

## Riqueza específica de copépodos en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México

SERGIO HERNÁNDEZ-TRUJILLO\*  
RICARDO PALOMARES-GARCÍA\*  
GLADIS A. LÓPEZ-IBARRA\*  
GABRIELA ESQUEDA-ESCÁRCEGA\*  
ROCÍO PACHECO-CHÁVEZ\*

**Resumen.** Con el fin de estimar la riqueza específica de copépodos en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México, se analizaron muestras obtenidas en distintos años y con diferentes artes de recolecta de zooplancton. Esta información se complementó con el análisis bibliográfico, obteniéndose un total de 152 especies de copépodos pelágicos, epibénticos y parásitos, que habitan en aguas de la bahía. Las especies encontradas pertenecen a los órdenes Calanoida, Monstrilloida, Siphonostomatoida y Poecilostomatoida. La riqueza específica obtenida fue un 57% mayor a la de estudios previos y se registraron 12 especies que no habían sido observadas en el área.

Palabras clave: riqueza específica, Bahía Magdalena, copépodos.

**Abstract.** In order to update the species richness of copepods from Bahía Magdalena, Baja California Sur, México, samples taken during several years using different collecting methods, were analyzed. Additional data on the species richness of copepods from the study site were obtained from previously published papers. As a result of the above analyses, 152 species of pelagic, epibenthic and parasitic copepods were recorded. The species found belong to Calanoida, Monstrilloida, Siphonostomatoida and Poecilostomatoida. Species richness turned out to be 57% higher than in previous studies, and 12 new records for Bahía Magdalena are presented herein.

Key words: species richness, Bahía Magdalena, copepods.

## Introducción

Giesbrecht (1895) fue el primero en publicar una serie de atlas donde registró las especies de copépodos del estrato superficial en la costa occidental de la península de Baja California y el Golfo de California. A principios del siglo XX Esterly (1905, 1911, 1924) publicó una serie de trabajos donde describió por primera vez diversas especies de copépodos pelágicos en el océano Pacífico, incluyendo las costas mexicanas. Brodsky (1950) realizó un estudio sobre la distribución de los copépodos pelágicos, desde el Golfo de Alaska hasta la Corriente de California. En la década de los sesenta Grice (1961) y Fleminger (1964b, 1967a), efectuaron estudios que abarcaron desde la zona trópico-ecuatorial hasta la Corriente de California. Longhurst (1967) realizó un estudio en la costa occidental y la zona vestibular del Golfo de California. Bowman & Jonson (1973) enfocaron su estudio a los copépodos de la Corriente de California. Fleminger & Hulseman (1973, 1974) y Fleminger (1975) particularizaron sobre la biogeografía y genealogía de algunas familias de calanoides como Pontellidae, Centropagidae y Temoridae. Loeb *et al.* (1983) estudiaron la distribución de algunas especies de copépodos en la Corriente de California. El primer estudio donde se aborda la riqueza de especies de copépodos y su distribución frente a las costas de Bahía Magdalena fue realizado por Hernández-Trujillo (1985), registrando un total de 28 especies. Cervantes-Duarte & Hernández-Trujillo (1989) registraron un total de 115 especies de copépodos, en la costa occidental de la península de Baja California durante 1983. Poco después Hernández-Trujillo (1989a) identificó solo 75 especies en mayo de 1984. El mismo autor (Hernández-Trujillo, 1989b) profundizó sobre el estudio de la familia Pontellidae e identificó un total de 20 especies que habitan en las aguas adyacentes a Bahía Magdalena. Los trabajos más recientes dan cuenta de un número mayor de especies y destacan la influencia de especies tropicales a lo largo de la península de Baja California. Hernández-Trujillo (1999 a, b), en un estudio multianual en la década de 1980 registró un total de 144 especies para la parte sur de la península, en tanto que Lavaniegos *et al.* (2003) registraron 162 especies durante el evento de El Niño 1997-1998.

En el interior del complejo lagunar de Bahía Magdalena la diversidad específica disminuye considerablemente. Palomares-García (1992) registró un total de 66 especies para Bahía Magdalena y Bahía Almejas. Palomares-García & Gómez-Gutiérrez (1996) analizaron la estructura de la comunidad durante El Niño 1983-1984 y registraron 71 especies de copépodos en Bahía Magdalena, mientras que Gómez-Gutiérrez *et al.* (2001), muestreando tanto dentro como fuera de Bahía Magdalena, registraron 105 especies. La zona nerítica adyacente a Bahía Magdalena y la propia bahía han sido declaradas zona prioritaria marina de México por su elevada diversidad (Arriaga-Cabrera *et al.* 1998). Por este motivo, el propósito de este estudio es sintetizar la información de diversas fuentes, para obtener una aproximación actualizada de la riqueza específica en Bahía Magdalena y la zona marina adyacente, con objeto de proveer una referencia confiable a futuros estudios,

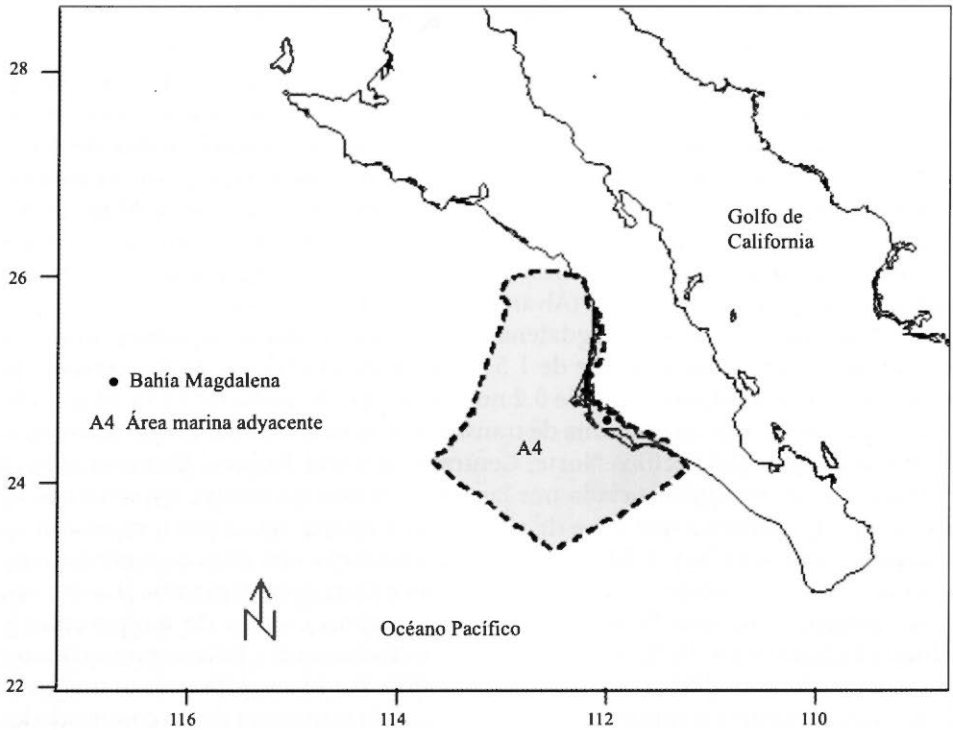


Fig. 1. Área de estudio, se muestra Bahía Magdalena y el área marina adyacente (A4: CONABIO).

tanto de índole taxonómica como ecológica. El hecho de considerar la inclusión, en este estudio, del área nerítica adyacente, junto con Bahía Magdalena, obedece también al amplio intercambio existente entre ambas zonas. Esto favorece la presencia de especies neríticas y aun oceánicas hacia el interior de la bahía y determina en buena medida la variabilidad estacional de la estructura de la taxocenosis de copépodos (Palomares-García 1992; Palomares-García & Gómez-Gutiérrez 1996; Gómez-Gutiérrez *et al.* 2001; Palomares-García *et al.* 2003).

### Materiales y métodos

Se utilizaron dos fuentes básicas de información: el análisis de la información publicada anteriormente y el análisis de muestras obtenidas en campo de enero de 2000 a diciembre de 2001. Se analizaron 85 muestras de zooplancton pertenecientes

Bahía Magdalena es un sistema lagunar que se divide en tres zonas hidrológicas: la zona norte o zona de canales, formada principalmente por esteros y canales con profundidad promedio de 3.5 m y rodeada por mangle; la zona central, denominada Bahía Magdalena que se comunica con el Océano Pacífico por una boca (38 m de profundidad y 4 km de ancho); por último, la zona sur, llamada Bahía Almejas, conectada al océano por un canal estrecho (0.2 km) y somero (5-7 m). El área de estudio comprende únicamente la zona central conocida como Bahía Magdalena. Este sistema lagunar generalmente presenta condiciones anti-estuarinas, debido a la baja precipitación (70 mm anuales) y escasa afluencia de agua dulce, así como a una elevada tasa de evaporación (Álvarez-Borrego *et al.* 1975).

El zooplancton en Bahía Magdalena fue obtenido mediante arrastres circulares utilizando una red cónica simple de 1.5 m de longitud y 60 cm de diámetro de la boca, a una velocidad promedio de 0.2 nudos, con luz de malla de 333 y 54 mm. El área marina adyacente es una zona de transición templado-cálida, ya que convergen las masas de agua del Pacífico Norte, Central y Oriental Tropical (Brinton & Reid 1986). Además, está influenciada por las aguas de dos corrientes importantes: la Corriente de California que fluye de norte a sur y aporta aguas con temperatura y salinidad bajas ( $< 18^{\circ}\text{C}$  y  $< 34.5$  ups respectivamente) y una alta concentración de nutrientes, y la Corriente Costera de Costa Rica o Corriente Mexicana (Lavín *et al.* 1997; Badan 1997) que fluye de sur a norte y aporta aguas de temperatura y salinidad elevadas ( $> 18^{\circ}\text{C}$  y  $< 35.0$  ups respectivamente) y pobres en nutrientes (McLain & Thomas 1983; Lynn & Simpson 1987). Por lo anterior, esta es una zona de transición donde las condiciones ambientales y la estructura de las comunidades zooplanctónicas fuertemente influenciadas por la corriente imperante. Las muestras de zooplancton en esta zona se obtuvieron mediante arrastres oblicuos con una red gemela tipo bongo con mangas de 333 y 505 mm (Smith & Richardson 1977). En todos los casos las muestras se preservaron con formol al 4% y se neutralizaron con una solución saturada de borato de sodio.

El arreglo sistemático utilizado fue el propuesto por Huys & Boxshall (1991). Las especies fueron ordenadas alfabéticamente (Cuadro 1). El presente listado incluye copépodos pelágicos, epibentónicos y algunas especies parásitas que se encontraron formando parte del zooplancton. Para la identificación de los especímenes se usaron las claves, diagramas y descripciones de Giesbrecht (1892), Rose (1933), Farran (1936), Mori (1937), Johnson (1942), Brodsky (1950), Davis (1949), Tanaka (1957a, 1957b), Motoda (1963), Fleminger (1964a,b, 1967a,b), Lang (1965), Chen & Zhang (1965; 1974a, b), Owre & Foyo (1967), Tanaka & Omori (1970), Park (1973, 1975, 1995), Chen & Shen (1974), Chen & Zhang (1974a y b), Bradford & Jillet (1980), Dawson & Knatz (1980), Gardner & Szabo (1982), Bradford *et al.* (1983), Bradford (1994, 1999), Campos & Suárez-Morales (1994), Suárez-Morales & Palomares-García (1995), Palomares-García *et al.* (1998), y Suárez-Morales & Palomares-García (1999).

**Cuadro 1.** Listado taxonómico de copépodos pelágicos en Bahía Magdalena, B. C. S.

<i>Orden</i>	<i>Familia</i>	<i>Género</i>	<i>Especie</i>		
Calanoidea	Acartiidae	<i>Acartia</i>	<i>clausi</i> Giesbrecht 1892 <i>danae</i> Giesbrecht 1889 <i>liljeborgii</i> Giesbrecht 1889 <i>negligens</i> Dana 1849 <i>tonsa</i> Dana 1849		
		<i>Aetideidae</i>	<i>Aetideus</i>	<i>acutus</i> Farran 1929 <i>armatus</i> (Boeck 1872) <i>bradyi</i> A. Scott 1909 <i>giesbrechti</i> Cleve 1904 = <i>Euaetideus giesbrechti</i> (Sars 1925) <i>amoena</i> Giesbrecht 1888 <i>poppei</i> Giesbrecht 1892 <i>miles</i> Giesbrecht 1888 = <i>Gaetanus secundus</i> (Esterly 1911) <i>pungens</i> Giesbrecht 1895 <i>longicaudatus</i> (Claus 1863) <i>acutifrons</i> (Giesbrecht 1892) <i>longicornis</i> (Claus 1863) <i>mucronatus</i> (Claus 1863) <i>ornatus</i> (Giesbrecht 1892) <i>pacificus</i> Brodsky 1948 <i>pauper</i> (Giesbrecht 1888) <i>darrwini</i> (Lubbock 1860) <i>minor</i> (Claus 1863) = <i>Calanus minor</i> (Sars 1925) <i>vulgaris</i> (Dana 1852) <i>contractus</i> Farran 1926 <i>pavo</i> (Dana 1849) <i>pavoninus</i> (Farran 1936)	
			<i>Augaptilidae</i>	<i>Augaptilus</i>	
				<i>Haloptilus</i>	
	Calanidae		<i>Calanus</i>		
			<i>Canthocalanus</i>		
			<i>Cosmocalanus</i>		
		<i>Nannocalanus</i>			
		<i>Undinula</i>			
		<i>Calocalanus</i>			
Calocalanidae					

Cuadro 1. *Continúa*

Orden	Familia	Género	Especie
	Candaciidae	<i>Candacia</i>	<i>plumulosus</i> (Claus 1863) <i>styliremis</i> (Giesbrecht 1888) <i>aethiopica</i> (Dana 1849) <i>bradyi</i> (Scott 1902) <i>bipinnata</i> (Giesbrecht 1889) = <i>Candacia pectinata</i> (Giesbrecht 1892)
	Centropagidae	<i>Paracandacia</i> <i>Centropages</i>	<i>catula</i> Giesbrecht 1889 <i>curta</i> (Dana 1849) <i>discaudata</i> (Scott 1909) <i>longimana</i> (Claus 1863) <i>truncata</i> (Dana 1849) <i>simplex</i> (Giesbrecht 1889) <i>bradyi</i> Wheeler 1901 <i>calaninus</i> (Dana 1849) <i>furcatus</i> (Dana 1849) <i>gracilis</i> (Dana 1849) <i>longicornis</i> Mori 1932 <i>arcuicornis</i> (Dana 1849) <i>furcatus</i> (Brady 1883) <i>jobei</i> (Frost & Fleminger 1968) <i>vanus</i> Giesbrecht 1888 <i>pygmaeus</i> (Sars 1903) <i>major</i> (Sars 1900)
	Clausocalanidae	<i>Clausocalanus</i>	<i>californicus</i> Johnson 1938 = <i>Eucalanus (bungii) californicus</i> Johnson 1938 <i>hyalinus</i> (Claus 1866) <i>sewelli</i> (Fleminger 1973) <i>nasutus</i> Giesbrecht 1888 <i>crassus</i> (Giesbrecht 1888) = <i>Eucalanus crassus</i> Giesbrecht 1888
	Eucalanidae	<i>Ctenocalanus</i> <i>Microcalanus</i> <i>Pseudocalanus</i> <i>Eucalanus</i>	<i>californicus</i> Johnson 1938 = <i>Eucalanus (bungii) californicus</i> Johnson 1938 <i>hyalinus</i> (Claus 1866) <i>sewelli</i> (Fleminger 1973) <i>nasutus</i> Giesbrecht 1888 <i>crassus</i> (Giesbrecht 1888) = <i>Eucalanus crassus</i> Giesbrecht 1888



Cuadro 1. *Contintia*

Orden	Familia	Género	Especie
			<i>johnsoni</i> Fleminger 1964
			<i>jollae</i> Esterly 1906
			<i>minuta</i> Giesbrecht 1889
			<i>trispinosa</i> Esterly 1905
		<i>Pontella</i>	<i>fera</i> (Dana 1849)
			<i>princeps</i> Dana 1849
		<i>Pontellina</i>	<i>plumata</i> (Dana 1849)
		<i>Pontellopsis</i>	<i>brevis</i> (Giesbrecht 1889)
			<i>occidentalis</i> Esterly 1906
			<i>perspicax</i> (Dana 1852)
			<i>regalis</i> (Dana 1849)
			<i>tenuicauda</i> (Giesbrecht 1889)
			<i>yamadae</i> Mori 1913
	Pseudodiaptomidae	<i>Pseudodiaptomus</i>	<i>wrightii</i> Johnson 1964
	Scolecithricidae	<i>Lophothrix</i>	<i>frontalis</i> Giesbrecht 1895
		<i>Scaphocalanus</i>	<i>curtus</i> (Farran 1926)
		<i>Scolecithricella</i>	<i>ctenopus</i> Giesbrecht 1888
		<i>Scolecithrix</i>	<i>brodyi</i> Giesbrecht 1888
			<i>danae</i> (Lubbock 1856)
	Temoridae	<i>Temora</i>	<i>discaudata</i> Giesbrecht 1892
		<i>Temoropia</i>	<i>mayumbaensis</i> T. Scott 1894
	Oithonidae	<i>Oithona</i>	<i>attenuata</i> Farran 1913
			<i>decepiens</i> Farran 1913
			<i>nana</i> Giesbrecht 1892
			<i>plumifera</i> Baird 1843
			<i>rigida</i> Giesbrecht 1896
			<i>setigera</i> (Dana 1849)
			<i>similes</i> Claus 1866
			<i>tenuis</i> Rosendorn 1917
Cyclopoida			



Cuadro 1. *Continúa*

Orden	Familia	Género	Especie
Harpacticoida	Clytemnestridae	<i>Clytemnestra</i>	<i>rostrata</i> (Brady 1883)
			<i>scutellata</i> Dana 1852
			<i>norvegica</i> (Brock 1864)
Monstrilloida	Ectinosomatidae	<i>Microsetella</i>	<i>rosea</i> (Dana 1848)
			<i>gracilis</i> (Dana 1848)
			<i>acutifrons</i> (Dana 1848)
Poecilostomatoida	Miraciiidae	<i>Macroseiella</i>	<i>californiense</i> Suárez-Morales 1999
			<i>gibbosa</i> Suárez-Morales & Palomares-García 1995
			sp No identificado
Tachidiidae	<i>Euterpina</i>	<i>(Agetus) staccus</i> Giesbrecht 1891	
		<i>(Corycaeus) typicus</i> (Krøyer 1849)	
		<i>(Corycaeus) affinis</i> McMurrich 1916 = <i>Corycaeus japonicus</i> (Mori 1937)	
Monstrillidae	<i>Cymbasoma</i>	<i>(Corycaeus) crassiusculus</i> Dana 1848	
		<i>(Corycaeus) speciosus</i> Dana 1849	
		<i>(Ditrichocorycaeus) amazonicus</i> F. Dahl 1894	
Corycaeidae	<i>Monstrilla</i>	<i>(Ditrichocorycaeus) andrewsi</i> Farran 1911 = <i>Corycaeus trukicus</i> (Mori 1937)	
		<i>(Monocorycaeus) robustus</i> Giesbrecht 1891	
		<i>(Onychocorycaeus) agilis</i> Dana 1848	
Oncaeidae	<i>Farranula</i>	<i>(Onychocorycaeus) catus</i> F. Dahl 1894	
		<i>(Onychocorycaeus) latus</i> Dana 1848	
		<i>(Onychocorycaeus) ovalis</i> Claus 1863	
Oncaeidae	<i>Lubbockia</i>	<i>(Onychocorycaeus) pacificus</i> F. Dahl 1894	
		<i>(Urocorycaeus) furcifer</i> Claus 1863	
		<i>(Urocorycaeus) latus</i> Dana 1848	
Oncaeidae	<i>Farranula</i>	<i>(Urocorycaeus) longistylis</i> Dana 1848	
		<i>gibbula</i> (Giesbrecht 1891)	
		<i>culcata</i> Giesbrecht 1892	
Oncaeidae	<i>Lubbockia</i>	<i>squillimana</i> Claus 1863	

Cuadro 1. *Continúa*

Orden	Familia	Género	Especie
		<i>Oncaea</i>	<i>conifera</i> Giesbrecht 1891 <i>media</i> Giesbrecht 1891 <i>venusta</i> Philippi 1843
	Sapphirinidae	<i>Copilia</i>	<i>mirabilis</i> Dana 1849 <i>longisylis</i> Mori 1932 <i>quadrata</i> Dana 1852 <i>angusta</i> Dana 1849
		<i>Sapphirina</i>	<i>gastrica</i> Giesbrecht 1891 <i>gemma</i> Dana 1849 <i>metallina</i> Dana 1849 <i>nigromaculata</i> Claus 1863 <i>scarlata</i> Giesbrecht 1892
		<i>Véttoria</i>	<i>parva</i> (Farran 1936)
Siphonostomatoida	Rataniidae	<i>Ratania</i>	<i>flava</i> Giesbrecht 1892

## Resultados y discusión

Se registró un total de 152 especies pertenecientes a seis órdenes, 30 familias y 62 géneros, lo que significa un incremento cercano al 57% respecto a lo registrado en la literatura para el interior de Bahía Magdalena (Palomares-García 1992, Palomares-García & Gómez-Gutiérrez 1996, Palomares-García *et al.* 2003) y es un 6% superior al número de especies observadas a lo largo de la costa occidental de la Península de Baja California (Hernández-Trujillo 1985, 1989a, b, 1999a, b, Cervantes-Duarte & Hernández-Trujillo 1989). En las aguas que circundan la bahía y hacia el interior de la misma, el orden Calanoida fue el de mayor número de especies con 102 (67%), seguido por Poecilostomatoida con 32 (21%), Cyclopoida con ocho (5.3%), Harpacticoida con seis (3.9%), Monstrilloida con tres (2%) y Siphonostomatoida con una (0.7%).

En cuanto a familias y géneros, el orden Calanoida fue el más diverso con 20 familias y 47 géneros presentes en la zona de estudio, seguido de Harpacticoida (4 familias y cuatro géneros), Poecilostomatoida (tres familias y siete géneros), Monstrilloida (una familia y dos géneros) y Cyclopoida y Siphonostomatoida (una familia y un género, respectivamente).

En el orden Calanoida, la familia Pontellidae fue la mejor representada con 16 especies, seguida de la familia Candacidae con nueve, Aetideidae con ocho, Eucalanidae y Paracalanidae con siete cada una y Clausocalanidae con seis. Estas seis familias agruparon a 53 especies, las otras 49 se distribuyeron en las restantes 14 familias de éste orden. El hecho de que la familia Pontellidae sea la mejor representada, contrasta con estudios previos realizados en el interior del complejo lagunar de Bahía Magdalena (Palomares-García 1992, Palomares-García & Gómez-Gutiérrez 1996), pero es coincidente con lo observado por Hernández-Trujillo (1998, 1999a, b) en la parte sur de la península de Baja California. Esto se explica en función de la entrada de aguas de la zona nerítica adyacente a la bahía, donde las familias Pontellidae, Aetideidae y Candacidae tienen una amplia distribución. También en esta área habitan comúnmente las especies pertenecientes a las familias Augaptilidae, Calocalanidae, Heterorhabdidae, Phaenidae y Scolecithricidae, no registradas o de muy escasa presencia en estudios previos.

Los siguientes órdenes en importancia fueron Cyclopoida y Poecilostomatoida. El primero sólo estuvo representado por la familia Oithonidae con ocho especies y el segundo por las familias Corycaeidae con 17 especies, Oncaeidae con cinco y Sapphirinidae con diez. Estas familias son comunes en la zona nerítica y visitantes habituales en ambientes lagunares, donde incluso llegan a ser codominantes junto con las especies pertenecientes al género *Acartia* (Palomares-García 1992, Palomares-García & Gómez-Gutiérrez 1996). El orden Harpacticoida, estuvo conformado en su mayoría por especies bentónicas. No obstante, existen especies epipelágicas de amplia distribución que también fueron registradas en este estudio, siendo *Euterpina acutifrons* la más común y abundante. Aunque los miembros del orden Monstrilloida son eminentemente parásitos de invertebrados, en su fase adulta pueden llegar a

**Cuadro 2.** Nuevos registros para el área de Bahía Magdalena y zona marina adyacente

<i>Especie</i>	<i>Especie</i>
<i>Calocalanus contractus</i> Farran, 1926	<i>Pontella fera</i> (Dana, 1849)
<i>Calocalanus plumulosus</i> (Claus, 1863)	<i>Temoropia mayumbaensis</i> T. Scott, 1894
<i>Lucicutia ovalis</i> (Giesbrecht, 1895)	<i>Monstrilla gibbosa</i> Suárez-Morales & Palomares-García, 1995
<i>Acrocalanus gibber</i> Giesbrecht, 1888	<i>Corycaeus agilis</i> Dana, 1848
<i>Acrocalanus longicornis</i> Giesbrecht 1888	<i>Vetoria parva</i> (Farran, 1936)
<i>Parvocalanus crassirostris</i> Dahl, 1894	<i>Ratania flava</i> Giesbrecht, 1892

registrarse en el plancton, donde liberan sus huevos. El orden Siphonostomatoida tampoco tiene una gran representación en el medio epipelágico y sólo se registró la especie *Ratania flava*, en coincidencia con la presencia de aguas tropicales en el área.

Las especies registradas por primera vez en la bahía fueron 12 (Cuadro 2). De éstas, ocho son calanoides y pertenecen a cinco familias. El resto de las especies fueron un monstílido, dos poecilostomatoides y un siphonostomatoide. La mayoría de estas especies son de afinidad tropical y características de aguas oceánicas (*Calocalanus contractus*, *C. plumulosus*, *Lucicutia ovalis*, *Temoropia mayumbaensis*, *Pontella fera*, *Ratania flava* y *Vetoria parva*) y neríticas (*Acrocalanus gibber*, *A. longicornis*, y *Parvocalanus crassirostris*). El monstílido registrado (*Monstrilla gibbosa*) se distribuye en ambas costas de la Península de Baja California (Suárez-Morales y Palomares-García 1995) y la costa continental de Sinaloa (Barranco-Ramírez *et al.* 2002)

En cuanto a la afinidad biogeográfica de las especies, se encontró que el 54% de las especies tienen afinidad tropical, mientras que las de afinidad templada presentaron un 14.5%; las de afinidad subtropical un 13.2% y las de afinidad ecuatorial un 7.2%. Esto coincide con lo registrado por Palomares-García (1992), Palomares-García & Gómez-Gutiérrez (1996), López-Ibarra (2002) y Palomares-García *et al.* (2003) los cuales encuentran una mayor proporción de especies de afinidad tropical asociada a la influencia de aguas de origen tropical durante eventos de El Niño en la zona.

La mayor parte de los copépodos epipelágicos tienen una amplia distribución y no es raro encontrar especies cosmopolitas o de distribución circunglobal. No obstante, también podemos encontrar especies con una distribución más restringida o con preferencias de hábitat más particulares. Bahía Magdalena se ubica en la zona de confluencia de las masas de agua del Pacífico Central, el Pacífico Tropical y la Corriente de California (Brinton & Reid 1986). Esta heterogeneidad ambiental favorece la presencia y el dominio de faunas de origen distinto, en función de la presencia de aguas templadas o tropicales asociadas al predominio de una u otra masa de agua. En este sentido, la heterogeneidad ambiental se identifica como uno de los posibles promotores de la diversidad específica registrada en este estudio, ya que es durante la primavera que la Corriente de California (CC) alcanza su

máximo avance hacia el sur, lo que coincide con la dominancia de especies templadas tanto al exterior como al interior de la bahía. En tanto que en la época cálida (verano-otoño) con el relajamiento de la CC y la mayor influencia de aguas de origen tropical se observa un predominio de especies de copépodos tropicales. Durante el invierno y a pesar del descenso de la temperatura la diversidad se mantiene elevada (Palomares-García 1992, Palomares-García & Gómez-Gutiérrez 1996, López-Ibarra 2002) debido a que durante este período la Corriente Mexicana está presente a lo largo de la costa peninsular (Badan, 1997). Esta variabilidad estacional, determina en buena medida que Bahía Magdalena se distinga de otras bahías de zonas templadas por el elevado número de especies registrado (Palomares-García 1992, Palomares-García & Gómez-Gutiérrez 1996, Gómez-Gutiérrez *et al.* 2001, Palomares-García *et al.* 2003).

La influencia de la variabilidad hidrológica de esta zona en la comunidad zooplanctónica se puede inferir porque las 152 especies registradas en el interior de la bahía y la zona marina adyacente representan un incremento de 57% del número de especies registrado por Palomares-García (1992), 43% superior al de Palomares-García *et al.* (1998), 32% más que Gómez-Gutiérrez *et al.* (2001) y 7% más que lo encontrado por Hernández-Trujillo (1998, 1999a y b) para la zona del Pacífico bajacaliforniano.

El hecho de no haber encontrado representantes de los órdenes Platycoipoida, Misophrioida y Mormonilloida, se debe en buena medida al tipo de muestreo empleado en las campañas oceanográficas, los cuales consistieron básicamente de arrastres superficiales y la mayoría de estas especies son bentónicas y/o parásitas, lo cual es una fuerte limitación para su captura en el medio pelágico. Las especies de copépodos que fueron registradas por primera ocasión para la zona son integrantes del microzooplancton, esta fracción de tamaño no había sido analizada en estudios anteriores, tanto dentro como fuera de la bahía (Palomares-García 1989, Palomares-García *et al.* 1998, Hernández-Trujillo 1998, Gómez-Gutiérrez *et al.* 2001). La elevada presencia de especies de afinidad tropical también puede estar asociada con una mayor influencia de aguas de origen tropical en la zona, como resultado del fenómeno de El Niño (Palomares-García 1992, Palomares-García & Gómez-Gutiérrez 1996, López-Ibarra 2002, Palomares-García *et al.* 2003).

Para diversos grupos de organismos la presencia de El Niño se ha relacionado con la reducción del número de especies en general, pero en el caso de los copépodos sucede lo contrario (Palomares-García & Gómez-Gutiérrez 1996). Pudiera tratarse entonces de especies expatriadas, que aparecen en la zona con bajas densidades poblacionales como consecuencia del avance de las aguas tropicales (*v.gr. Veltoria parva*), para luego desaparecer del área con el retorno del sistema a las condiciones normales. Este factor puede incrementar notablemente el número de especies en el área y distingue a Bahía Magdalena de otras bahías, donde la diversidad específica es generalmente baja, debido al estrés ambiental que tienen que soportar las especies.

**Agradecimientos.** Este trabajo fue posible gracias al apoyo financiero de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO-S067). Deseamos agradecer al Dr. Mark Ohman y Annie Townsend de Scripps Institution of Oceanography por las facilidades otorgadas para la verificación de algunos ejemplares en la colección de invertebrados y proporcionar valiosas referencias bibliográficas de la Colección Abraham Fleminger.

### Literatura citada

- ÁLVAREZ-BORREGO, S., L. GALINDO-BECT & A. CHIEE-BARRAGÁN. 1975. Características hidroquímicas de Bahía Magdalena, B.C.S. *Ciencias Marinas* 2(2):94-110
- ARRIAGA-CABRERA, I., E. VÁZQUEZ-DOMÍNGUEZ, J. GONZÁLEZ-CANO, R. JIMÉNEZ-ROSENBERG, E. MUÑOZ-LÓPEZ & V. AGUILAR-SIERRA. (coords.) 1998. *Regiones prioritarias marinas de México para el conocimiento y uso de la biodiversidad*, CONABIO, México. 198p.
- BADAN, A. 1997. La corriente costera de Costa Rica en el Pacífico mexicano. In: M.F. Lavín (ed.) *Contribuciones a la oceanografía física en México*. Monografía 3. Unión Geofísica Mexicana, México, D.F.
- BARRANCO-RAMÍREZ, E., S. GÓMEZ Y E. SUÁREZ-MORALES. 2002. Supplementary description and illustrated record of *Monstrilla gibbosa* Suárez-Morales y Palomares-García, 1995 (Copepoda: Monstrilloidea) from Sinaloa, Mexico. *Crustaceana* 74(11): 1279-1289.
- BOWMAN, T. W., & N. W. JOHNSON. 1973. Distributional atlas of Calanoida in the California Current region. *CalCOFI Atlas* 19. La Jolla, California.
- BRADFORD, J. M. 1994. *The marine fauna of New Zealand (pelagic calanoid Copepoda: Megacalanidae, Calanidae, Paracalanidae, Mecynoceridae, Eucalanidae, Spinocalanidae, Clausocalanidae)*. NIWA Biodiversity Memoir 102. New Zealand. 160 p.
- BRADFORD, J. M. 1999. *The marine fauna of New Zealand (pelagic calanoid Copepoda: Bathypontiidae, Arietellidae, Augaptilidae, Heterorhabdidae, Lucicutiidae, Metridinidae, Phyllopodidae, Centropagidae, Pseudodiaptomidae, Temoridae, Candaciidae, Pontellidae, Sulcanidae, Acartiidae, Tortanidae)*. NIWA Biodiversity Memoir 111. New Zealand. 268 p.
- BRADFORD, J. M. & J. B. JILLET. 1980. *The marine fauna of New Zealand (pelagic calanoid copepods: family Aetideidae)*. Memoir 86. New Zealand Oceanographic Institute. 102 p.
- BRADFORD, J. M., L. HAAKONSEN & J. B. JILLET. 1983. *The marine fauna of New Zealand (pelagic calanoid copepods: families Euchaetidae, Phaennidae, Scolecithricidae, Diaixidae and Tharybidae)*. Memoir 90. New Zealand Oceanographic Institute. 150 p.
- BRINTON, E. & J. L. REID. 1986. On the effects of interannual variations in circulation and temperature upon euphausiids of the California Current. In: A.C. Pierrot-Bults, S. Van der Spoel, B. J. Zahuranec & R. K. Johnson (eds.). *Pelagic Biogeography. UNESCO Technical Papers in Marine Science* 49:25-34.
- BRODSKY, K. 1950. Calanoid of the Far Eastern Polar Seas of the USSR. Key to the Fauna of the USSR. *Zoology Institute Academy of Science* (35):1-442p.
- CAMPOS, H. A. & E. SUÁREZ MORALES. 1994. *Copépodos pelágicos del Golfo de México y Mar Caribe. I. Biología y sistemática*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO)/CONACYT, México.
- CERVANTES-DUARTE, R. & S. HERNANDEZ-TRUJILLO. 1989. Características hidrográficas de la parte sur de la Corriente de California y su relación con algunas especies de copépodos en 1983. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 4(2):211-224.

- CHEN QING-CHAO & SHEN CHIA-JUI. 1974. The pelagic copepods of the South China Sea. II. *Studia Marina Sinica* 9:125-137.
- CHEN QING-CHAO & ZHANG SHU-ZHEN. 1965. The planktonic copepods of the Yellow Sea and the East China Sea. I Calanoida. *Studia Marina Sinica* 7:20-131, 53 pls.
- CHEN QING-CHAO & ZHANG SHU-ZHEN. 1974a. The pelagic copepods of the South China Sea I. *Studia Marina Sinica* 9:105-116, 8 pls.
- CHEN QING-CHAO & ZHANG SHU-ZHEN. 1974b. On planktonic copepods of the Yellow Sea and the East China Sea. II. Cyclopoida and Harpacticoida. *Studia Marina Sinica* 9: 27-76, 24 pls.
- DAVIS, C. C. 1949. The pelagic Copepoda of the north-easter Pacific Ocean. *University of Washington Publications in Biology* 14:1-18.
- DAWSON, J. K & G. KNATZ. 1980. *Illustrated key to the planktonic copepods of San Pedro Bay, California*. Technical Reports of the Allan Hancock Foundation, University of Southern California Press, Los Angeles. 106 p.
- ESTERLY, O. C. 1905. The pelagic copepods of the San Diego region. *University of California Publications in Zoology* 2(4): 113-233.
- ESTERLY, O. C. 1911. Third report on the copepods of the San Diego region. *University of California Publications in Zoology* 6(14): 313-352.
- ESTERLY, O. C. 1924. The free-swimming copepoda of San Francisco Bay. *University of California Publications in Zoology* 26(25): 81-129.
- FARRAN, G. P. 1936. Copepoda. The British Museum (Natural History). *Scientific Reports* 5(3):11-142.
- FLEMINGER, A. 1964a. *Labidocera johnsoni* species nov. *Pilot Register of Zoology*, card. no. 3<sup>a</sup>.
- FLEMINGER, A. 1964b. Distribution atlas of calanoid copepods in the California Current region. Part. 1. *CalCOFI Atlas* N° 2. La Jolla, California. 313 p.
- FLEMINGER, A. 1967a. Distribution atlas of calanoid copepods in the California Current region. *CalCOFI Atlas* N° 7. La Jolla, California.
- FLEMINGER, A. 1967b. Taxonomy, distribution, and polymorphism in the *Labidocera jollae* group with remarks on evolution within the group (Copepoda: Calanoida). *Proceedings of the U.S. Natural Museum* 120(3567): 1-61.
- FLEMINGER, A. 1975. Geographical distribution and morphological divergence in American coastal-zone planktonic copepods of the genus *Labidocera*. *Estuarine Research* 1: 392-419.
- FLEMINGER, A. & K. HULSEMANN, 1973. Relationship of Indian Ocean epiplanktonic calanoids to the world oceans. In: B. Zeitzschel (ed.) *Ecological studies. Analysis and synthesis*, vol. 3. Springer-Verlag, Berlin, pp. 339-347.
- FLEMINGER, A. & K. HULSEMANN, 1974. Systematics and distribution of the four sibling species comprising the genus *Pontellina* Dana (Copepoda: Calanoida). *Fishery Bulletin* 72: 63-120.
- GARDNER, G. A. & I. SZABO. 1982. British Columbia Pelagic Marine Copepoda: an identification manual and annotated bibliography. *Canadian Special Publications of Fisheries Aquatic Science* 62-536 p.
- GIESBRECHT, W. 1892. Systematik und faunistik der Pelagischen Copepoden des Golfes von Neapel. *Fauna und flora des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte* 19:1-831, 54 pls.
- GIESBRECHT, W. 1895. Reports on the dredging operations off the west coast of central America to the Galapagos, to the west coast of Mexico and in the Gulf of California in charge of Alexander Agassiz, carried on by the U.S. Fish Commission steamer "Albatross". XVI. Die

- pelagischen Copepoden. Lieut. Commander. Z.L. Tanner, U.S.N. Commanding. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 25:243-363.
- GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J., R. PALOMARES-GARCÍA, S. HERNÁNDEZ-TRUJILLO & A. CARRALLIDO-CARRANZA. 2001. Community structure of zooplankton in the main entrance of Bahía Magdalena, Mexico during 1996. *Revista de Biología Tropical* 49(2).
- GRICE, D. G. 1961. Calanoid copepods from equatorial waters of the Pacific Oceans. *Fish and Wildlife Service Special Science Report on Fisheries* 61(186): 167-246.
- HERNÁNDEZ-TRUJILLO, S. 1985. *Contribución al conocimiento de la distribución de copépodos frente a Bahía Magdalena, Baja California Sur en el verano y otoño de 1982*. Tesis, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 74 p.
- HERNÁNDEZ-TRUJILLO, S. 1989a. *Variación de la distribución de copépodos en el Pacífico de Baja California Sur*. Tesis de maestría, CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur, 80 p.
- HERNÁNDEZ-TRUJILLO, S. 1989b. Los copépodos del Pacífico sudcaliforniano en enero de 1984. *Investigaciones Marítimas CICIMAR* 4(2): 233-240.
- HERNÁNDEZ-TRUJILLO, S. 1998. *La comunidad de copépodos pelágicos en la costa del Pacífico de la península de Baja California (1984-1989)*. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 127 pp. + anexos.
- HERNÁNDEZ-TRUJILLO, S. 1999a. Variability of community structure of Copepoda related to El Niño 1982-83 and 1987-88 along the west coast of Baja California Peninsula, Mexico. *Fisheries Oceanography* 8 (4): 284-295.
- HERNÁNDEZ-TRUJILLO, S. 1999b. Key species in the pelagic copepod community structure on the west coast of Baja California, Mexico. *CalCOFI Report* 40:150-164.
- HUYS, R. & G. A. BOXSHALL. 1991. *Copepod evolution*. The Ray Society, London, 469 p.
- JOHNSON, M. W. 1942. Concerning the hitherto unknown males of the copepoda *Microsetella rosea* (Dana), *Vetoria granulosa* (Giesbrecht), and *Corrissa parva* Farran. *Transactions of the American Microscopical Society* 84(1): 43-48.
- LANG, K. 1965 Copepoda Harpacticoidea from the California Pacific Coast. *Kuhtglica Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar* [Stockholm] 10 (2):1-565.
- LAVANIEGOS-ESPEJO, B., G. GAXIOLA-CASTRO, L. JIMENÉZ-PÉREZ, M. R. GONZÁLEZ-ESPARZA, T. BAUMGARTNER & J. GARCÍA-CÓRDOVA. 2003. 1997-1998 El Niño effects on the pelagic ecosystem of the California current of Baja California, Mexico. *Geofísica Internacional* 42(3): 483-494.
- LAVÍN, M. F., E. BEIER, & A. BADAN (1997). Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: escalas estacional e interanual. In: M. F. Lavín (ed.) *Contribuciones a la oceanografía física en México*, Monografía 3, Unión Geofísica Mexicana, pp. 141-171.
- LOEB, V. J., P. E. SMITH & G. H. MOSER. 1983. Ichthyoplankton and zooplankton abundance patterns in the California Current Area 1975. *CalCOFI Report* 24:109-131.
- LONGHURST, A. R. 1967. Diversity and trophic structure of zooplankton communities in the California Current. *Deep-Sea Research* 14:393-408.
- LÓPEZ-IBARRA, G. A. 2002. *Estructura de la taxocenosis de copépodos en Bahía Magdalena, B. C. S., México, durante El Niño 1997/98*. Tesis de maestría, IPN-CICIMAR, La Paz, Baja California Sur, 65 p.
- LYNN, R. J. & J. J. SIMPSON. 1987. The California currents system: the seasonal variability of its physical characteristics. *Journal of Geophysical Research* 92:12947-12966.
- McLAIN, D. R. & D. H. THOMAS. (1983). Year-to-year fluctuations of the California Counter-current and effects on marine organisms. *CalCOFI Report* 24: 91-101



- MORI, T. 1937. *The pelagic Copepoda from the neighbouring waters of Japan*. Published by the autor. Yokendo, Tokio. 150 p., 80 pls.
- MOTODA, S. 1963. *Corycaeus* and *Farranula* (Copepoda, Cyclopoida) in Hawaiian waters. *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory* 11(2):39-92.
- OWRE, H. & M. FOYO. 1967. *Copepods of the Florida Current*. Institute of Marine Science, Miami, Florida. 138 p.
- PALOMARES-GARCÍA, R. 1989. *Análisis de la variación espacio-temporal de los copépodos planctónicos en Bahía Magdalena, Baja California Sur (1983-1984)*. Tesis de maestría, IPN-CICIMAR, La Paz, Baja California Sur, 55 p.
- PALOMARES-GARCÍA, R. 1992. Análisis de la taxocenosis de los copépodos en el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. durante 1985-1986. *Ciencias Marinas* 18(3):29-43.
- PALOMARES-GARCÍA, R., E. SUÁREZ-MORALES, & S. HERNÁNDEZ-TRUJILLO. 1998. *Catálogo de los Copépodos (Crustacea) Pelágicos del Pacífico Mexicano*. CICIMAR-ECOSUR, México, 352 p.
- PALOMARES-GARCÍA, R. & J. GÓMEZ-GUTIÉRREZ. 1996. Copepod community structure at Bahía Magdalena, Mexico during El Niño 1983-84. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 45:583-595.
- PALOMARES-GARCÍA, R., A. MARTÍNEZ-LÓPEZ, R. DE SILVA-DÁVILA, R. FUNES-RODRÍGUEZ, M. A. CARBALLIDO-CARRANZA, R. AVENDAÑO-IBARRA, A. HINOJOSA-MEDINA & G. A. LÓPEZ-IBARRA. 2003. Biological effects of El Niño 1997-98 on a shallow subtropical ecosystem: Bahía Magdalena, Mexico. *Geofísica Internacional* 42(3):455-466.
- PALOMARES-GARCÍA, R., R. DE SILVA-DÁVILA, A. HINOJOSA-MEDINA, R. AVENDAÑO-IBARRA & R. FUNES-RODRÍGUEZ. 2001. El evento El Niño 1997-1998 y su impacto sobre el zooplancton en Bahía Magdalena, B. C. S. In: *Los efectos del fenómeno El Niño en México 1997-1998*, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología 1, México, pp. 192-198.
- PARK, T. 1973. Calanoid copepods of the genus *Aetideus* from the Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin* 72(1):215-221.
- PARK, T. 1975. Calanoid copepods of the genera *Gaetanus* y *Gaidius* from the Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science* 25(1):9-34.
- PARK, T. 1995. Taxonomy and distribution of the marine calanoid copepod family Euchaetidae. Bulletin SIO-UCSD 29. University of California Press, Los Angeles. 198 p.
- ROSE, M. 1933. *Faune de France copepodes pelagiques*. Federation francaise des Societes de Science Naturelles. Office Central de faunistique. Paris, 372 p.
- SMITH, P. E. & S. L. RICHARDSON. 1977. Standard techniques for pelagic fish eggs and larval survey. *FAO Fisheries Technical Paper* 175, 100 p.
- SUÁREZ-MORALES, E. & R. PALOMARES. 1995. A new species of *Monstrilla* (Copepoda: Monstrilloida) from a coastal system of Baja California Peninsula, Mexico. *Journal of Plankton Research* 17(4):745-752.
- SUÁREZ-MORALES, E. & R. PALOMARES-GARCÍA. 1999. *Cymbasoma californiense*, a new monstrilloid (Crustacea: Copepoda: Monstrilloida) from a coastal system of Baja California, Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 112(1): 189-198.
- TANAKA, O. 1957a. The pelagic copepods of the Izu region, middle Japan systematic account III. Family Aetideidae (Part 1). *Publication of the Seto Marine Biological Laboratory* 6(1):31-68.
- TANAKA, O. 1957b. The pelagic copepods of the Izu region, middle Japan systematic account IV. Family Aetideidae (Part 2). *Publication of the Seto Marine Biological Laboratory* 6(2):45-83.

TANAKA, O. & M. OMORI. 1970. Additional report on calanoid copepods from the Izu region. Family Actideidae (Part 3-B). *Chirundina*, *Undeuchaeta*, *Pseudeuchaeta*, *Valdiviella*, and *Chiridiella*. *Publication of the Seto Marine Biological Laboratory* 18(3):143-155.

Recibido: 28.i.2004

Aceptado: 6.v.2004