



Primer registro del género *Clunio* (Diptera: Chironomidae) asociado a las comunidades coralinas de islas Marietas, México

First record of the genus *Clunio* (Diptera: Chironomidae) associated with the coral communities at Islas Marietas, Mexico

Rosa Carmen Sotelo-Casas, Amílcar Leví Cupul-Magaña y Alma Paola Rodríguez-Troncoso✉

Laboratorio de Ecología Marina, Centro de Investigaciones Costeras, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad de Guadalajara Núm. 203, Delegación Ixtapa, Puerto Vallarta, 48280 Jalisco, México.

✉ pao.rodriguez@gmail.com

Resumen. Los quironómidos son dípteros comunes en los ecosistemas acuáticos, importantes consumidores de materia orgánica particulada y parte de la dieta de peces, insectos y aves. La mayoría de sus larvas son dulceacuícolas, pero el género *Clunio* es exclusivamente marino y frecuentemente, asociado a costas rocosas y sustratos duros. Durante el periodo de marzo del 2011 a febrero del 2012, se realizaron 6 muestreos bimensuales en la comunidad coralina del Parque Nacional Islas Marietas; para tal efecto, se utilizó esqueleto calcáreo como sustrato de reclutamiento. Se encontraron 89 larvas y 1 imago farado del género *Clunio*. Las larvas presentaron una densidad promedio anual de 0.015 ind·cm⁻², con una máxima de 0.033 ind·cm⁻² durante el inicio de la temporada cálida. De manera simultánea, se caracterizó el microsustrato adherido al esqueleto de coral, sin embargo, no se encontró relación entre el tipo de sustrato y la densidad de larvas ($R= 0.61$, $p= 0.197$). Este estudio constituye el primer registro de *Clunio* y de sus cambios anuales de abundancia para el Pacífico mexicano.

Palabras clave: Orthocladiinae, Pacífico mexicano, Insecta, reclutamiento, larvas.

Abstract. Chironomids are common dipterans found in aquatic ecosystems. These organisms are ecologically important as consumers of particulate organic matter and they are consumed by fish, insects and birds. Most of the larvae are from fresh-water, but *Clunio* is exclusively marine and frequently associated with rocky shores and hard substrates. Six bimonthly samplings were conducted at Islas Marietas National Park during March 2011 to February 2012, using calcareous skeleton as a recruitment substrate. We found 89 larvae and 1 imago of the genus *Clunio*. The larvae showed a mean density of 0.015 ind·cm⁻², with a maximum value of 0.033 ind·cm⁻² during June-July, coinciding with the period with the highest sea surface temperature registered. Simultaneously, the micro-substrate adhered to the coral skeleton was identified and quantified; however, no relationship between the type of substrate and larval density was found ($R= 0.61$, $p= 0.197$). This study is the first record of *Clunio*, as well as the annual changes in abundance at the Mexican Pacific.

Key words: Orthocladiinae, Mexican Pacific, Insecta, recruitment, larvae.

Introducción

La familia Chironomidae constituye un taxón abundante y diverso, con distribución amplia en todo tipo de ambientes dulceacuícolas y algunos hábitats semiacuáticos y marinos del mundo. Su presencia contribuye a la buena salud de los ecosistemas, debido a que son consumidores importantes de materia orgánica particulada; detritos, restos en descomposición de plantas, algas y animales, y además, enriquecen la dieta de los peces, crustáceos, odonatos, coleópteros y hemípteros que se alimentan de

ellos, pues sus tejidos contienen altos niveles de proteína (Hashimoto, 1976; Cranston y Martin, 1989; Cranston, 1995; Alí, 1996; Andersen et al., 2000; Navarrete et al., 2004; Ferrington, 2008).

Hasta el momento, se han descrito alrededor de 4 147 especies de quironómidos, correspondientes a 339 géneros (Ferrington, 2008). Sin embargo, se estima que esta familia podría estar constituida por hasta 20 000 especies (Ashe et al., 1987; Cranston, 1995; Andersen et al., 2000) que en su mayoría se caracterizan por llevar a cabo el desarrollo larval en ambientes dulceacuícolas y una minoría de aproximadamente 60 especies con larvas estuarinas, intermareales y marinas (Hashimoto, 1976; Newman, 1988; Murray, 1996; Huang y Cheng, 2011). Dentro de

los géneros exclusivamente marinos, se encuentra *Clunio* con 26 especies; de éstas, 7 se han registrado en América y 4 en Hawai, uno de los archipiélagos más grandes y cercanos al continente americano (Cuadro 1).

Este género cosmopolita presenta una especialización ecológica y morfológica que le ha permitido adaptarse a la vida litoral en zonas rocosas de todos los continentes, a excepción de la Antártida, e incluso en algunos casos

Cuadro 1. Listado de quironómidos marinos del género *Clunio* y su distribución

<i>Especie</i>	<i>Descriptor y año</i>	<i>Distribución</i>	<i>Sustrato (larvas)</i>	<i>Registros</i>
<i>C. marinus</i>	Haliday, 1855	Europa, norte de África, Egipto	Costa rocosa, camas de ostiones y almejas, llanuras fangosas	Neumann y Honegger, 1969; Sæther y Spies, 2009; Taşdemir, 2010.
<i>C. adriaticus</i>	Schiner, 1856	Mediterráneo, islas Baleares		Stone y Wirth, 1947
<i>C. pacificus</i>	Edwards, 1926	Japón, islas Marianas, Samoa		Stone y Wirth, 1947
<i>C. tsushimensis</i>	Tokunaga, 1933	Hawai, Japón	<i>Hypnea</i> sp.	Stone y Wirth, 1947; Hashimoto, 1976
<i>C. setoensis</i>	Tokunaga, 1933	Japón		Stone y Wirth, 1947
<i>C. africanus</i>	Hesse, 1937	África, océano Índico, archipiélago de Santa Elena		Stone y Wirth, 1947; Oliveira, 1950; Sæther y Andersen, 2011
<i>C. aquilonius</i>	Tokunaga, 1938	Japón		Stone y Wirth, 1947
<i>C. takahashii</i>	Tokunaga, 1938	Japón, Taiwán		Stone y Wirth, 1947
<i>C. littoralis</i>	Stone y Wirth, 1947	Hawai		Stone y Wirth, 1947
<i>C. vagans</i>	Stone y Wirth, 1947	Hawai	Costa rocosa, <i>Ulva</i> sp.	Stone y Wirth, 1947
<i>C. brevis</i>	Stone y Wirth, 1947	Hawai		Stone y Wirth, 1947
<i>C. schmitti</i> *	Stone y Wirth, 1947	América del Sur, islas Galápagos		Stone y Wirth, 1947
<i>C. marshalli</i> *	Stone y Wirth, 1947	América del Norte, Florida	Balanos	Stone y Wirth, 1947
<i>C. brasiliensis</i> *	Oliveira, 1950	América del Sur, Argentina, Brasil, Chile		Oliveira, 1950; Paggi, 1981
<i>C. fuscipennis</i> *	Wirth, 1952	América del Sur, Chile		Wirth, 1952; Hashimoto, 1976
<i>C. purpureus</i>	Hashimoto, 1962	Japón	<i>Gelidium divaricatum</i>	Hashimoto, 1976
<i>C. tuthilli</i>	Tokunaga, 1964	Micronesia		Hashimoto, 1976
<i>C. mediterraneus</i>	Neumann, 1966	Europa, Medio Oriente, Turquía		Taşdemir, 2010; Sæther y Spies, 2009
<i>C. martini</i>	Hashimoto, 1973	Australia		Hashimoto, 1976
<i>C. californiensis</i> *	Hashimoto, 1973	América del Norte, California		Hashimoto, 1976
<i>C. balticus</i>	Heimbach, 1978	Alemania, Dinamarca, Finlandia	Costa rocosa	Heimbach, 1978; Sæther y Spies, 2009
<i>C. ponticus</i>	Michailova, 1980	Bulgaria		Sæther y Spies, 2009
<i>C. chilensis</i> *	Paggi, 1985	América del Sur, Chile		Paggi, 1985
<i>C. virginianus</i> *	Paggi, 1985	Caribe, islas Vírgenes		Paggi, 1985
<i>C. gerlachi</i>	Sæther, 2004	Indopacífico, islas Seychelles		Sæther, 2004
<i>C. jonesi</i>	Sæther y Andersen, 2011	Sudáfrica, archipiélago de Santa Elena		Sæther y Andersen, 2011

* Especies registradas para América.

a ambientes pelágicos, siendo sus límites de distribución latitudinal Tromso, Noruega al norte (*Clunio marinus*) e Is. Mornington, Chile, al sur (*C. chilensis*) (Hashimoto, 1976; Paggi, 1985). La gran riqueza específica del género y la amplia tolerancia a las variaciones ambientales de algunas especies como *C. marinus* (Neumann y Honegger, 1969) y *C. brasiliensis* (Oliveira, 1950; Roback, 1971; Paggi, 1981, 1985; Spies y Reiss, 1996), indican posiblemente que el género posee una distribución incluso mayor a la registrada. La distribución amplia de *Clunio* está asociada con características como: 1) su alimentación detritívora y poco selectiva, que le permite aprovechar recursos de baja energía y no limita su distribución a una sola fuente de alimento (Hashimoto, 1976; Berg, 1995; Andersen et al., 2000); 2) su comportamiento como epi y endobionte facultativo de tortugas marinas, moluscos, peces, crustáceos y mamíferos, que facilita su dispersión (Dinamani, 1986; Tokeshi, 1993; Schärer y Epler, 2007); 3) su ciclo de vida corto que favorece una rápida colonización; 4) tallas pequeñas (< 5 mm), que lo hacen imperceptible para algunos depredadores; 5) su capacidad de asentamiento en diversos tipos de sustratos: grietas en las rocas, estructuras artificiales (desagües), fragmentos de coral, macroalgas (comúnmente *Ulva* sp.), tapete algal, arena, sedimento, detritos e incluso animales (Stone y Wirth, 1947; Neumann, 1976; Hashimoto, 1976; Epler, 2001; Schärer y Epler, 2007) y 6) la habilidad de modificar su conducta reproductiva y velocidad de desarrollo, influenciado por ciclos circadianos y lunares, cambios en el nivel del mar y variaciones de temperatura (Hashimoto, 1976; Neumann, 1976; Neumann y Heimbach, 1984; Saigusa y Akiyama, 1995).

Si bien el género *Clunio* se distribuye en todos los continentes, cada especie se ha adaptado fisiológica y morfológicamente a las condiciones ambientales locales, por lo que cada población presenta distintos rangos de sensibilidad a las variaciones como la temperatura, cambios de mareas, la desecación y la exposición a la luz y, con ello, distintos comportamientos en la selección de hábitat, estacionalidad en los eventos reproductivos, duración del ciclo de vida y la frecuencia reproductiva (Hashimoto, 1969; 1975; Heimbach, 1978; Saigusa y Akiyama, 1995). Mientras que en Europa y Asia la biología de *Clunio* y de otros géneros marinos ha sido profundamente estudiada, en México el estudio de los quironómidos se ha enfocado a aquellos distribuidos en ecosistemas dulceacuícolas (Andersen et al., 2000; Navarrete et al., 2004). Por ello, el conocimiento de los géneros marinos es limitado, salvo algunos registros puntuales (Oregon State University y Renfro, 1971; Cheng y Hogue, 1974). Esta tendencia se debe a la falta de especialistas en quironómidos en México y al desconocimiento general de la entomofauna marina del país.

En el presente trabajo se registra por primera vez el género *Clunio* para en región del Pacífico mexicano y se analiza la variación de la densidad anual en relación con la temperatura y el sustrato de reclutamiento. Este estudio constituye un avance importante en el conocimiento de la entomofauna marina de México y aporta datos iniciales sobre el comportamiento ecológico de *Clunio*.

Materiales y métodos

Área de estudio. El trabajo de campo se llevó a cabo en el Parque Nacional Islas Marietas, Nayarit, México localizado en el extremo noroeste de la Bahía de Banderas ($20^{\circ}42'47''$ - $20^{\circ}41'11''$ N, $105^{\circ}33'18''$ - $105^{\circ}36'00''$ O; Fig. 1). El clima en la región es del tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano y vientos predominantes que corren en dirección sureste durante el día (García, 1998). Cabe destacar que no hay presencia de riachuelos ni depósitos de agua dulce. La temperatura promedio superficial del agua es de 26.4° C, con una mínima promedio de 23° C en marzo, a una máxima promedio de 30° C en septiembre; dichas condiciones están asociadas a la influencia de la Corriente de California que acarrea aguas frías durante los meses de noviembre a abril y la Corriente Costera de Costa Rica que trae aguas cálidas de mayo a octubre. La salinidad promedio es de 35 ups y el pH es casi constante a lo largo del año (Espino-Barr et al., 2004, 2008; Conanp, 2007; Ulloa-Ramírez et al., 2008).

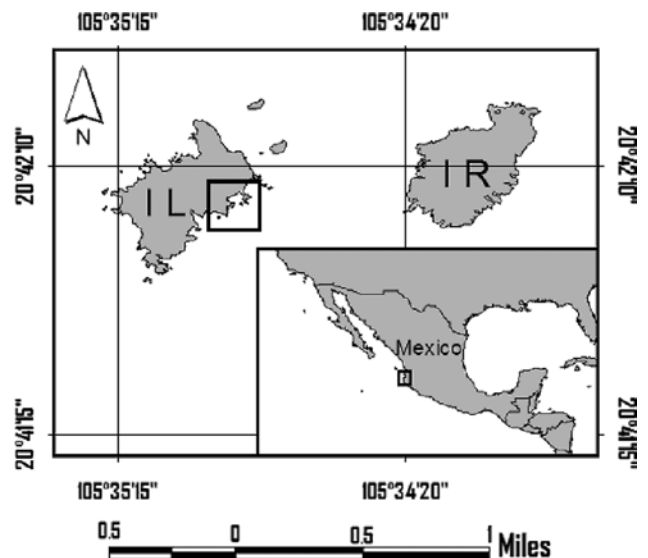


Figura 1. Área de estudio: Parque Nacional Islas Marietas, Nayarit, México. IL, isla Larga: el recuadro señala la localización del sitio de muestreo; IR, isla Redonda.

Trabajo de campo. Se realizaron 6 muestreos bimensuales de marzo del 2011 a febrero del 2012, en el sitio, Área de Restauración de la Isla Larga (Fig. 1). Se utilizó como sustrato de reclutamiento 144 fragmentos de esqueleto coralino de aproximadamente 5 cm de largo previamente tratados con una solución de hipoclorito de sodio al 10% por 24 h para eliminar tejido y residuos orgánicos. Se enjuagaron con agua dulce durante 8 h y se secaron en una estufa Precision Scientific® a 60° C por 24 h. Previo a los muestreos, en el sitio, fueron colocadas 2 estructuras semiesféricas con 12 varillas cada una; las estructuras se acomodaron cerca de colonias de coral del género *Pocillopora*. A cada varilla se fijaron 2 fragmentos, 24 fragmentos en total por estructura, y permanecieron por 2 meses, después de los cuales fueron recolectados y sustituidos por el siguiente grupo. Los fragmentos recuperados se almacenaron de manera individual en bolsas plásticas, cerradas *in situ* y transportadas al laboratorio donde fueron almacenadas a -20° C para su preservación hasta su análisis.

La temperatura fue registrada *in situ* cada 25 minutos con un termógrafo HOBO-Pendant®. Los datos obtenidos fueron promediados por bimestre.

Trabajo de laboratorio. Cada fragmento fue descongelado individualmente y las larvas y el imago farado fueron preservados en etanol al 70%. Los organismos fueron contados, medidos e identificados a nivel de género, utilizando los trabajos de Stone y Wirth (1947), Epler (2001), Bolton (2007) y Cranston (2010). Para las observaciones se utilizó un microscopio estereoscópico Carl Zeiss® Stemi DR 1040 y un microscopio compuesto LABO® JAZ-ANZ, cada organismo fue fotodocumentado con la cámara LABO® DIGITAL CCD. Se utilizó el software Axiovisión Rel® 4.8 para Windows para medir la longitud corporal de los ejemplares y de sus estructuras corporales. El área de sustrato se obtuvo estimando la superficie por fragmento con el método del papel aluminio (Marsh, 1970) y se calculó la densidad de individuos por unidad de área (ind cm^{-2}). Asimismo, de cada fragmento se separaron y clasificaron los distintos tipos de microsustrato en: tapete algal; algas filamentosas, algas carnosas, arena y detritos; algas costrosas; algas coralinas costrosas y reticuladas; *Ulva* sp.; y briozoos. Cada sustrato fue individualmente colocado en una charola de aluminio previamente pesada y fue secado en estufa a 60° C por 24 h, tiempo después del cual fueron pesados en una balanza analítica de precisión Explorer Ohaus®. El porcentaje de incidencia de microsustrato por fragmento se calculó con la fórmula: $\text{incidencia (\%)} = (\text{peso seco del microsustrato "X"} / \text{Peso seco total}) \cdot 100$

Análisis estadísticos. Debido a la naturaleza de los datos se aplicaron pruebas estadísticas no paramétricas. Las diferencias en densidad de organismos promedio e

incidencia de sustrato entre bimestres de muestreo se evaluaron con ANOVA por rangos Kruskal-Wallis y una prueba a posteriori Dunn's ($p < 0.05$).?? corregir. La relación entre la temperatura, incidencia de microsustrato y las variaciones de densidad de organismos se estimó por medio de pruebas de regresión lineal y se consideró un valor de $\alpha < 0.05$ (Zar, 1996). Los cálculos fueron realizados con el software SigmaPlot®, versión 11.0 para Windows.

Descripción

Clunio Haliday, 1855

Caracteres diagnósticos. *Larva* (modificada de: Epler, 2001; Bolton, 2007; Cranston, 2010). Las larvas de *Clunio* se identifican por la presencia de la siguiente combinación de caracteres: hábitats exclusivamente marinos, común en costas rocosas, aunque puede presentarse en mar abierto, frecuentemente asociado a comunidades de algas o corales. Antena: dividida en 5 segmentos con presencia de hoja antenal que se extiende hasta el segmento 4 (Figs. 3B, D). Mandíbula: con un diente apical más cortó que la anchura combinada de los dientes internos 3 y 4 (Figs. 2B, 3C). Labro: con la primera (SI) y segunda sedas (SII) plumosas, tercera (SIII) y cuarta sedas (SIV) normales (Fig. 3C). Premandíbula: con un diente apical romo y ancho y dientes internos romos (Fig. 3C). Mentón: con un diente central en forma de cúpula, del doble del ancho que el primer diente lateral, 4 pares de dientes laterales (Fig. 2B). Cuerpo: Procercos ausentes, sustituido por sedas anales (Fig. 2C). Túbulo anal y ventrales ausentes (Fig. 2A).

Imago macho (modificado de Stone y Wirth, 1947; Cranston et al., 1989) ojos: facetados, bien desarrollados y pubescentes -excepto en *C. schmitti*- (Fig. 4B). Antena: con 11 segmentos. Escapo (primer segmento) triangular, pedicelo (segundo segmento) grande y bulboso, tercer segmento alargado; flagelo antenal: cuarto a décimo segmento subiguales en longitud y ancho, último segmento alargado y ligeramente claviforme (Fig. 4A y 4C). Palpo maxilar bisegmentado. Alas bien desarrolladas. Hipopigio grande, representa casi la mitad de la longitud del abdomen, rotados sobre el eje antero-posterior del cuerpo de 100 a 180°. Gonocoxitos y gonostilos prominentes (Fig. 5B).

Material examinado. Se encontraron 89 organismos y una pupa con imago macho farado asociados a la comunidad coralina de la isla Larga, Parque Nacional Islas Marietas, Nayarit, México. Los muestreos se realizaron de marzo del 2011 a febrero del 2012, por A. P. Rodríguez-Troncoso y R. C. Sotelo-Casas. El material recolectado se encuentra depositado en la colección del Laboratorio de Ecología Marina del Centro de Investigaciones Costeras,

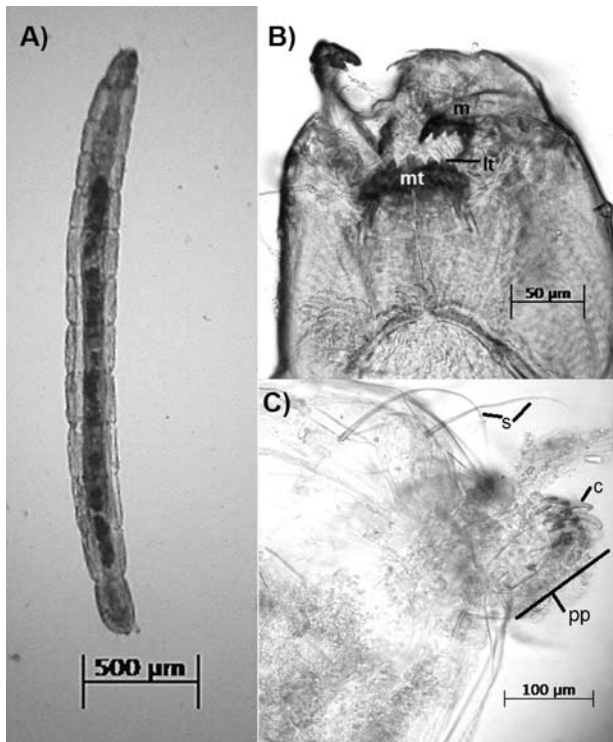


Figura 2. Larva: A, vista ventral del cuerpo: dividido en 12 segmentos y una cápsula cefálica esclerotizada. B, detalle de la cápsula cefálica: piezas bucales. mt: mentón, se evidencia la esclerotización (regiones oscuras) de los dientes y las estrías en sentido vertical; lt: diente lateral del mentón; m: mandíbula, también fuertemente esclerotizada en los dientes. C, vista lateral de la región anterior del cuerpo. ap: parápodo posterior; c: garras del parápodo posterior; s: sedas anales.

Departamento de Ciencias Biológicas, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara.

Larvas. Cuerpo: longitud corporal mínima 0.85 mm y máxima 4.83 mm ($n=89$). Coloración clara, que varió de un tono blanquecino en los ejemplares más jóvenes a un tono pardo amarillento con una ligera pigmentación oscura en el segmento posterior a la cápsula cefálica en individuos en estadios avanzados. Manchas oculares presentes, aunque poco evidentes, con forma de alubia y una pequeña mancha secundaria o accesoria en el extremo inferior externo (Fig. 3B). Apoptoma frontal con 3 pares de sedas en la región anterior, 3 pares de sedas rodean el apoptoma en su parte posterior (Fig. 3B).

Imago macho. Cuerpo: color castaño claro. Hipopigio: gonocoxitos y gonostilos prominentes, rotados aproximadamente 100° (Fig. 5B). El imago recolectado pertenece al muestreo de octubre-noviembre del 2011. Se encontró resguardado dentro de un capullo formado por detritos, restos de sus mudas larvales y sedimento,

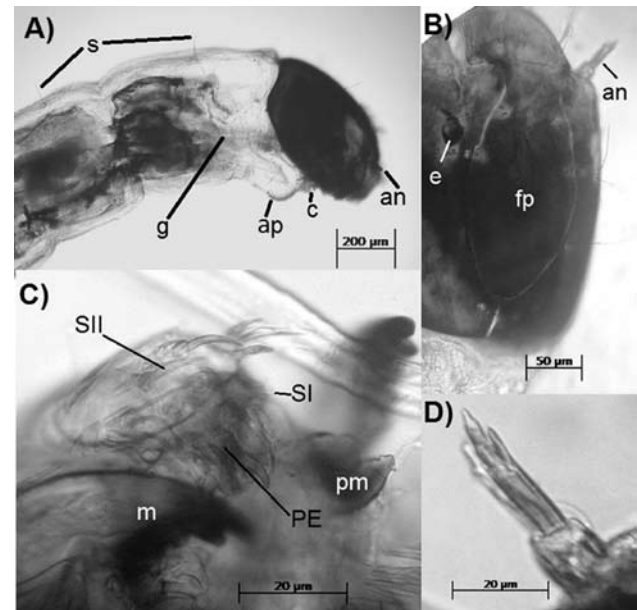


Figura 3. Larva, detalles del cuerpo y la cápsula cefálica: A, vista lateral del cuerpo. s: sedas corporales; g: intestino; ap: parápodos anteriores; c: garras de los parápodos anteriores; an: antena. B, vista dorsal de la cápsula cefálica. e: ojo; fp: apoptoma frontal; an: antena. C, vista ventral del labro. SI: primera seda plumosa; SII: segunda seda plumosa; PE: pecten epifagris; m: mandíbula; pm: pre mandíbula. D, antena.

entre el microstrato del fragmento (Fig. 5A). En total, se encontraron 89 organismos y una pupa con imago macho farado entre el microstrato del fragmento (Fig. 5A), formadas patas, antenas y alas; pero aún protegido por la cápsula pupal (Figs. 5A, B).

Relación de la densidad anual de *Clunio* con la temperatura y microstrato. En el sitio se registró una temperatura superficial promedio de $26.3 \pm 1.5^\circ \text{C}$, teniendo las máximas durante el periodo de septiembre-octubre (30.5°C) y las mínimas en el bimestre marzo-abril (20.9°C). La densidad promedio anual de *Clunio* en el Pacífico central mexicano (Fig. 6) fue de $0.015 \text{ ind}\cdot\text{cm}^{-2}$, presentando variaciones significativas a lo largo del año (Kruskall-Wallis, $H=35.42$, $p<0.001$), asociadas a los muestreos de noviembre-diciembre ($0.005 \text{ ind}\cdot\text{cm}^{-2}$) y enero-febrero ($0.001 \text{ ind}\cdot\text{cm}^{-2}$) que exhibieron las densidades más bajas, mientras que el resto del año se mantuvo con densidades superiores a $0.01 \text{ ind}\cdot\text{cm}^{-2}$, con un pico máximo en julio-agosto de $0.033 \text{ ind}\cdot\text{cm}^{-2}$ (Dunn's $p<0.05$). Al comparar la temperatura promedio bimensual con la densidad de individuos, se encontró una relación positiva ($R=0.61$), pero no significativa ($p=0.197$).

Con respecto al microstrato, se encontró que las algas costrosas presentaron los mayores valores durante

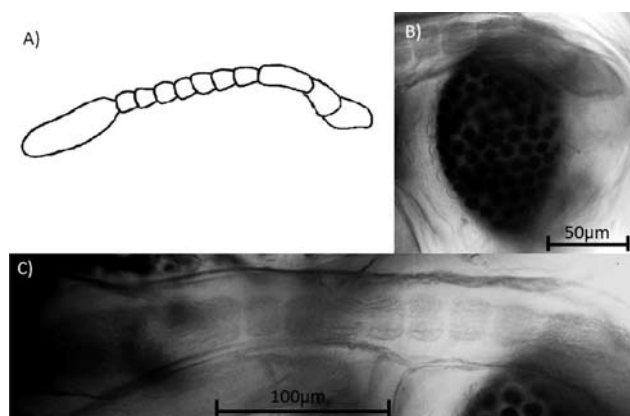


Figura 4. Detalle de un imago macho: A, esquema de la antena claviforme dividida en 11 segmentos. B, ojo compuesto, redondeado, sin extensión dorsal y pubescente, característico del género. C, antena.

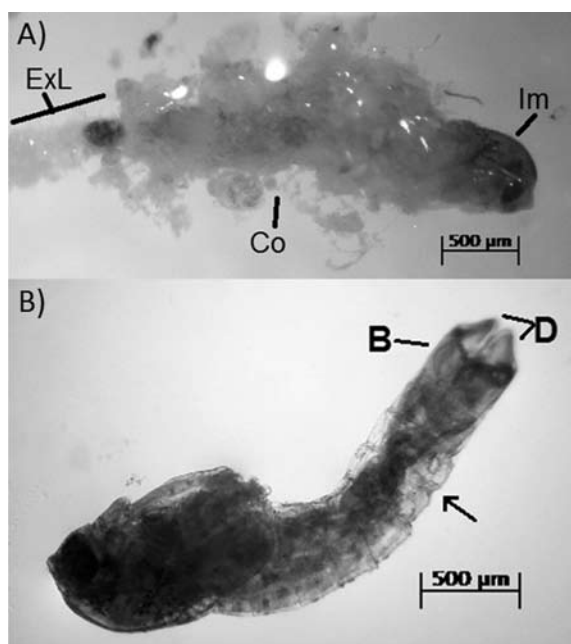


Figura 5. A, vista lateral del imago dentro de su capullo pupal; ExL: exuvia larval; Co: capullo; Im: imago. B, imago macho dentro de su cápsula pupal. B: gonocoxito prominente; D: gonostilos. La flecha indica la torsión de aproximadamente 100° del hipopigio.

todo el año, excepto en el bimestre marzo-abril, donde representaron el 0.93% y contrastantemente tuvieron sus valores más altos durante septiembre-octubre (96.43%). Por otro lado, el máximo de abundancia del tapete fue registrado durante marzo-abril (68.26%) y su mínimo en septiembre-octubre de 3.56%; el alga *Ulva* sp. presentó

una menor proporción, tuvo picos de abundancia durante marzo-abril (27.31%) y mayo-junio (19.02%) con una importante reducción durante el resto del año (< 5%); los briozoos mostraron abundancias muy bajas durante todo el año (< 3%), pero durante el bimestre mayo-junio su presencia fue del 16.03% (Fig. 7). El tapete mostró una relación negativa respecto al incremento de temperatura ($R=0.82$, $p=0.043$). Mientras que el alga costrosa presentó una correspondencia positiva ante el aumento de temperatura ($R=0.69$), pero sin diferencias significativas ($p=0.124$). Al buscar la relación entre la densidad de individuos y la incidencia de microstrato no se encontraron resultados significativos ni a nivel individual ni por la interacción ($R=0.66$, $p=0.163$), debido a que tanto la incidencia de tapete como de algas calcáreas presentaron altos valores de colinealidad ($VIF > 5$).

Discusión

Clunio es un taxón con hábitos marinos poco estudiado, pero de amplia distribución mundial, por lo que se cuentan

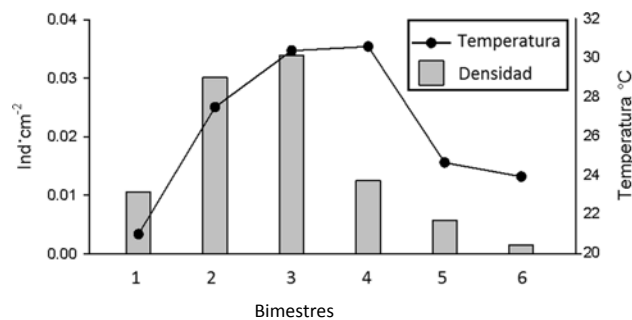


Figura 6. Relación de la densidad de *Clunio* sp. por bimestre de muestreo, iniciando en marzo del 2011 y finalizando en febrero del 2012, con respecto a la temperatura superficial del mar registrada *in situ*.

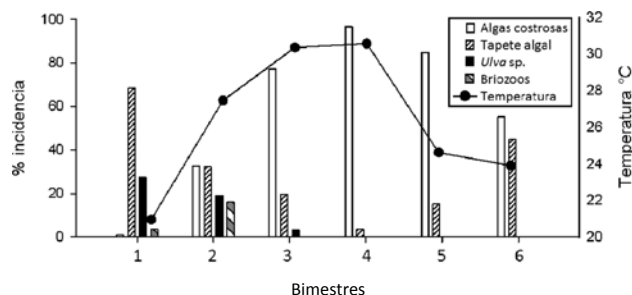


Figura 7. Porcentaje de incidencia de microstratos registrada por bimestre de muestreo, iniciando en marzo del 2011 y finalizando en febrero del 2012 y su variación con respecto a la temperatura superficial del mar.

con una gran cantidad de registros, pero de tipo puntual tanto en el Pacífico como en las costas del Atlántico Americano (Cuadro 1). El éxito de este grupo se puede atribuir a que la familia Chironomidae presenta amplios intervalos de tolerancia a diferentes variables fisicoquímicas como temperatura, ya que se distribuye desde zonas polares hasta la franja ecuatorial; salinidad, encontrándose en sistemas hipersalinos como mares interiores y lagunas costeras e hiposalinos como ríos y lagos, y desecación, al encontrarse en charcas temporales, musgos, bromeliáceas y plantas halófitas (Neumann, 1976; Hashimoto, 1976; Cranston, 1995; Andersen et al., 2000). Aunque la mayoría de las especies marinas se asocia a costas rocosas, Hashimoto (1976), Oliveira (1950), Cranston (2000) y Schärer y Epler (2007) registraron el asentamiento de *Clunio* en arrecifes coralinos y ecosistemas contiguos, al igual que en este estudio, donde el sustrato calcáreo estuvo relacionado con la recolecta exitosa de quironómidos, ya que sus características cubrieron los requerimientos ambientales del género: 1) un sustrato firme y similar a la roca; 2) una estructura compleja que suministró refugio y camuflaje contra depredadores y 3) una fuente de alimento constante gracias al asentamiento de otros organismos bentónicos sobre los fragmentos como biopelículas bacterianas, algas - entre ellas *Ulva* sp.- e invertebrados, y a que éstos propician que parte del detritos de la columna de agua quede atrapado en los fragmentos. El conjunto de condiciones favorables, más la disponibilidad de sustrato, permitió que las larvas se mantuvieran presentes durante todo el año, demostrando que *Clunio* es un organismo asociado directamente a la comunidad coralina del Pacífico central mexicano.

Debido a que no se ha estandarizado una metodología de recolecta para todas las especies de quironómidos ni para su comparación en relación con la superficie, volumen o tiempo, es complicado comparar la densidad de *Clunio* sp. encontrada en islas Marietas con otros sitios. Sin embargo, existen datos contrastantes en los que en cultivos artificiales y lagunas naturales se pueden encontrar abundancias de *Clunio* de hasta el 76 y 95%, respectivamente, en relación con el total de invertebrados recolectados (Navarrete et al., 2004; Espinoza y Morales, 2008); mientras que en nuestro estudio, *Clunio* representó menos del 1%. La presencia de este género en los ecosistemas es de gran relevancia por su papel como reciclador de nutrientes y fuente de alimento para especies carnívoras, siendo un factor determinante en la productividad de los ecosistemas (Cranston, 1995; Brodín y Andersson, 2009); sin embargo, es importante que las condiciones ambientales mantengan en control su densidad, ya que los casos en que su presencia es de tipo invasora o hay un aumento desmedido de la población son potencialmente perjudiciales, pudiendo desplazar a especies locales, provocar pérdidas económicas por daños

estructurales a infraestructura costera y generar eventos reproductivos nocivos para el hombre, convirtiéndose en un problema de salud pública y ambiental (Alí et al., 2008). De aquí que el conocimiento de su dinámica poblacional sea tan importante, llegando incluso a utilizarse como indicadores del estado de salud de los ecosistemas (Lobinske y Alí, 2006; Alí et al., 2008).

Aunque en el presente estudio no se encontró relación directa entre la variación de la temperatura y la densidad de organismos, se observó un incremento de larvas en la temporada cálida de mayo a agosto, coincidiendo con el primer incremento en la temperatura, lo cual es un disparador del inicio de la actividad reproductiva (Neumann y Heimbach, 1984) y posteriormente, un decremento abrupto en septiembre-octubre, cuando se registraron picos de temperatura superiores a 30° C, ya que, aunque la temperatura alta se relaciona con la reproducción, ésta pudo exceder los límites térmicos del género (McKie et al., 2004). Durante el muestreo de octubre-noviembre se encontró un imago macho farado dentro de su cápsula pupal en un capullo formado de detritos y exuvias larvales, que constituye evidencia de que en la región los organismos del género *Clunio* sp. alcanzan la madurez sexual y completan su ciclo reproductivo. El que sólo se haya capturado 1 imago no debe interpretarse como signo de bajos índices de reproducción, ya que los estadios pupales y adultos de *Clunio* en las islas Marietas pueden estar asociados en mayores abundancias a otros grupos bentónicos como macroalgas, o roca, y mantenerse suspendidos en la columna de agua antes del ritual reproductivo y por lo tanto, la técnica de recolecta empleada posiblemente no resulta adecuada para su captura (Hashimoto, 1976). Del mismo modo que la temperatura, se deben considerar otros aspectos como los ciclos lunares, las mareas y la interacción sincronizada de todas estas variables, que influyen en los picos reproductivos de *Clunio* (Neumann y Heimbach, 1984) y que estudios posteriores nos permitirán caracterizar para entender una parte fundamental de la dinámica poblacional del género en la región.

En el caso de islas Marietas, *Clunio* registró densidades bajas a pesar de estar presente todo el año, posiblemente controlado por diferentes factores ecológicos. Inicialmente, se debe de considerar si su presencia es de tipo estacional o residente. Aunque a nivel de familia, los quironómidos presentan una alta tolerancia a diferentes variables oceanográficas, cada especie está adaptada a condiciones específicas dependiendo de su distribución y de su historia de vida, como mecanismo de aclimatación local ante el ambiente en el que se está desarrollando (Somero, 2005), por lo que a nivel poblacional, la mayor densidad de individuos se encontrará concentrada en el sitio con las condiciones óptimas para su desarrollo, generando un

gradiente negativo hacia la periferia hasta su límite de distribución, en donde las condiciones son subóptimas una gran parte del año (Sanford y Kelly, 2011). El área de estudio se encuentra en el límite entre 2 regiones biogeográficas: Pacífico Templado Este y Pacífico Tropical Noreste, y anualmente presenta condiciones oceanográficas mixtas y poco estables, con marcada influencia estacional de la Corriente de California y la Corriente Costera de Costa Rica (Wyrski 1965, 1967; Spalding et al., 2007). Dichas condiciones generan una gran variedad de ambientes potencialmente colonizables, pero pueden producir estrés en los organismos que encuentran su límite de tolerancia ambiental en esta zona de transición.

Otro factor determinante en el éxito y presencia de *Clunio* es la cantidad de recursos accesibles, de forma que la disponibilidad y competencia por alimento y refugio limitan su densidad. Los arrecifes coralinos se caracterizan por ser sistemas de aguas claras y pobres en nutrientes (Charpy, 2001), a los cuales está asociada una gran abundancia de organismos detritívoros (e. g. poliquetos, holoturoideos, crustáceos) que compiten directamente con *Clunio* por alimento. Estos organismos bentónicos también se reclutan en el esqueleto coralino, junto con distintas especies formadoras de microsustrato, como algas filamentosas, *Ulva*, algas calcáreas y briozoarios, creando en conjunto un estrés por espacio. De tal forma que, aunque el esqueleto coralino genera condiciones adecuadas para la supervivencia de *Clunio*, la microcomunidad asociada al sustrato regula la densidad por medio de la competencia. Esta hipótesis es apoyada por el hecho de que ningún microsustrato se relacionó positivamente con la densidad de *Clunio*.

Cabe resaltar que los organismos encontrados corresponden al primer registro de *Clunio* asociado a una comunidad coralina del Pacífico mexicano. *Clunio* es un organismo clave para muchos procesos poblacionales, ya que tiene funciones primarias como reciclador, interacciones tróficas como depredador y competidor con otros invertebrados, y es consumido por peces, insectos, crustáceos y aves (Hashimoto, 1967; Alí, 1996; Andersen et al., 2000; Navarrete et al., 2004). Su actividad en la comunidad coralina es esencial y se vuelve prioritario identificar las implicaciones ecológicas de su presencia en el área de estudio, y las posibles consecuencias en sus cambios de densidad poblacional sobre otros taxones.

Agradecimientos

RCSC agradece al Conacyt por la beca de doctorado (Núm. 291281). El presente estudio fue financiado por el proyecto "Programa de Monitoreo Ambiental Marino de los Parques Nacionales Islas Marietas e Isla Isabel, Nayarit,

México" a cargo de ALCM y se llevó a cabo en el Laboratorio de Ecología Marina del Centro de Investigaciones Costeras, de la Universidad de Guadalajara. Los autores agradecen a las autoridades del Parque Nacional Islas Marietas por las facilidades otorgadas para el muestreo. Asimismo, a los estudiantes que contribuyeron con el procesamiento de las muestras. Finalmente, agradecemos a P. S. Cranston por la asesoría durante la identificación de los quironómidos recolectados.

Literatura citada

- Alí, A. 1996. A concise review of Chironomid midges (Diptera: Chironomidae) as pests and their management. *Journal of Vector Ecology* 21:105-121.
- Alí, A., R. J. Lobinske, R. J. Leckel Jr., N. Carandang y A. Mazumdar. 2008. Population survey and control of Chironomidae (Diptera) in wetlands in northeast Florida, USA. *Florida Entomologist* 91:446-452
- Andersen, T., A. Contreras-Ramos y M. Spies. 2000. Chironomidae (Diptera). In *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol. II, J. E. Llorente-Bousquets, E. González-Soriano y N. Papavero (eds.). UNAM-Conabio, México, D. F. p. 580-591.
- Ashe, P., D. A. Murray y F. Reiss. 1987. The zoogeographical distribution of Chironomidae (Insecta: Diptera). *Annales de Limnologie* 23:27-60.
- Berg, M. B. 1995. Larval food and feeding behavior. In *The Chironomidae. Biology and ecology of non-biting midges*, P. D. Armitage, P. S. Cranston y L. C. V. Pinder (eds.). Chapman y Hall, Londres. p. 136-167.
- Bolton, M. J. 2007. Ohio EPA supplemental keys to the larval Chironomidae (Diptera) of Ohio and Ohio Chironomidae checklist. <http://www.epa.ohio.gov/portals/35/documents/MidgeLarvaeKeyJune2007.pdf>; última consulta: 3.V.2013.
- Brodin, Y. y M. H. Andersson. 2009. The marine splash midge *Telmatogon japonicus* (Diptera: Chironomidae)-extreme and alien? *Biological Invasions* 11:1311-1317.
- Charpy, L. 2001. Phosphorus supply for atoll biological productivity. *Coral Reefs* 20:357-360.
- Cheng, L. y C. L. Hogue. 1974. New distribution and habitats records of biting midges and mangrove flies from the coast of southern Baja California, Mexico (Diptera: Ceratopogonidae, Culicidae, Chironomidae, and Phoridae). *Entomological News* 85:211-218.
- Conanp (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2007. Programa de conservación y manejo, Parque Nacional Islas Marietas, México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F. 155 p.
- Cranston, P. S. y J. Martin, 1989. Family Chironomidae. In *Catalogue of the Diptera of the Australian and Oceanian regions*, N. L. Evenhuis (ed.). Bishop Museum Press, Honolulu. p. 252-274.
- Cranston, P. S., D. R. Oliver y O. A. Sæther, 1989. The adult

- males of Orthocladiinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region - Keys and diagnoses. *In* Chironomidae of the Holarctic region - Keys and diagnoses. Part 3. Adult males, Wiederholm, T. (ed.). Entomologica Scandinavica Supplement 34:165-352
- Cranston, P. S. 1995. Introduction. *In* The Chironomidae. Biology and ecology of non-biting midges, P. D. Armitage, P. S. Cranston y L. C. V. Pinder (eds.). Chapman y Hall, Londres. p. 1-7.
- Cranston, P. S. 2000. The Electronic Guide to the Chironomidae of Australia <http://entomology.ucdavis.edu/files/151365.pdf>; última consulta: 3.V.2013.
- Cranston, P. S. 2010. Chirokey. chirokey.skullisland.info/genus/Clunio/; última consulta: 3.V.2013.
- Epler, J. H. 2001. Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina. A guide to the taxonomy of the midges of the southeastern United States, including Florida. Special publication SJ2001-SP13. North Carolina Department of Environment and Natural Resources, Raleigh, NC and St. Johns River Water Management District, Palatka, Florida. 526 p.
- Espino-Barr, E., E. G. Cabral-Solís, A. García-Boa y M. Puente-Gómez. 2004. Especies marinas con valor comercial de la costa de Jalisco, México. Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Politécnico Nacional, México, D. F. 145 p.
- Espino-Barr, E., E. G. Cabral-Solís, A. García-Boa y M. Puente-Gómez. 2008. Pesca artesanal multiespecífica en la costa de Colima. Criterios biológicos para su administración. Serie Linderos de la Costa. Centro Interdisciplinario de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto Politécnico Nacional, México, D. F. 102 p.
- Espinoza, N. y F. E. Morales. 2008. Macroinvertebrados bentónicos de la laguna Las Peonías, Estado Zulia, Venezuela. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad de Zulia. 42:345-363
- Dinamani, P. 1986. Potential disease-causing organisms associated with mantle cavity of Pacific oyster *Crassostrea gigas* in northern New Zealand. Diseases of Aquatic Organisms 2:55-63.
- Ferrington, L. C. 2008. Global diversity of non-biting midges (Chironomidae; Insecta-Diptera) in freshwater. *Hidrobiología* 595:447-455.
- García, E. 1998. Carta de climas. Sistema de Köppen, modificado por E. García. Escala 1: 1 000 000. Conabio-Estadigrafía. México, D. F.
- Hashimoto, H. 1976. Non-biting midges of marine habitats (Diptera: Chironomidae) *In* Marine insects, L. Cheng (ed.). North Holland Publishers, Amsterdam. p. 377-414.
- Heimbach, F. 1978. Sympatric species, *Clunio marinus* Hal. and *C. balticus* n. sp. (Diptera: Chironomidae), isolated by differences in emergence time. *Oecologia* 32:195-202.
- Huang, D. y L. Cheng. 2011. The flightless marine midge *Pontomyia* (Diptera: Chironomidae): ecology, distribution and molecular phylogeny. *Zoological Journal of the Linnean Society* 162:443-456.
- Lobinske, R. J. y A. Alí. 2006. Population monitoring, ecology and control possibilities for nuisance midges (Diptera: Chironomidae). *Technical Bulletin of the Florida Mosquito Control Association* 7:63-66.
- Marsh, J. A. 1970. Primary productivity of reef-building calcareous red algae. *Ecology* 51:255-263.
- McKie, B. G., P. S. Cranston y R. G. Pearson. 2004. Gondwanan mesotherms and cosmopolitan eurytherms: effects of temperature on the development and survival of Australian Chironomidae (Diptera) from tropical and temperate populations. *Marine and Freshwater Research* 55:759-768.
- Murray, H. C. 1996. Chironomidae from marine coastal environments near St. John's, Newfoundland, Canada. *Hydrobiologia* 318:117-122.
- Navarrete, S. N. A., F. G. Elías y R. G. Contreras. 2004. Abundancia de Quironómidos (Diptera: Chironomidae) en el Bordo "JC" del Norte del Estado de México en el periodo de secas. *Hidrobiológica* 14:157-160.
- Neumann, D. y H. W. Honegger. 1969. Adaptations of the intertidal midge *Clunio* to Arctic conditions. *Oecologia* 3:1-13.
- Neumann, D. 1976. Mechanismen für die zeitliche Anpassung von Verhaltens- und Entwicklungsleistungen an den Gezeitenzyklus. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft* 69:9-28.
- Neumann, D. y F. Heimbach. 1984. Time clues for semilunar reproduction rhythms in European populations of *Clunio marinus*. *Biological Bulletin of the Marine Biological Laboratory* 166:509-524.
- Newman, L. J. 1988. Evolutionary relationships of the Hawaiian and North American *Telmatogeton* (Insecta; Diptera: Chironomidae). *Pacific Science* 42:56-64.
- Oliveira, S. J. 1950. Sobre uma nova espécie neotropical do género "*Clunio*" Haliday, 1855 (Diptera, Chironomidae). *Revista Brasileira de Biologia* 10:493-500.
- Oregon State University y W. C. Renfro. 1971. Oceanography of the nearshore coastal waters of the Pacific Northwest relating to possible pollution. Vol. II. Oregon State University, Oregon. Environmental Protection Agency, Oregon. 744 p.
- Paggi, A. C. 1981. Presencia de *Clunio brasiliensis* Oliveira 1950 en Puerto Deseado, Argentina (Diptera, Chironomidae, Orthocladiinae). *Phycis, Sección A*, 40:47-49
- Paggi, A. C. 1985. Two new species of the genus *Clunio* (Diptera: Chironomidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 87:460-466
- Roback, S. S. 1971. A new record and immature stages of *Clunio brasiliensis* Oliveira, with additional notes on the adults (Chironomidae: Clunioninae). *The Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 444:1-12.
- Sæther, O. A. 2004. The Chironomidae (Diptera) of the Seychelles. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 40:285-308
- Sæther, O. A. y M. Spies 2009. Family Chironomidae (Diptera) in Fauna Europea. European Commission. <http://www.faunaeur.org/distribution.php>; última consulta: 3.V.2013.
- Sæther, O. A. y T. Andersen. 2011. Chironomidae from

- Gough, Nightingale and Tristan da Cunha islands. *Zootaxa* 2915:1-19.
- Saigusa, M. y T. Akiyama. 1995. The tidal rhythm of emergence, and the seasonal variation of this synchrony, in an intertidal midge. *Biological Bulletin* 188:166-178.
- Sanford, E. y M. W. Kelly. 2011. Local adaptation in marine invertebrates. *Annual Review of Marine Science* 3:509-535
- Schärer, M. T. y J. H. Epler. 2007. Long-range dispersal possibilities via sea turtle - a case for *Clunio* and *Pontomyia* (Diptera: Chironomidae) in Puerto Rico. *Entomological News* 118:273-277.
- Spalding, M. D., H. E. Fox, G. R. Allen, N. Davidson, Z. A. Ferdaña, M. Fanlayson, B. S. Halpern y M. A. Jorge. 2007. Marine ecoregions of the world a bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience* 57:573-583
- Spies, M. y F. Reiss. 1996. Catalog and bibliography of Neotropical and Mexican Chironomidae (Insecta, Diptera). *Spixiana Supplement* 22:61-119.
- Somero, G. N. 2005. Linking biogeography to physiology: Evolutionary and acclamatory adjustments of thermal limits. *Frontiers in Zoology* 2:1-9.
- Stone, A. y W. W. Wirth. 1947. On the marine midges of the genus *Clunio* Haliday (Diptera: Tendipedidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 49:201-224.
- Taşdemir, A. 2010. *Clunio* Haliday, 1855: a new Chironomid genus for Turkey (Diptera, Chironomidae). *Journal of the Entomological Research Society* 12:39-43.
- Tokeshi, M. 1993. On the evolution of commensalism in the Chironomidae. *Freshwater Biology* 29:481-489.
- Ulloa-Ramírez, P. A., J. L. Patiño-Valencia, M. L. Guevara-Rascado, S. Hernández-Ventura, R. Sánchez-Regalado y A. Pérez-Velázquez, 2008. Peces marinos de valor comercial del estado de Nayarit, México. Instituto Nacional de Pesca, Nayarit. 91 p.
- Wirth, W. W. 1952. Los insectos de las islas Juan Fernandez 7. Heleidae y Tendipedidae (Diptera). *Revista chilena de Entomología* 2:87-104.
- Wyrтки, K. 1965. The annual and semiannual variation of sea surface temperature in the North Pacific Ocean. *Limnology and Oceanography* 3:307-313.
- Wyrтки, K. 1967. Circulation and water masses in the eastern equatorial Pacific ocean. *International Journal of Oceanology and Limnology* 2:117-147.
- Zar, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey. 652 p.