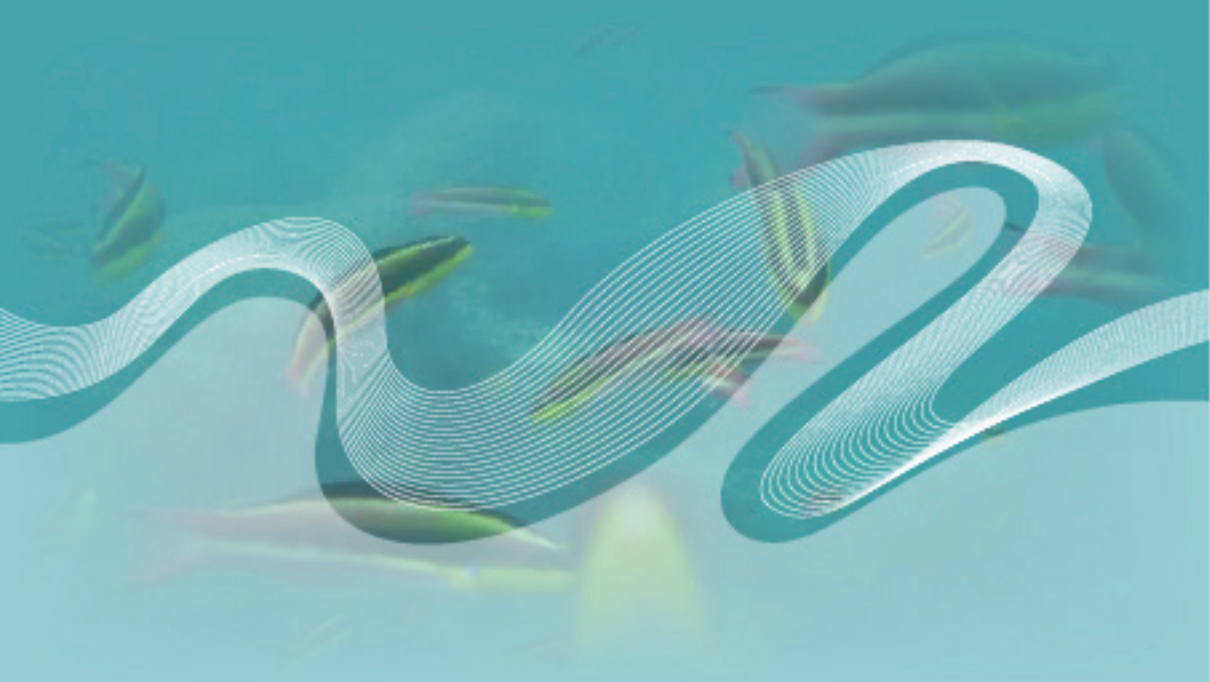


Estudios **acuícolas y marinos** en el Pacífico mexicano

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 XII

Análisis preliminar de la relación entre factores endógenos de *Chiton articulatus* y exógenos del litoral de Acapulco, Guerrero, México

C. Ramírez, S. García Ibáñez,
J. Violante González, R. Flores-Garza,
P. Flores Rodríguez, M.G. Torres y F.A. García

Resumen

Chiton articulatus (Sowerby, 1832), es una especie endémica y común en el Pacífico Oriental Mexicano, con importancia económica en varias localidades debido al consumo de su pie muscular. Para profundizar sobre la bioecología de la especie, es necesario establecer asociaciones jerárquicas entre factores endógenos del organismo, así como factores exógenos o del ambiente donde vive. De septiembre de 2010 a septiembre de 2011 se recolectaron mensualmente entre 28 y 30 ejemplares de *C. articulatus* en dos sitios rocosos de Acapulco, Guerrero. Se registró el sexo, la longitud y el peso total, temperatura del agua, salinidad, clorofila, promedio del nivel de mareas e índice gonadosomático (IGS). Se obtuvieron los estadísticos descriptivos y con seis variables se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP). Se obtuvo un determinante con valor de 0.511, que mostró una relación lineal entre variables. Se extrajeron tres componentes, con una varianza total explicada de 68.075%. Las variables que saturaron en el primer componente fueron: promedio del nivel de marea (0.825) y salinidad (-0.875); en el segundo componente: IGS (0.781) y clorofila (-0.710), y en el tercer componente: temperatura (0.816) y sexo (0.666).

Introducción

Los poliplacóforos constituyen una de las ocho clases del *Phylum Mollusca*. Está conformada aproximadamente por unas 875 especies, mejor conocidas como quitones que se distribuyen en áreas de litoral rocoso, donde la mayoría de las especies se encuentran en aguas someras fijadas sobre las rocas o debajo de ellas, desde la zona entre mareas hasta profundidades abisales (Kaas y Van Belle, 1998).

La especie *C. articulatus* Sowerby 1832, pertenece a la familia Chitonidae (Keen, 1971). Es una de las especies endémicas más comunes en el Pacífico Oriental Mexicano y su importancia económica a nivel local se debe al consumo del organismo a lo largo del Pacífico Mexicano (Reyes-Gómez *et al.*, 2010). En Oaxaca es conocido como “lengua de perro” y en otros lados también es nombrado como “cucaracha de mar”. Tiene la particularidad de ser una fuente de alimento tradicional en las poblaciones costeras del Estado de Guerrero (Galeana-Rebolledo *et al.*, 2007; García-Ibáñez *et al.*, 2009 y Olea *et al.*, 2011) y en algunos estados de la República Mexicana, como Michoacán, Jalisco y Colima, es utilizada por los pobladores de la región para la elaboración de artesanías y como carnada (Pou-tiers, 1995; Holguín-Quíñonez, 2006; Ríos-Jara *et al.*, 2006 y Flores-Campaña *et al.*, 2007).

Para consumirlos, generalmente, se separa la concha de la parte muscular del pie por medio de una cuchara y se preparan con limón y sal, incluso en algunos poblados de Oaxaca también se les puede disfrutar en tamales (Reyes, 1999). El recurso representa un atractivo turístico en términos gastronómicos, ya que es un platillo exquisito. Cabe destacar que en México las especies de importancia económica de la clase no cuentan con ningún mecanismo de regulación para su captura o explotación, por lo que las personas dedicadas a esta actividad realizan capturas artesanales de organismos que, incluso, no han alcanzado su talla comercial, lo que impacta en la dinámica de vida de las especies.

Aunque la “cucaracha de mar” tiene poblaciones importantes en la franja costera rocosa, son contados los estudios dirigidos particularmente a la especie. En diferentes localidades del Pacífi-

co Mexicano, autores como Holguín y Michel-Morfín (2002) determinaron densidades entre 3.72 y 8.48 organismos/m², con un promedio general de 5.3 organismos/m² así como longitudes entre 29 y 108 mm, con promedio de 69.6 mm. Flores-Campaña *et al.* (2007) reportan longitudes totales de 11.2 a 86.8 mm, con promedio de 44.1 mm. En el litoral de Guerrero, trabajos que han abordado la comunidad malacológica de zonas costeras rocosas y que reportan a *C. articulatus*, son los de Villalpando (1986), García (1994), Flores-Rodríguez *et al.* (2007) y Flores-Garza *et al.* (2011), quienes además mencionan que ésta forma parte del grupo de especies dominantes. Otros trabajos llegan a citar información sobre las densidades o longitudes, como los de García (1994), quién reportó densidades de la especie entre 0.13 y 7.37 organismos/m²; Valdés-González *et al.* (2004), encontraron valores entre 0.5 a 1.85 organismos/m²; Flores-Garza *et al.* (2007), determinaron una densidad igual a 1.71 organismos/m²; Flores-Rodríguez, *et al.* (2007), establecieron una densidad de 3.59 organismos/m²; y Flores-Garza *et al.* (2011) señalan que la especie presentó una densidad de 0.95 organismos/m² con longitud promedio de 25.19 mm. Trabajos cuya línea de investigación en dicha especie, son los de Rojas-Herrera (1988), quién reportó una longitud promedio de la especie de 37.98 mm; Galeana-Rebolledo *et al.* (2007), establecieron una densidad de 5.25 organismos/m² con longitudes que estuvieron entre 1.36 y 4.89 cm y con un promedio de 2.98 cm, y el de Bernabé-Moreno *et al.* (2011), donde encontraron densidades relativas de 10.50 y 22 organismos/m² en dos sitios rocosos, respectivamente.

Sin embargo, Rojas-Herrera (1988) y Flores-Campaña *et al.* (2007) han señalado el hecho de que las poblaciones de *C. articulatus* disminuyen gradualmente debido a la extracción inmoderada de esta especie, la cual no constituye una pesca organizada; mientras que Holguín-Quiñones (2006) alerta sobre la disminución de ciertos grupos edad, especialmente en lo que corresponde a individuos de tallas mayores a los 60 mm. La pesca de *C. articulatus*, sin ninguna restricción, significa que en dicha actividad no se consideran aspectos tan importantes como sus periodos reproductivos, situación en la que no sólo se involucran aspectos biológicos, sino también aquellos relacionados con el ambiente en el que habita.

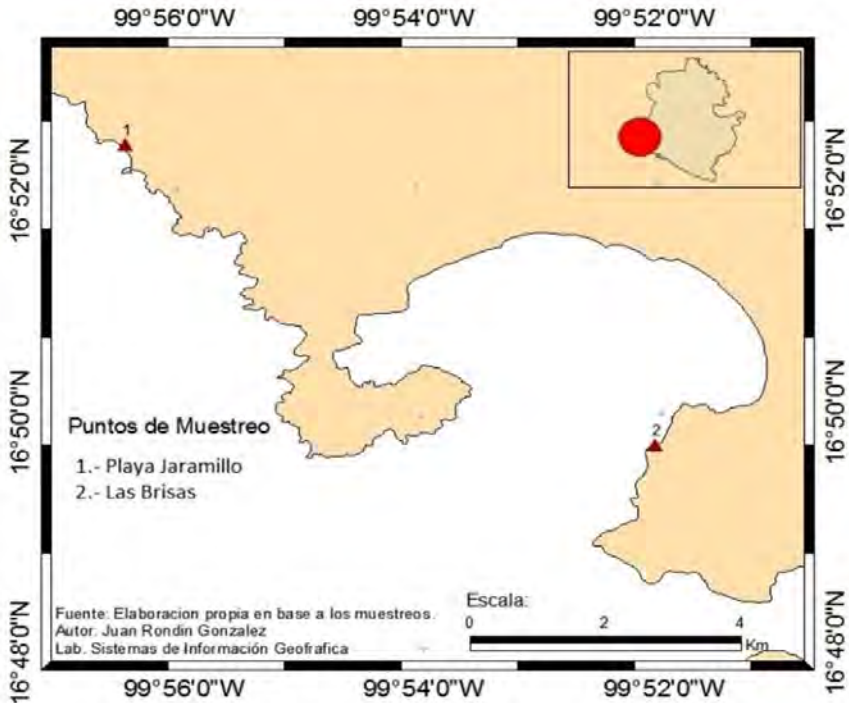
Autores como Mackie (1984) han comentado sobre el efecto de las variaciones de los factores abióticos que actúan como señales o estímulos para la maduración gonadal en moluscos bivalvos. Rose *et al.* (1990) y López *et al.* (2005), han enfatizado la importancia de factores como el fotoperiodo, el nivel de mareas y la temperatura en los ciclos reproductivos de los invertebrados marinos, aunado con la actividad endócrina y neuronal. Barbosa *et al.* (2009) comentan que el aumento de la temperatura coincide con la época reproductiva del quitón *Acanthopleura gemmata*; mientras que Ishiyama (1995) determinó que la época reproductiva de *Chiton cumingsii* está determinada por el aumento o disminución de la temperatura superficial del mar. Vélez (2012) comprobó que la diferencia de las fases del ciclo reproductivo de la especie *Chiton virgulatus Sowerby 1840*, entre dos sitios de estudio, puede estar siendo afectada por la influencia de la temperatura, fotoperiodo, el ciclo de mareas así como la forma de la línea de costa. En lo que respecta al efecto de la marea, autores como Nishida *et al.* (2006), observaron que en meses de mareas altas, el índice de condición en moluscos resultó con valores elevados, lo que atribuyen a que en dicha época la disponibilidad de alimento es mayor.

Metodología

Acapulco se localiza en la costa del Océano Pacífico, en el estado de Guerrero, a 133 km de distancia de la ciudad capital de Chilpancingo de los Bravo; se ubica entre los paralelos 16° 41' y 17° 13' N y los 99° 32' y 99° 58' W. Limita al norte con los municipios de Chilpancingo y Juan R. Escudero, al sur con el Océano Pacífico, al oriente con el municipio de San Marcos y al poniente con el municipio de Coyuca de Benítez.

Se realizaron muestreos desde septiembre de 2010 hasta septiembre de 2011, en dos sitios rocosos de Acapulco (figura 1), los cuales son: Las Brisas, localidad situada entre los 16° 49' 43.91" N y 99° 52' 02.25" W y Jaramillo, ubicado entre los 16° 52' 23.95" N y 99° 56' 24.94" W.

Figura 1
 Sitios rocosos de colecta en Acapulco, Guerrero



Mensualmente se recolectaron entre 28 y 30 organismos por sitio de la especie *C. articulatus*, seleccionando los organismos más grandes para asegurar que presentaran algún grado de maduración sexual. Los organismos se recolectaron de forma manual en la zona intermareal rocosa de cada sitio de muestreo, utilizando espátulas o cuchillos.

A cada ejemplar se le registró la longitud total (Lt) y peso total (Pt), posteriormente se realizaron disecciones para determinar el peso de la gónada (Pg) y el sexo (Sex). De acuerdo con Rojas (1988), las gónadas del macho se pueden identificar porque presentan una coloración naranja o rosa salmón, mientras que en las hembras se observa un color verde. En el presente estudio se diferenció el color de la gónada con una escala cromática y, posterior-

mente, se procedió a su fijación con formol a 10%, preparado con agua de mar durante 48 horas; al término del lapso anterior se realizó un lavado del fijador con agua corriente durante 24 horas, para finalmente almacenar las gónadas en alcohol etílico a 70%. Los análisis histológicos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Biología de Invertebrados del Departamento de Pesquerías y Biología Marina del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN), en la Paz, Baja California Sur. Se realizó el cálculo del Índice Gonadosomático (IGS) mediante la fórmula:

$$\text{IGS} = \frac{(\text{Pg})(100)}{\text{Pt}}$$

Donde:

IGS= índice gonadosomático.

Pg= Peso de la gónada.

Pt= Peso total.

Durante cada muestreo se realizó el registro de la temperatura del agua (Temp), salinidad (Sal) y clorofila (Clor) por medio de una sonda multiparamétrica YSI. El nivel de marea (Promnivmarea) se obtuvo a través de las tablas de marea de la Secretaría de Marina (2010-2011). Se obtuvieron los estadísticos descriptivos (promedio, desviación estándar, valores mínimo y máximo) de las variables numéricas. Se determinaron los porcentajes de la variable Sex. Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) basado en la matriz de correlaciones, dado que las variables difieren en cuanto a la unidad de medición. Dicho análisis se llevó a cabo con las variables Sex, IGS, Temp, Sal, Clor y Promnivmarea. El ACP se realizó utilizando las rutinas estadísticas del programa computacional PAWS Statistics 18 de IBM, las cuales consistieron en:

Obtención de una matriz de correlaciones bivariadas y su determinante.

Revisión de la adecuación de la muestra y comprobación de que la matriz de correlaciones no es una matriz identidad, a partir del cálculo de los estadísticos Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) así como la prueba de esfericidad de Bartlett, respectivamente.

Determinación de la correlación parcial de variables, a través del cálculo de la matriz anti-imagen y verificación de los valores de la diagonal principal.

Extracción de componentes, verificación de comunalidades y saturación de las variables en cada componente.

Rotación por el método de máxima varianza.

Resultados

Se recolectaron un total de 729 ejemplares de la especie *C. articulatus*, dentro de los cuales 192 (26.3%) fueron hembras, 330 (45.3%) machos, 187 (25.7%) hermafroditas y 20 (2.7%) indiferenciados. Los estadísticos descriptivos de las variables restantes se observan en la tabla I.

En cuanto al ACP, se observó que de 16 valores de correlación bivariada de Pearson, un total de 11 fueron significativos ($P \leq 0.05$), de los cuales cinco presentaron una asociación negativa y seis positiva. En términos generales, los valores obtenidos de las correlaciones pueden considerarse bajos pero estadísticamente significativos, y se encontraron en una escala de -0.55 a 0.26, donde la relación Sal-Promnivmarea presentó la mayor asociación negativa, mientras que IGS-Promnivmarea la mayor asociación positiva. El valor del determinante de la matriz de correlaciones fue de 0.511, lo que confirmó la existencia de relación lineal entre las variables de estudio (tabla II).

El estadístico de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) presentó un valor de 0.5, por lo que el tamaño de muestra para el ACP puede ser considerado como aceptable. Por otro lado, la prueba de esfericidad de Bartlett resultó significativa ($X^2 = 486.239$, g.l. = 15; $P = 0.0$), por lo que se rechazó la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones bivariadas es una matriz identidad, confirmando la relación lineal entre variables.

En lo que respecta a la correlación parcial, los valores de la diagonal principal de la matriz anti-imagen fluctuaron entre 0.462 (Sal) y 0.562 (Temp), valores que pueden ser considerados como aceptables ya que ponen de manifiesto la existencia de correlación parcial entre variables.

La de sedimentación observó un cambio notable en la pendiente de la línea de tendencia a partir del tercer componente, lo cual sugiere la extracción de tres componentes (figura 1).

La varianza total, explicada a partir de la extracción de tres componentes, fue de 68.075%, donde el primer componente aportó un 29.05%, el segundo 21.83% y el tercero 17.20% (tabla III). De esta manera, los tres componentes presentan una aportación porcentual que puede considerarse similar; es decir, las diferencias entre ellos no son tan grandes como para atribuir a un solo componente el total de la explicación, lo que implica que las variables que integraron cada componente tienen una contribución significativa.

En lo que respecta a las comunalidades o cantidad total de varianza explicada por cada variable, el menor valor lo presentó la variable Clor, con 0.508, y el mayor lo obtuvo Promnivmarea con 0.807 (tabla IV).

En cuanto a las saturaciones de cada variable en la matriz de componentes, se observó que las variables Sex, IGS, Temp, Clor y Sal, llegaron a presentar saturaciones en más de un componente. Debido a lo anterior, se aplicó un proceso de rotación de los ejes de los componentes y, de esta manera, cada variable saturó de manera general en un solo componente. Las variables que se incluyeron y saturaron en el primer componente fueron: Promnivmarea y Sal; en el segundo componente saturaron: IGS y Clor; en el tercero y último componente saturó: Temp y Sex (tabla V). La comparación de los componentes sin rotar y rotado, se observan en la figura 2.

Tabla I
Estadísticos descriptivos de las variables registradas en la especie *Chiton articulatus*, en dos sitios rocosos de Acapulco, Guerrero

	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Longitud (mm)	52.05	7.19	30.51	78.26
Peso (g)	10.08	4.36	2.50	27.61
Peso de la gónada (g)	0.44	0.37	0.01	2.79
Índice gonadosomático (%)	4.41	3.18	0.09	25.38
Temperatura (°C)	30.14	1.26	28.0	32.00
Clorofila (mg/l)	3.17	2.79	1.05	11.24
Promedio del nivel de marea (m)	0.31	0.09	0.17	0.41
Salinidad (ppm)	35.04	1.0	32.94	36.17

Tabla II
Matriz de correlaciones de Pearson de las variables registradas en la especie *Chiton articulatus*, en dos sitios rocosos de Acapulco, Guerrero

		Sex	IGS	Temp	Clor	Promnivmarea	Sal
Correlación de Pearson	Sex	1.0					
	IGS	-0.19	1.0				
	Temp	0.13	-0.04	1.0			
	Clor	0.09	-0.22	0.10	1.0		
	Promnivmarea	0.07	0.26	-0.10	-0.21	1.0	
	Sal	-0.06	-0.02	0.17	-0.03	-0.55	1.0
Significancia	Sex						
	IGS	*0.0					
	Temp	*0.0	0.18				
	Clor	*0.01	*0.0	*0.01			
	Promnivmarea	*0.04	*0.0	*0.0	*0.0		
	Sal	0.06	0.26	*0.0	0.21	*0.0	

*Significativa.

Figura 1
Análisis de componentes principales (ACP)
para la sedimentación

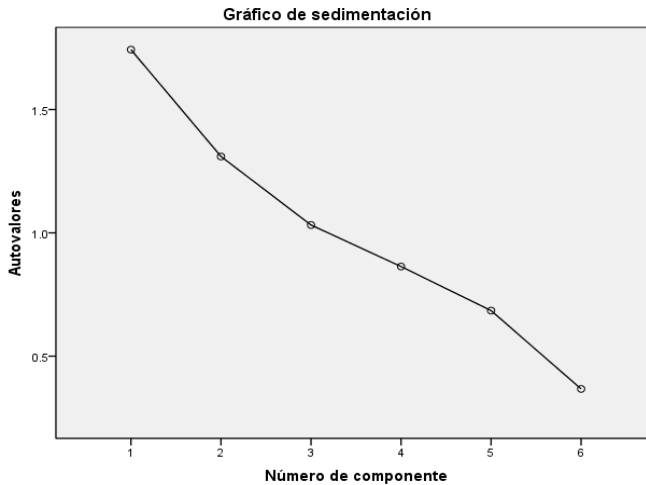


Tabla III
Componentes obtenidos a partir del ACP
de las variables registradas en la especie *Chiton articulatus*,
en dos sitios rocosos de Acapulco, Guerrero

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	Varianza (%)	Acumulado (%)
1	1.74	29.05	29.05
2	1.31	21.83	50.88
3	1.03	17.20	68.08
4	0.86	14.39	82.47
5	0.69	11.41	93.88
6	0.37	6.12	100.0

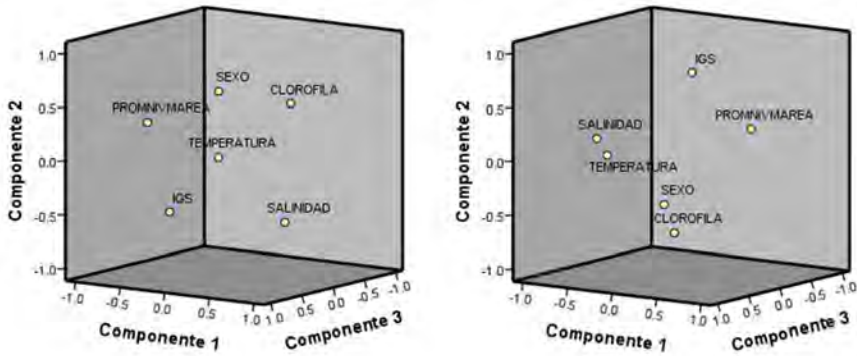
Tabla IV
Componentes obtenidos a partir del ACP
de las variables registradas en la especie *Chiton articulatus*,
en dos sitios rocosos de Acapulco, Guerrero

Variables	Comunalidades	
	Inicial	Extracción
Sex	1.0	0.623
IGS	1.0	0.620
Temp	1.0	0.743
Clor	1.0	0.508
Promnivmarea	1.0	0.807
Sal	1.0	0.785

Tabla V
Matrices de componentes sin rotar y rotada,
obtenidas a partir del ACP de las variables registradas en la especie
Chiton articulatus, en dos sitios rocosos de Acapulco, Guerrero

Variables	Componentes sin rotar			Componentes rotados		
	1	2	3	1	2	3
Sex	0.11	0.67	0.40	0.28	-0.32	0.67
IGS	-0.49	-0.52	0.34	0.08	0.78	-0.06
Temp	0.36	0.13	0.77	-0.26	0.10	0.82
Clor	0.42	0.49	-0.31	-0.05	-0.71	0.05
Promnivmarea	-0.84	0.26	0.19	0.83	0.35	0.06
Sal	0.70	-0.52	0.18	-0.88	0.09	0.11

Figura 2
Componentes sin rotar y rotados del ACP



Discusiones

Distintos trabajos realizados en el litoral rocoso del Pacífico mexicano han contribuido notablemente al conocimiento del recurso *Chiton articulatus*, ya sea al considerarlo en estudios propios de la comunidad malacológica de la zona intermareal, en investigaciones de índole biológico poblacional o, bien, sobre el uso potencial y el consumo de especies, tales como los estudios de Villalpando (1986), Rojas-Herrera (1988), García (1994), Poutiers (1995), Reyes (1999), Holguín y Michel-Morfin (2002), Valdés-González *et al.* (2004), Holguín-Quñonez (2006), Ríos-Jara *et al.* (2006), Flores-Campaña *et al.* (2007), Galeana-Rebolledo *et al.* (2007), Flores-Garza *et al.* (2007), Flores-Rodríguez *et al.* (2007), García-Ibáñez *et al.* (2009), Reyes-Gómez *et al.* (2010), Bernabé-Moreno *et al.* (2011), Flores-Garza *et al.* (2011) y Olea *et al.* (2011). Sin embargo, para la elaboración de una estrategia de uso sostenido del recurso, se necesita además profundizar sobre el conocimiento del ciclo reproductivo de la especie, en el cual intervienen factores endógenos del organismo y exógenos o del ambiente.

De esta manera, en el presente estudio se observaron fluctuaciones importantes en todas las variables de estudio durante el ciclo anual. En lo que respecta al sexo, se presentaron diferencias significativas con respecto a la proporción de hembras y machos de

la especie *C. articulatus*, determinando un porcentaje alto de hermafroditas. Los valores de la longitud y peso total así como del índice gonadosomático, confirmaron el hecho de haber recolectado mayormente organismos sexualmente maduros. Los estadísticos obtenidos sobre variables como temperatura, salinidad y el promedio de nivel de marea, mostraron la influencia estacional del clima. Un caso particular fue la medición de la clorofila, misma que se consideró como un estimador suficiente de la abundancia del fitoplancton.

Las mayores asociaciones bivariadas, negativa y positiva, de Pearson, sucedieron con el promedio del nivel de marea, salinidad y el índice gonadosomático, respectivamente. La primera asociación puede entenderse en función de una disminución de la salinidad marina cuando el promedio del nivel de marea aumenta, lo cual sucede fundamentalmente en la época de lluvias. En este mismo sentido, los mayores valores del índice gonadosomático coincidieron con dicha época climática.

Con base a los resultados del ACP, se observó que en la cantidad de varianza total explicada nuevamente resalta el promedio de nivel de marea, que presentó la mayor comunalidad. Así, los componentes formados se integraron como a continuación:

- *Componente 1*, nombrado Efecto climático, ya que a un aumento del promedio de nivel de mareas (relacionado con la época de lluvias), se observó una disminución de la salinidad.
- *Componente 2*, nombrado Almacenamiento de nutrientes, en el cual se observó que a medida que incrementa el índice gonadosomático, la cantidad de clorofila o estimación de la producción primaria, disminuye. Lo anterior puede ser debido a que durante el estudio, los mayores valores de la clorofila (mg/l) se observaron en la parte final de la época de lluvias, con pico máximo en noviembre 2011, mientras que los meses de mayor valor del índice gonadosomático fueron en septiembre 2010, abril, julio y septiembre de 2011.
- *Componente 3*, nombrado Maduración sexual, en el cual se observó una relación positiva entre la temperatura del mar y el sexo que presentaron los ejemplares.

Lo anterior coincide de manera general con los trabajos de Mackie (1984), Rose *et al.* (1990), López *et al.* (2005), Barbosa *et al.*

(2009), Ishiyama (1995), Vélez (2012) y Nishida *et al.* (2006), quienes profundizan y destacan la importancia del efecto de los factores ambientales sobre los ciclos reproductivos de invertebrados marinos, entre ellos moluscos bivalvos, cefalópodos, gasterópodos y algunas especies de poliplacóforos. Como técnica exploratoria y de síntesis de la relación entre variables, el ACP fue pertinente para el análisis de los resultados del presente estudio.

Conclusiones

No hay información sobre el ciclo reproductivo de la especie relacionada con factores ambientales. A lo largo del periodo se observaron diferencias significativas en la proporción sexual de la especie. La relación más fuerte entre variables se observó a nivel de los factores ambientales: promedio del nivel de marea y salinidad, con el índice gonadosomático de la especie y el nivel de clorofila. Los resultados indican una estrecha asociación entre la proporción sexual de la especie y la temperatura superficial del mar.

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 la Unidad Académica de Ecología Marina (UAEM) de la Universidad Autónoma de Guerrero y del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CI-CIMAR) del Instituto Politécnico Nacional, que participaron en la realización de la investigación. A los revisores del presente manuscrito, por sus acertadas observaciones.

La presente investigación fue financiada a través de aportaciones parciales de los proyectos “Estudio Ecológico de la Bahía de Acapulco” y “Posibles factores fisicoquímicos que influyen en el crecimiento y supervivencia de la ostra perlera *Pteria sterna* mantenida en cultivo extensivo en la Bahía de Acapulco”, cuyo objetivo fue analizar la relación entre características de la especie y su entorno durante un ciclo anual, y con ello profundizar en aspectos

sobre sus patrones reproductivos, así como de coadyuvar al conocimiento de la especie y su manejo sostenible.

Literatura citada

- Barbosa, S.S.; Byrne, M. y Kelaher B.P. (2009). Reproductive periodicity of the tropical intertidal chiton *Acanthopleura gemmata* at One Tree Island, Great Barrier Reef, near its southern latitudinal limit. *Marine Biology*, 89 (2): 405-411.
- Bernabé, E.; García, S.; Flores, P.; Flores, R. y Arana, D. (2011). *Density and size of Chiton articulatus Sowerby in Broderip & Sowerby, 1832, at four rocky shores of Acapulco, Guerrero, México*. Resúmenes de la Reunión Internacional de Malacología, 44ta Reunión Anual de la Western Society of Malacologists y la 12ª Reunión Bienal Nacional de Malacología y Conquiliología de la Sociedad Mexicana de Malacología. 21-27 junio de 2011. Baja California, México.
- Flores, L.M.; González, M.A.; Ortiz, M. y Arzola, J. (2007). Estructura poblacional del *Chiton articulatus* en las islas Pájaros y Venados de la bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. *Revista Biológica de Biodiversidad*, 78: 23S-31S.
- Flores, P.; Flores, R.; García, S.; Santiago, E. y Arana, D.G. (2011). Molluscs on rocky intertidal beaches with two different wave exposures in Barra de Potosí, Petatlán, Guerrero, Mexico. Resúmenes de la Reunión Internacional de Malacología, 44ta Reunión Anual de la Western Society of Malacologists y 12ª Reunión Bienal Nacional de Malacología y Conquiliología de la Sociedad Mexicana de Malacología 21-27 junio de 2011. Baja California
- 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 meso-litoral rocoso en Playa Troncones, La Unión, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78: 33S-40S.
- Galeana, L.; Suastegui, M.; Torales, G.; Millán, C.; García, S.; Flores, R.; Flores, P. y Arana, G. (2007). Estudio de la población del *Chiton articulatus* 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). México: Universidad de Guadalajara.

- García, L.J.A. (1994). Fauna malacológica de acompañamiento del caracol *Purpura pansa Gould*, 1853 en la zona mesolitoral de la Isla Roqueta, Acaapulco, Gro., México. Tesis de Licenciatura. Guerrero, México: Unidad Académica de Ecología Marina-Universidad Autónoma de Guerrero.
- García, S.; Flores, R.; Flores, P. y Arana, D. (2009). La cucaracha de mar *Chiton articulatus Sowerby, 1832*. *Sinergia*, 2: 10-13.
- Holguín Quiñones, O.E. (2006). Moluscos bentónicos de interés económico y potencial de las costas de Michoacán, Colima y Jalisco, México. En: M.C. Jiménez-Quiroz, y E. Espino-Barr (Eds.), Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán, México (pp. 121-131).
- Holguín, O.F. y Michel-Morfin, J.E. (2002). Distribution, density and length-weight relationship of *Chiton articulatus Sowerby, 1832* (Mollusca-Polyplacophora) on Isla Socorro, Revillagigedo Archipelago, México. *Journal of Shellfish Research*, 21: 239-241.
- Ishiyama, V.C. (1995). Reproducción del *Chiton cumingsii* (Polyplacophora, Chitonidae) de la Bahía de Ancon, Lima. *Boletín de Lima*, 100: 203-210.
- Kaas, P. y Van Belle, R. (1998). Catalogue of living chitons (Mollusca: Polyplacophora). Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers.
- Keen, A.M. (1971). *Sea shells of tropical West America*. Segued ed. California: Stanford University Press.
- López, J.; Rodríguez, C. y Carrasco J.F. (2005). Comparación del ciclo reproductor de *Solen marginatus* (Pulteney, 1799) (Mollusca: Bivalvia) en las rías del Eoy Villaviciosa (Asturias, noroeste de España): relación con las variables ambientales. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 21 (1-4): 317-327.
- Mackie, G.L. (1984). Bivalves. En: A.S. Tompa, N.H. Verdonk y J. Van Der Biiggelaar (Eds.), *The Mollusca: Reproduction* (pp. 351-418). Vol. 7. New York: Academic Press.
- Nishida, A.K.; Nordi, N. y Alves, R.R.N. (2006). Molluscs production associated to lunar-tide cycle: a case study in Paraiba State under ethnoecology viewpoint. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2 (28), 1-6.
- Olea F.; García, S.; Flores, R.; Flores, P.; Valdés, A. y Arana, D. (2011). *Consumo de poliplacóforos en las costas del Estado de Guerrero, México*. Memorias del XVI Congreso Nacional de Ciencias Ambientales. Querétaro, México. Universidad Autónoma de Querétaro, Academia Nacional de Ciencias Ambientales A.C.
- Food and Agriculture Organization (1995). Quitones (Anfineuros, Loricados, Poliplacóforos). En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (Eds), *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca*. Roma: Pacífico Centro-Oriental.
- Reyes, G.A. (1999). *Sistemática de los quitones* (Mollusca: Polyplacophora) de la Colección Nacional de Moluscos del Instituto de Biología UNAM. Tesis de Licenciatura. México: UNAM- Instituto de Biología.

- Reyes-Gómez, A.; Barrientos, N.; Medina, J. y Ramírez, S. (2010). Chitons from the coralline area of Oaxaca, Mexico (*Polyplacophora*). *Bolletino Malacologico*, 46: 111-125.
- Ríos, E.; Pérez, M.; López, E.; Enciso I. y Juárez, E. (2006). Biodiversidad de moluscos marinos de la costa 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*. Marco Ambiental. México: Biología de Moluscos.
- 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. Universidad Autónoma de Juárez, Tabasco y Sociedad Mexicana de Zoología, Villahermosa, Tabasco.
- Rose, R.; Dybdal, R. y Harders, S. (1990). Reproductive cycle of the Western Australian Silverlip Pearl oyster *Pinctada maxima* (Jameson) (*Mollusca: Pteriidae*). *Journal Shellfish Reserch*, 9 (2): 261-272.
- 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 Shellfish Research*, 23 (3): 875-880.
- Vélez, A.M.N. (2012). *Ciclo reproductivo del chitón Chiton virgulatus Sowerby, 1840, en dos localidades de la Bahía de la Paz, B.C.S., México*. Tesis de Maestría. Baja California Sur, México: Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional.
- Villalpando, C.E. (1986). *Diversidad y zonación de Moluscos de facie rocosa Isla Roqueta, Acapulco, Gro.* Tesis de Licenciatura. México: UNAM-Facultad de Ciencias.