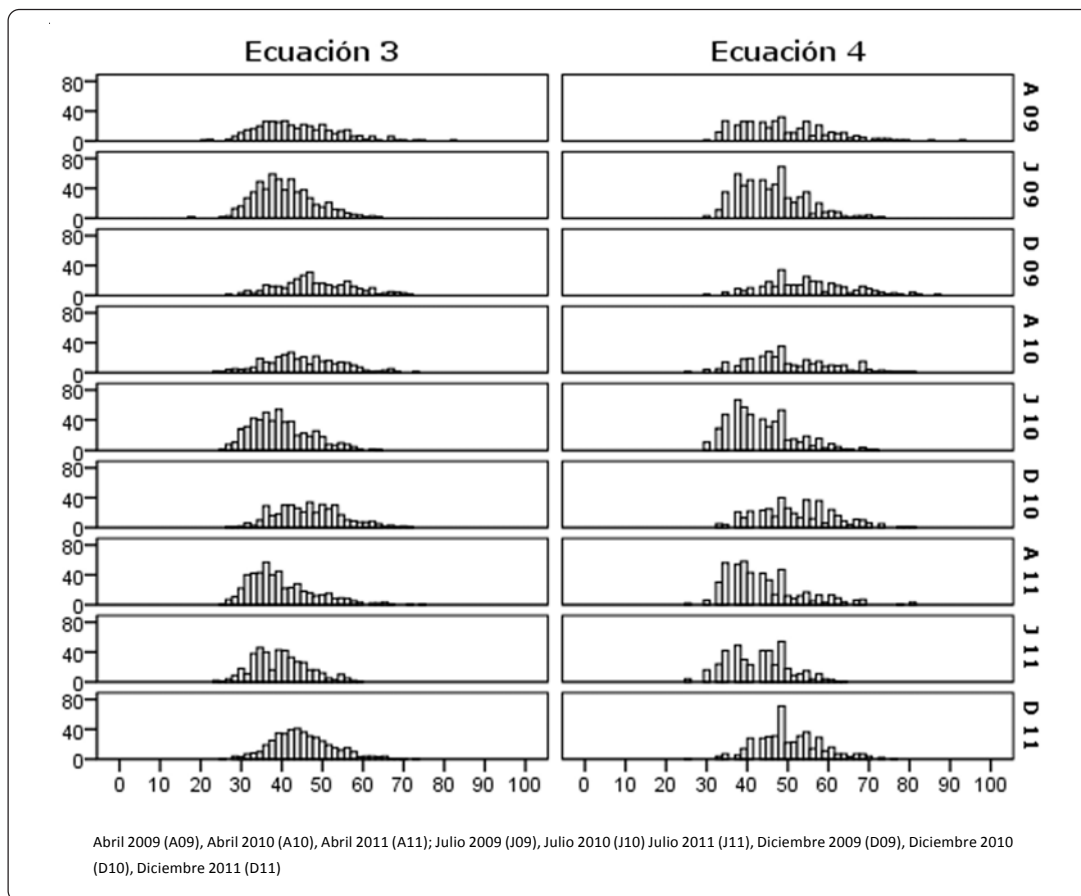


Figura 2. Distribución de frecuencia de las longitudes estimadas de captura de *Chiton articulatus*, Acapulco, México /
 Frequency distribution of lengths estimated catch of *Chiton articulatus* species, Acapulco, Mexico

Por otra parte, resultó evidente la existencia de un patrón en la pesca de la especie a través del tiempo, lo que se reflejó en la consistencia de las cantidades, longitudes y pesos de los ejemplares capturados en ciertas fechas o temporadas de los años de estudio. De esta manera, se observó que durante verano se extraen gran cantidad de organismos de longitudes pequeñas, mientras que en invierno, la cantidad disminuye pero las longitudes son considerablemente mayores. Además, es necesario resaltar la tendencia decreciente de la media de la longitud anual de los ejemplares, lo que puede manifestar una fuerte presión pesquera del recurso. Poutiers (1995) mencionó que en México, por sus abundancias y longitudes *C. articulatus* resulta de interés para la pesca y consumo, sin embargo, Holguín-Quñones (2006) señaló un decremento poblacional de la especie en costas de Colima y Jalisco, debido a un proceso de extracción no organizado y captura excesiva de individuos de longitudes mayores a 60 mm. De esta manera, es necesaria la regulación de la

pesca del recurso, lo que implica un estudio sobre sus épocas reproductivas, implementar un periodo de veda y un estándar de la longitud de captura.

Ríos-Jara *et al.* (2006) así como Flores-Campaña *et al.* (2007), mencionan que en la zona costera de Jalisco, Colima y Sinaloa, México, la demanda y venta de *C. articulatus* varía a lo largo del año, y se relaciona con las costumbres, tradiciones, necesidades de los pescadores y temporadas climáticas. El presente estudio determinó que en Acapulco, la pesca y oferta de la especie se realiza durante todo el año, donde los volúmenes y longitudes de captura se encuentran relacionados con las condiciones climáticas anuales así como las características del hábitat de la especie.

Ruiz & Madrid (1997) y Villerías & Sánchez (2010), señalan que en Mazatlán, Sinaloa y Bahía de Bufadero, Michoacán, así como en la Costa Chica de Guerrero, respectivamente, se presentan 2 temporadas climáticas

que afectan las actividades pesqueras: secas (noviembre-julio) y lluvias (julio-octubre). Los investigadores coinciden en mencionar que en la época de secas se obtiene el máximo de producción pesquera, debido a la estabilidad climática, mientras que en la época de lluvias la actividad pesquera se ve afectada por la frecuencia de tormentas tropicales.

De acuerdo al Derrotero Meteorológico de la Dirección General de Marina Mercante, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT 2011), del 15 de mayo al 30 de noviembre de cada año, se considera como 'Temporada de Huracanes' en el Pacífico Mexicano. Lo anterior está fundamentado en el sistema de vientos y corrientes oceánicas que se desarrollan en el Pacífico Tropical Oriental, y donde de acuerdo a Wyrkti (1965), de mayo a diciembre la circulación oceánica en gran escala es debida a la formación de la Contracorriente ecuatorial y su aporte a la Corriente Costera de Costa Rica, así como la disminución de la Corriente de California y aumento en intensidad de la Corriente Surecuatorial; sin embargo, Trasviña & Barton (2008) no constatan el efecto de la Corriente Costera de Costa Rica, y mencionan que durante el verano la circulación a gran escala en áreas del Pacífico Oriental Tropical, es debida a una combinación de vientos locales y el flujo de escala regional. De esta manera durante mayo y noviembre, en Acapulco los efectos de dichos sistemas se manifiestan por un aumento del nivel del mar, la presencia de lluvias torrenciales, fuertes vientos, y oleaje intenso. Por lo anterior, las condiciones climáticas incrementan los riesgos de captura de *C. articulatus* en ciertas temporadas del año, debido a que su captura se lleva a cabo en zonas rocosas y con fuerte oleaje, siendo el hábitat de la especie superficies de rocas y grietas ubicadas en la zona intermareal así como en los estratos más altos de la zona sublitoral (Poutiers 1995).

En Acapulco y durante la recolecta biológica realizada en la presente investigación, se observó que la conjunción de elementos como hábitat e intensidad del oleaje, dificultan notablemente la recolecta de organismos en la zona intermareal, por lo que aunado al efecto de la llamada alberca de agua cálida (Trasviña *et al.* 1999, Lavín *et al.* 2006) así como los cambios climáticos anuales debidos a los sistemas de vientos y corrientes oceánicas (Wyrkti 1965, Trasviña & Barton 2008), es posible explicar la relación inversa entre la cantidad de individuos extraídos con sus longitudes y pesos, ya que para satisfacer la demanda en un mes como julio, los pescadores capturan los quitones sí el fuerte oleaje les permite, anteponiendo la cantidad a la longitud; durante diciembre y/o abril, en

condiciones de un menor oleaje, la extracción de *C. articulatus* es menos riesgosa y los pescadores pueden ser más selectivos en las longitudes de captura, y así, con una menor cantidad de ejemplares de tallas grandes, logran la venta y ganancia del día.

Al respecto, Holguín & Michel-Morfín (2002), señalan que la distribución de tamaño de la especie puede estar relacionada con el grado de exposición y oleaje de los sitios rocosos, y que la presión por pesca, se encuentra relacionada con la dificultad de acceso a la zona intermareal rocosa. Se coincide en lo mencionado por el citado autor, en lo que respecta al esfuerzo y riesgo de pesca en zonas rocosas de alta intensidad del oleaje, señalando que ambas situaciones se magnifican en función de las condiciones climáticas anuales. Además es necesario enfatizar que en un ciclo anual la distribución de tamaño de la especie también se encuentra relacionada con las épocas reproductivas y de reclutamiento.

Por año y fecha, la media de las longitudes estimadas de captura generadas por ambos modelos, no alcanzó los 50 mm. Rojas-Herrera (1988) mencionó que *C. articulatus* inicia sus procesos reproductivos a partir de los 40 mm de longitud, y que su tamaño óptimo de captura es de 59,54 mm, con lo que se garantiza un rendimiento máximo sostenible de la especie. En el presente estudio, la media de longitud estimada de pesca resultó ligeramente mayor a la longitud de primera madurez sexual, mencionada por el citado autor, sin embargo, es significativamente menor a la longitud óptima de captura sugerida. Por lo tanto, existe la posibilidad de que una proporción de organismos cumplieron al menos con un periodo reproductivo antes de ser capturados, no obstante, lo anterior no garantiza que en el mediano o largo plazo la población de *C. articulatus* permanezca inalterada.

Varios estudios han resaltado la importancia de los moluscos polioplacóforos (Keen 1971, Kaas & Van Belle 1985, 1990, 1994; Skoglund 2001, Eernisse 2007, Eernisse *et al.* 2007, Reyes-Gómez *et al.* 2010), y en México Valdés-González *et al.* (2004), Flores-Garza *et al.* (2007, 2011), y Flores-Rodríguez *et al.* (2007), han mencionado que *C. articulatus* es una especie dominante y/o muy frecuente en la zona intermareal rocosa. Por lo tanto, sin estrategias viables de extracción y protección del recurso, se podría generar gradualmente un impacto en la población de la especie, el cual, de acuerdo a los resultados de la presente investigación, coincide con la evidente disminución anual de la longitud de captura del recurso, y posteriormente, podría observarse un decremento de la abundancia y

densidad de los individuos de *C. articulatus*; lo anterior sin duda repercutirá en mayor o menor grado en un aumento del esfuerzo pesquero, así como en la modificación de la estructura, dinámica y ensamble de especies de la zona intermareal. En este sentido *C. articulatus* es una de las presas preferidas por el gasterópodo *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853), por lo que al disminuir la posibilidad de alimento natural del carnívoro, existe algún grado de perturbación en las poblaciones de este molusco y otras.

Es necesario incrementar el conocimiento sobre el poliplacóforo *C. articulatus*, profundizar en los factores económicos, culturales y sociales, de las poblaciones humanas costeras que hacen uso del recurso. Lo anterior es imprescindible para la formulación de un Plan de Manejo Pesquero, acorde con la 'Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables de la República Mexicana' (DOF 2007¹). Además, de acuerdo a la 'Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente' (DOF 2012²), la preservación y el aprovechamiento sostenible debe involucrar el fomento a la investigación, la participación de organizaciones sociales (públicas o privadas), de personas interesadas en la conservación de la biodiversidad, el sector productivo y las poblaciones humanas que hagan uso de la especie. Aunado a lo anterior, las políticas internacionales enfatizan dos aspectos: 1) la disposición institucional y el apoyo de las estructuras sociales a comunidades costeras que dependen de la pesca en pequeña escala, y 2) que los vendedores además de ofrecer productos de calidad e inoocuos, garanticen que el origen o procedencia del recurso sea de una pesquería sostenible (FAO 2010b). Bajo este contexto, se podrán establecer las bases y acuerdos para el aprovechamiento del molusco poliplacóforo.

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 Patricia Corona Zárate, por la revisión y pertinencia de las observaciones hechas al manuscrito. A los investigadores, estudiantes y colaboradores de proyecto en sus distintas fases. Un agradecimiento en especial a los revisores del presente documento, quienes con sus acertadas observaciones indiscutiblemente contribuyeron a mejorarlo.

LITERATURA CITADA

- Eernisse DJ. 2007.** Chitons. In: Denny MW & SD Gaines (eds). Encyclopedia of tidepools and rocky shores, pp. 127-133. University of California Press, Berkeley.
- Eernisse DJ, RN Clark & A Draeger. 2007.** Polyplacophora. In: Carlton JT (ed). Light and smith manual: Intertidal invertebrates from central California to Oregon, pp. 701-713. University of California Press, Berkeley.
- FAO. 2010a.** Fishery and Aquaculture Statistics 2008/FAO. FAO, Rome. <www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e.pdf>
- FAO. 2010b.** The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO, Rome. <www.fao.org/docrep/013/i1820s/i1820s.pdf>
- Flores-Campaña LM, MA González-Montoya, MA Ortiz-Arellano & JF Arzola-González. 2007.** Estructura poblacional de *Chiton articulatus* (Sowerby, 1832) en las islas Pájaros y Venados de la bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 78: 23S-31S.
- Flores-Garza R, P Flores-Rodríguez, S García-Ibáñez & A Valdés-González. 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): 867-887.
- Flores-Garza R, C Torreblanca-Ramírez, P Flores-Rodríguez, S García-Ibáñez, L Galeana-Rebolledo, A Valdés-González & AA Rojas-Herrera. 2011.** Mollusc community from a rocky intertidal zone in Acapulco, Mexico. Biodiversity 12(3): 144-153.
- Flores-Rodríguez P, R Flores-Garza, S García-Ibáñez & A Valdés-González. 2007.** Variación en la diversidad malacológica del mesolitoral rocoso en playa Troncones, La Unión, Guerrero, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 78: 33S-40S.
- Galeana-Rebolledo L, MA Suástegui-Herrera, G Torales-Gutiérrez, CA Millán-Román, S García-Ibáñez, R Flores-Garza, P Flores-Rodríguez & DG Arana-Salvador. 2007.** Estudio de la población del *Chiton articulatus* Sowerby, 1832 en Playa Ventura, Copala, Guerrero, como un recurso de importancia comercial. En: Ríos-Jara E, MC Esqueda-González & CM Galván-Villa (eds). Estudios sobre la malacología y conchiliología en México, pp. 185-187. Universidad de Guadalajara, Villahermosa.
- García E. 1981.** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Tesis Licenciatura, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 246 pp.
- Holguín QOE & JE Michel-Morfín. 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: 239-241.

- Holguín-Quiñones OE. 2006.** Moluscos bentónicos de interés económico y potencial de las costas de Michoacán, Colima y Jalisco, México. En: Jiménez-Quiroz MC & E Espino-Barr (eds). Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán, Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Manzanillo, Colima, pp. 121-131. Instituto Nacional de la Pesca, Manzanillo.
- Kaas P & RA Van Belle. 1985.** Monograph of living chitons (Mollusca: Polyplacophora). Suborder Ischnochitonina. Ischnochitonidae: Schizoplacinae, Callochitoninae & Lepidochitoninae, 198 pp. E. J. Brill / Dr. W. Backhuys, Leiden.
- Kaas P & RA Van Belle. 1990.** Monograph of living Chitons (Mollusca: Polyplacophora). Suborder Ischnochitonina: Ischnochitonidae: Ischnochitoninae, 298 pp. E. J. Brill / W. Backhuys, Leiden.
- Kaas P & RA Van Belle. 1994.** Monograph of living chitons (Mollusca: Polyplacophora). Suborder Ischnochitonina. Ischnochitonidae: Ischnochitoninae (concluded), Callitoplacina; Mopalliidae, 402 pp. E. J. Brill / Dr. W. Backhuys, Leiden.
- Keen AM. 1971.** Sea shells of tropical West America, 1064 pp. Stanford University Press, Palo Alto.
- Lavín ME, PC Fiedler, JA Amador, LT Ballance, J Färber-Lorda & AM Mestas-Núñez. 2006.** A review of eastern tropical Pacific oceanography: Summary. Progress in Oceanography 69: 391-398.
- Mottana A, R Crespi & G Liborio. 1980.** Guía de minerales y rocas, 605 pp. Editorial Grijalbo, Barcelona.
- Poutiers JM. 1995.** Quitones (Anfineuros, loricados, polioplacóforos). En: Fischer W, F Krupp, W Schneider, C Sommer, KE Carpenter & VH Niem (eds). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca 1: 300-304. FAO, Roma.
- Reyes-Gómez A, N Barrientos-Lujan, J Medina-Bautista & S Ramírez-Luna. 2010.** Chitons from the coralline area of Oaxaca, Mexico (Polyplacophora). Bollettino Malacologico 46: 111-125.
- Ríos-Jara E, M Pérez-Peña, E López-Uriarte & E Juárez-Carrillo. 2006.** Biodiversidad de moluscos marinos de Jalisco y Colima, con anotaciones sobre su aprovechamiento en la región. En: Jiménez-Quiroz MC & E Espino-Barr (eds). Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán, pp. 103-120. Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Manzanillo, Colima, Instituto Nacional de la Pesca, Manzanillo.
- Rojas-Herrera AA. 1988.** Análisis biológico-pesquero de la cucaracha de mar (*Chiton articulatus* Sowerby, 1832) de Acapulco, Gro. México. En: Memorias del IX Congreso Nacional de Zoología, pp. 115-156. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y Sociedad Mexicana de Zoología, A. C, Villahermosa.
- Ruiz LA & J Madrid. 1997.** Análisis comparativo de tres sistemas de pesca artesanal. Región y Sociedad 8(13-14): 77-98.
- SAGARPA. 2012.** Anuario estadístico de acuicultura y pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. <www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_estadistica_pesquera_y_acuicola>
- SCT. 2011.** Derrotero meteorológico. Dirección General de Marina Mercante. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México. <www.sct.gob.mx/puertos-y-marina-mercante/inf-meteorologica/>
- Sirenko B. 2006.** New outlook on the system of chitons (Mollusca: Polyplacophora). Venus 65 (1-2): 27-49.
- Skoglund K. 2001.** Panamic province molluscan literature additions and changes from 1971 through 2000, I Bivalvia and II Polyplacophora, 139 pp. The Festivus, San Diego.
- Trasviña A & ED Barton. 2008.** Summer circulation in the Mexican tropical Pacific. Deep-Sea Research 55(1): 587-607.
- Trasviña A, D Lluch, A Filonov & A Gallegos. 1999.** El Pacífico Tropical mexicano y el Niño. En: Magaña V (ed). Impacto del Niño en México, pp. 69-102. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Valdés-González A, P Flores-Rodríguez, R Flores-Garza & S García-Ibáñez. 2004.** Molluscan communities of rocky intertidal zone at two sites with different wave action on Isla la Roqueta, Acapulco, Guerrero, México. Journal of Shellfish Research 23: 875-880.
- Villegas-Maldonado S, E Neri-García, R Flores-Garza, S García-Ibáñez, P Flores-Rodríguez & DG Arana-Salvador. 2007.** Datos preliminares de la diversidad de moluscos para el consumo humano que se expenden en Acapulco, Guerrero. En: Ríos-Jara E, MC Esqueda-González & CM Galván-Villa (eds). Estudios sobre la malacología y conchiliología en México, pp. 56-58. Universidad de Guadalajara, Guadalajara.
- Villerías SS & A Sánchez. 2010.** Perspectiva territorial de la pesca en la Costa Chica de Guerrero. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM 71: 43-56.
- Wyrtki K. 1965.** Surface currents of the Eastern Tropical Pacific Ocean. Boletín, Inter-American Tropical Tuna Commission c/o Scripps Institution of Oceanography 11(5): 1-39.

Recibido el 3 de diciembre de 2012 y aceptado el 6 de julio de 2013

Editor: Claudia Bustos