

Moluscos bentónicos de dos sistemas lagunares de la costa chica de Oaxaca, México y su relación con parámetros fisicoquímicos

Pablo Zamorano*, Norma Arcelia Barrientos-Luján** & Miguel Ángel Ahumada-Sempoal***

Resumen

Moluscos bentónicos de dos sistemas lagunares de la costa chica de Oaxaca y su relación con parámetros fisicoquímicos. *En general el conocimiento sobre la malacofauna de ambientes lagunares-estuarinos en el Pacífico mexicano es escasa y Oaxaca no es la excepción, por lo que en el presente trabajo se buscó caracterizar las comunidades de moluscos de dos sistemas lagunares (Chacahua-Pastoría y Corralero-Alotengo). Los muestreos se realizaron de julio de 1998 a enero de 1999 empleando tres técnicas de recolecta: arrastre con red camaronesa, recolección de raíz de mangle y por buceo autónomo. Los resultados muestran la presencia de 43 especies (que se recolectaron tanto vivas como muertas) distribuidas en 34,368 organismos con una clara dominancia de *Mytella strigata* y *Tagelus longisinuatus*. La diversidad obtenida en el estudio se mantiene dentro del intervalo establecido para los sistemas costeros lagunares (0.46-3.81 bits ind⁻¹), sin embargo la diversidad media de estos cuerpos lagunares es la más baja registrada a la fecha en distintos sistemas costeros lagunares tanto del golfo de México como del Pacífico tropical mexicano. Los parámetros ambientales medidos durante el estudio fueron materia orgánica, granulometría, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH. Los aná-*

Abstract

Benthic mollusks communities of two coastal lagoons systems in Oaxaca, Mexico, and relationship with environmental parameters. *Our knowledge of mollusks fauna in coastal lagoons and estuaries of the Mexican Pacific, including the state of Oaxaca, is limited. The aim of this contribution is to characterize the mollusks community in two coastal lagoons, Chacahua-Pastoría and Corralero-Alotengo, both in Oaxaca. Samples were obtained from July 1998 to January 1999 with three gears: an otter trawl similar to what is used in shrimp fishery; search for molluscs on mangrove prop-roots and with scuba diving. A total of 43 species (34,368 living and dead specimens) were collected, and *Mytella strigata* and *Tagelus longisinuatus* were the dominant species. Diversity values resulting from samples analysis (0.46-3.81 bits ind⁻¹) were in the range typically reported for coastal lagoons systems, although average diversity was the lowest on record for similar systems either in the Gulf of Mexico or in the Mexican tropical Pacific. Environmental parameters measured during the study were organic matter, granulometry, temperature, salinity, dissolved oxygen and pH. Analysis showed*

Résumé

La malacofauna des environnements lagunaires-estuariens du Pacifique mexicain est en général peu connue, en particulier dans l'état de Oaxaca. *Ce travail se centre sur la caractérisation des communautés de mollusques de deux systèmes lagunaires (Chacahua-Pastoría y Corralero). Les échantillonnages furent réalisés entre juillet 1998 et janvier 1999, en mettant en œuvre trois techniques de collecte: le chalutage avec un filet à crevettes, la collecte de racines de palétuviers et la collecte manuelle par plongée autonome. Au total 43 espèces (aussi bien vivantes que mortes) distribuées en 34 368 organismes furent collectés avec une nette prépondérance de *Mytella strigata* et de *Tagelus longisinuatus*. La diversité obtenue dans l'étude se maintient dans l'intervalle établi pour les systèmes côtiers lagunaires (0,46-3,81 bits ind⁻¹). Toutefois, la diversité moyenne de ces corps lagunaires est la plus faible enregistrée à ce jour pour différents systèmes côtiers lagunaires tant du golfe du Mexique comme du Pacifique tropical mexicain. Les analyses ont indiqué que le comportement de la variable dépendante (abondance totale) dérive à 64% de toutes les variables environnemen-*

* Instituto Nacional de Ecología, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Periférico Sur 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco, Delegación Coyoacán, 04530, México, D.F.

** Universidad del Mar, Instituto de Ecología. Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, 70902, Oaxaca, México.

*** Universidad del Mar, Instituto de Recursos. Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, 70902, Oaxaca, México.
correo electrónico: pzamora@ine.gob.mx

lisis indicaron que el comportamiento de la variable dependiente (abundancia total) viene explicado en un 64% por todas las variables ambientales consideradas, siendo el porcentaje de materia orgánica la más significativa.

that 64% of the dependant variable "total abundance" is explained by all the environmental factors taken into consideration, with the percentage of organic matter being the most significant.

tales considérées. La dépendance la plus significative est liée au pourcentage de matière organique.

Palabras clave: Diversidad, comunidades, malacofauna, lagunas costeras, Chacahua-Pastoría, Corralero.

Key words: Diversity, communities, malacofauna, coast lagoons, Chacahua-Pastoría, Corralero.

Mots clefs: Diversité, communautés, malacofaune, lagunes côtières, Chacahua-Pastoría, Corralero.

Introducción

De acuerdo con el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD) existen aproximadamente 1,200 estuarios y lagunas costeras a nivel mundial que cubren alrededor de 500,000 km² (CBD 2010). Estos ecosistemas y sus comunidades biológicas actualmente muestran señales de deterioro causadas principalmente por la incorrecta explotación humana misma que han reducido en un 95% el número de especies, ha generado el 96% de las extinciones, ha destruido más del 65% de los hábitats de los humedales, ha deteriorado la calidad del agua y ha acelerado la invasión de especies no nativas (CBD 2010). Aunado a estos impactos, en México se ha demostrado que el cierre artificial de las entradas de agua y la construcción de infraestructura sobre estos terrenos, altera su hidrodinámica, constituyendo un impacto más sobre la biodiversidad (Contreras & García-Nagaya 1991). Lo anterior ha fomentado el declive de grupos taxonómicos mayores en ambientes estuarinos, mientras que el conocimiento sobre moluscos en este tipo de ambientes se restringe a los bancos ostreros (CBD 2010).

Las agrupaciones faunísticas de los ecosistemas estuarinos presentan interacciones tróficas complejas y una amplia diversidad de hábitats (Sánchez & Raz-Guzmán 1997, Grabowski & Powers 2004) que son utilizados como áreas de refugio, crecimiento, alimentación y reproducción por un gran número de organismos tanto vertebrados como invertebrados (Yáñez-Arancibia & Nugent 1977, Barba-Macías 1999, Guevara *et al.* 2007). Por tanto, es de importancia primordial el estudio integral de los sistemas lagunares costeros con fines de conservación,

de aprovechamiento sustentable y de detección de alteraciones hidrológicas ocasionadas por contaminantes transportados por ríos y escurrimientos continentales, que normalmente desembocan en estos sistemas con impactos sobre la biota (García-Cubas *et al.* 1992).

Los organismos bentónicos constituyen uno de los grupos más diversos de los sistemas lagunares costeros, siendo los moluscos uno de los componentes más importantes por su abundancia (Landa-Jaime 2003) y pueden funcionar como bioindicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Arriaga-Cabrera *et al.* 1998; Naranjo-García & Meza-Meneses 2000; Baqueiro-Cárdenas *et al.* 2007).

En este trabajo se enlistan los moluscos bentónicos, en particular gasterópodos y bivalvos, de dos sistemas lagunares de la costa chica de Oaxaca, México y se analiza su relación con parámetros ambientales.

Material y métodos

Área de estudio

El área de estudio son los sistemas costeros lagunares de Chacahua-Pastoría y Corralero dentro de la costa chica de Oaxaca, México.

El sistema lagunar Chacahua-Pastoría posee una superficie acuática aproximada de 3,200 ha, localizado entre las coordenadas 16° 11' N y 16° 15' N y 97° 32' O y 97° 42' O, en el municipio de Tutepec, Distrito de Juquila. Este sistema está limitado al sur por el Océano Pacífico, al oeste con el río Verde, y al norte y este con la Sierra Madre. La laguna Chacahua cuenta con una superficie de 1,100 ha y Pastoría con 2,100 ha, y aunque ambos cuerpos lagunares se conectan por un canal longitudinal de

3 km llamado "El Corral" (Pantaleón-López *et al.* 2005), el comportamiento hidrológico-productivo es diferente para cada laguna (Contreras *et al.* 1997). Este sistema lagunar es considerado un sitio prioritario para la conservación de ambientes costeros y oceánicos de México (Arriaga-Cabrera *et al.* 1998, Aguilar *et al.* 2008), para la conservación de aves "AICA Laguna de Chacahua-Pastoría" (Benítez *et al.* 1999) y es un Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional "Lagunas de Chacahua" desde 1937 (DOF. 9-07-1937).

El sistema lagunar de Corralero posee una superficie acuática aproximada de 3,158 ha, entre las coordenadas 16° 11' N y 16° 15' N y 98° 12' O y 98° 05' O. Este sistema se localiza en la parte suroeste de Oaxaca, en el municipio de Pinotepa Nacional, Distrito de Jamiltepec. Debido a su dimensión, es el tercer cuerpo lagunar más importante del estado. Se extiende paralelamente a la costa con un eje central de aproximadamente 17.2 km de longitud y una anchura variable con un máximo de 2 km, teniendo un espejo de agua de 1,621.5 ha (Sánchez-Meraz & Martínez-Vega 2000) y la única comunicación con el mar se le conoce como Boca de El Oro ubicada en la parte suroeste (Anónimo 1993 In: Sánchez-Meraz & Martínez-Vega 2000). Este sistema es compacto y está rodeado por manglares y especies halófitas (Contreras *et al.* 1997)

Ambos sistemas lagunares son del tipo III-A, es decir, plataforma de barrera interna (Lankford 1977), levemente eutrófica y caracterizados por presentar depresiones inundadas en el margen continental y protegidas por una barrera arenosa (Contreras *et al.* 1997), y con aporte de agua dulce de ríos, lagunas y esteros (Arriaga-Cabrera *et al.* 1998). La zona marina colindante se caracteriza por una plataforma continental estrecha y está influenciada principalmente por la Corriente Norecuatorial (Arriaga-Cabrera *et al.* 1998).

El clima de la zona es cálido subhúmedo con lluvias de junio a agosto, temperatura superficial media anual $\geq 26^{\circ}\text{C}$, y con tormentas tropicales y huracanes frecuentes (García 1981), la salinidad de 6 a 39 ups y pH de 6.68 a 8.38 (Contreras *et al.* 1994).

Recolecta de organismos

Se realizaron muestreos mensuales de julio de 1998 hasta enero de 1999. El área lagunar de Chacahua se dividió en 19 estaciones (Fig. 1 *Supra*), en Pastoría se estableció una red de 21 estaciones (Fig. 1 *Supra*), mientras que en el sistema de Corralero el total fue de 24 estaciones (Fig. 2 *Supra*) las cuales se distribuyeron con base en la morfología, profundidad y extensión del cuerpo de agua. Para la recolecta de organismos se utilizaron tres métodos: 1) arrastre de 5 minutos de duración con una red tipo camaronera de 2 m de diámetro y 2.56 cm de luz de malla. 2) recolecta de raíz de mangle y 3) recolecta manual por buceo autónomo. La cantidad de arrastres realizados con red tipo camaronera fue de tres en Chacahua, cinco en Pastoría (Fig. 1 *Infra*) y ocho para Corralero (Fig. 2 *Infra*).

Almacenamiento de organismos

El material biológico recolectado (tanto ejemplares vivos como las conchas vacías, que se denominarán como muertos) se separó por grupo taxonómico en campo (gasterópodos y bivalvos) y se fijaron en formaldehído al 10% neutralizado con borato de sodio, se etiquetaron y se trasladaron al laboratorio donde las muestras fueron lavadas con agua corriente durante 24 hr posteriormente se preservaron con alcohol al 70% hasta su identificación para lo que se usaron los criterios conchiliológicos de Keen (1971) y Keen & Coan (1975) y la actualización de los nombres científicos de acuerdo a Skoglund (2001, 2002).

Parámetros fisicoquímicos

Temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH fueron tomados en cada estación (excepto raíces de mangle) en ambos sistemas lagunares con una sonda multiparámetros Hydrolab Modelo Surveyor 3® (Ahumada-Sempoal & Ruiz-García 2008).

Sedimentología

Con una draga tipo Van Veen con capacidad de 2 l se recolectaron muestras de sedimentos y con ellas se determinó la composición (arena y lodo) de acuerdo a la escala de Folk (1974), y

con la técnica de la pérdida de peso por ignición (Dean 1974), se determinó el contenido de materia orgánica. La interpretación de estos resultados se puede consultar en Sandoval-Orozco & Pantoja-Aguilar (2000).

Debido a que no en todas las estaciones de muestreo se recolectaron moluscos, y para la finalidad de este trabajo, es importante notar que únicamente se consideraron en el análisis los datos de parámetros fisicoquímicos y sedimentología obtenidos en las estaciones y fechas en donde sí hubo muestras de organismos. Para el análisis de estos datos, se trabajó independientemente con los tres cuerpos lagunares considerados (Chacahua, Pastoría y Corralero), para lo que primeramente se identificaron todas las especies presentes, mismas que se incluyen en una lista sistemática.

Índices y análisis estadísticos

Dadas las características ecológicas de los sistemas lagunares y las colecciones o conjuntos de muestras obtenidas en dichos sistemas y según la clasificación de colecciones propuesta por Pielou (1966), éstas serían del Tipo B: Colecciones grandes, ilimitadas en especies e individuos, en las que una muestra tomada al azar puede delimitarse con un número de especies conocido. De acuerdo con este autor la fórmula indicada para obtener el índice de diversidad es la propuesta por Shannon & Weaver (1963), por lo que tanto para la fracción viva como para la fracción muerta se calculó este índice además de la equitatividad con el índice de Pielou (Magurran 1988). Para ver correlación de las variables ambientales únicamente con los ejemplares vivos, se hizo

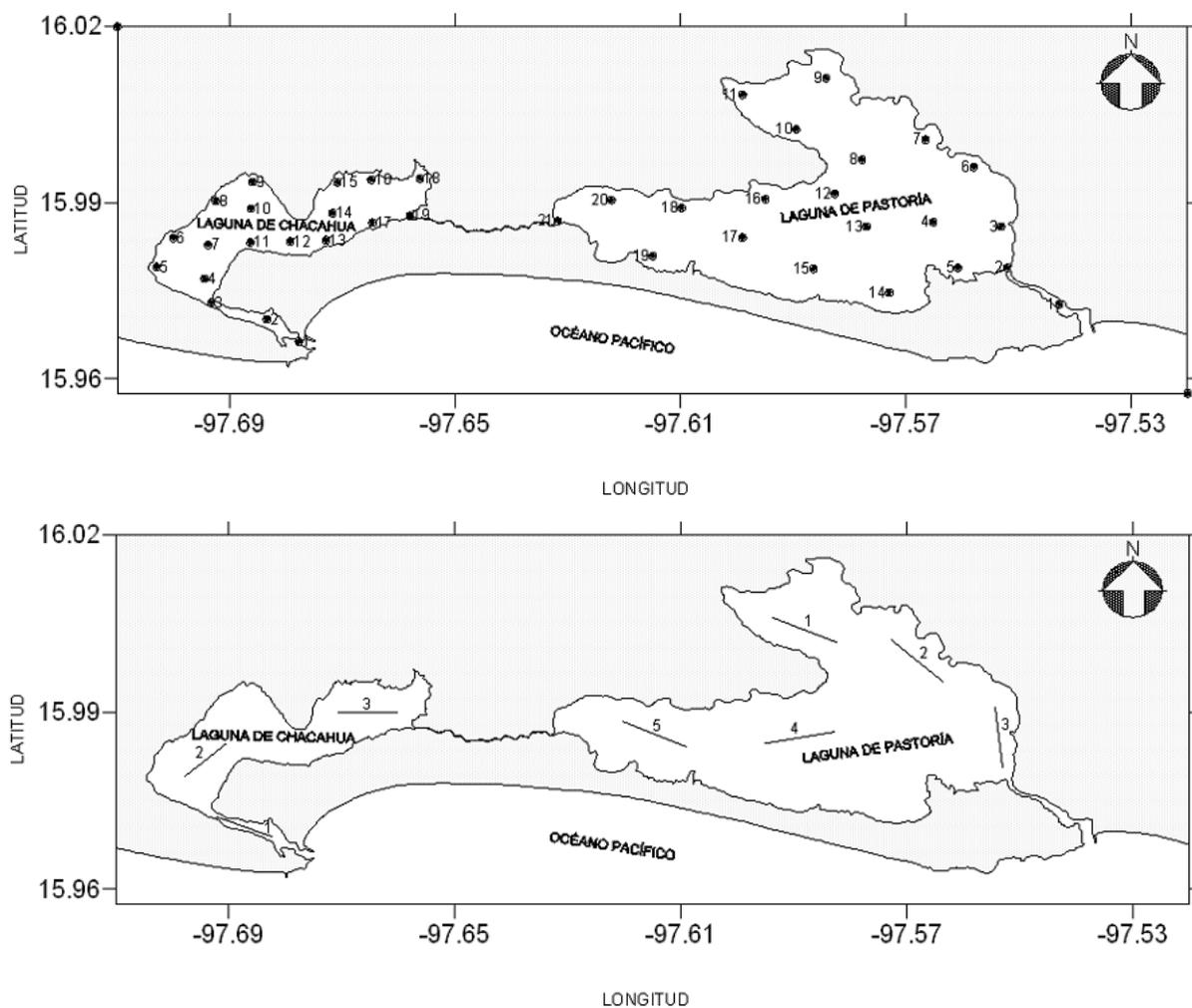


Figura 1. Ubicación espacial de las estaciones de muestreo de variables fisicoquímicas (*supra*) y de arrastres (*infra*) en el sistema lagunar Chacahua-Pastoría.

un análisis de regresión múltiple y se identificaron las variables fisicoquímicas que más contribuyen a la explicación de la varianza. También se relacionó la abundancia de las distintas especies recolectadas vivas con los parámetros fisicoquímicos obtenidos con un análisis de correspondencia canónica de acuerdo a Ter Braak (1986).

Resultados

Se recolectaron en total 34,368 organismos de moluscos (gasterópodos y bivalvos) en ambos

sistemas lagunares, de los cuales el 55.90% (19,210 unidades) correspondió a conchas vacías que se entenderán en el texto como organismos muertos de las especies residentes (tanatocenosis) y el restante 44.10% (15,158 unidades) correspondió a organismos vivos. Del total de la muestra, el 56.17% se colectó con la técnica de arrastre con chango camaronero, el 43.79% correspondió a organismos adheridos a raíz de mangle y tan sólo el 0.04% se obtuvo por recolecta manual a partir de buceo autónomo (Tabla I).

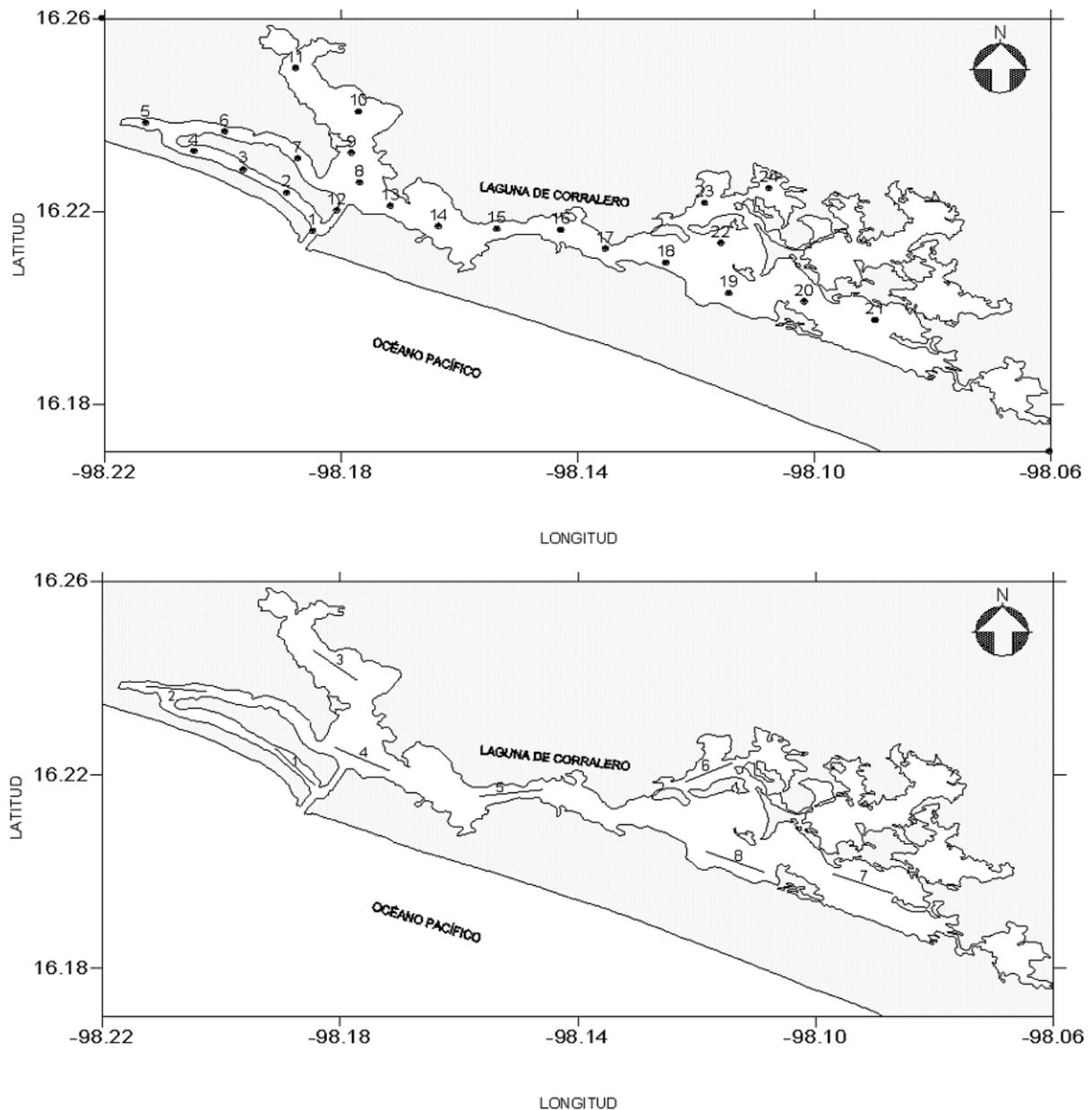


Figura 2. Ubicación espacial de las estaciones de muestreo de variables fisicoquímicas (*supra*) y de arrastres (*infra*) en el sistema lagunar de Corralero-Alotengo.

Tabla I. Moluscos totales colectados por técnica de muestreo en los sistemas lagunares.

Técnica Sistema lagunar	Arrastre		Raíz de mangle		Buceo		TOTAL
	Vivos	Muertos	Vivos	Muertos	Vivos	Muertos	
Corralero	11	17,651	7,612	38	13	0	25,325
Pastoría	123	514	7,381	0	0	0	8,018
Chacahua	0	1,007	18	0	0	0	1,025
Subtotal	134	19,172	15,011	38	13	0	
TOTAL		19,036		15,049		13	34,368

En total (vivos + muertos), se registró presencia de dos clases de moluscos, por un lado Bivalvia estuvo representado por seis órdenes, 14 familias, 23 géneros y 25 especies, mientras que para Gastropoda se obtuvieron tres órdenes, 10 familias, 13 géneros y 18 especies (Tabla II).

En el sistema lagunar Chacahua-Pastoría se recolectaron 9,043 ejemplares (Tabla I) distribuidos en dos clases, cinco órdenes, seis familias, ocho géneros y ocho especies. Por su abundancia relativa y distribución generalizada, las especies características son: *Crassostrea palmula* (Carpenter, 1857), *Tagelus longisinuatus* Pilsbry & Olson, 1932 y *Mytella strigata* (Hanley, 1843) con abundancia relativas de 1.34%, 1.48% y 96.88%, respectivamente.

En el sistema lagunar de Corralero se recolectaron 25,325 ejemplares (Tabla I) cuya diversidad taxonómica es equiparable a la obtenida para el total de los registros en ambos sistemas lagunares (Tabla II), siendo la única especie que no apareció en Corralero *Crepidula aculeata* (Gmelin, 1791) que lo hizo únicamente en Pastoría con tres organismos (0.033% de abundancia relativa), aunque el género y la familia a la que pertenece (Calyptraeidae) si se observó en el sistema de Corralero. Por su abundancia relativa y distribución generalizada, las especies características son: *Ostrea conchaphila* Carpenter, 1857; *Diplodonta sericata* (Reeve, 1850); *T. longisinuatus* y *M. strigata* con abundancias relativas de 3.25%, 4.17%, 34.54% y 51.91%, respectivamente.

Con estos datos se concluye que *T. longisinuatus* y *M. strigata* son las especies dominantes en estos dos sistemas lagunares de la costa chica de Oaxaca. La proporción entre organismos vivos y muertos registra que

para Chacahua-Pastoría por cada organismo muerto de *M. strigata* se presentan 5.32 vivos, mientras que, para Corralero por uno muerto encontramos 2.88 vivos. Para *T. longisinuatus* no se encontraron organismos vivos en ninguno de los dos sistemas.

La presencia de dos especies claramente dominantes en los moluscos de los sistemas lagunares bajo estudio, denotan los valores obtenidos para equitabilidad que muestran, con mínimas excepciones (p. ej., el muestreo de julio de 1998 en Corralero para organismos vivos), valores bajos de éste índice, encontrándose que el grueso de los resultados para equitabilidad se ubican por debajo de 0.60 (Tabla III).

De acuerdo a los valores de diversidad obtenidos por el índice de Shannon-Weaver se observaron valores de entre 0.17 y 2.61 bits ind⁻¹ para la fracción viva y de entre 0.04 y 2.36 bits ind⁻¹ para la parte muerta (Tabla III).

El análisis de regresión múltiple conducido para explicar las variables fisicoquímicas que determinan la abundancia total de moluscos en los tres cuerpos lagunares, indicó que el análisis de la significación individual de los parámetros estimados reveló que ninguna variable es individualmente significativa al 5%, pero el modelo en su conjunto sí es significativo (ANDEVA: $F_{6,11} = 3.25$, $p = 0.04$). El coeficiente de determinación global obtenido ($R^2 = 0.64$), permite señalar que el comportamiento de la variable dependiente (abundancia total) viene explicado en un 64% por todas las variables consideradas (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH, por ciento de materia orgánica y composición del sedimento), de este 64%, la materia orgánica por sí sola aporta el 32% de la varianza explicada.

Tabla II. Listado sistemático de acuerdo a Skoglund (2001, 2002) de las especies de moluscos de los sistemas lagunares Chacahua, Pastoría y Corralero, donde la "X" indica presencia del taxón en el cuerpo lagunar.

SISTEMÁTICA/LAGUNA	CHACAHUA	PASTORÍA	CORRALERO
<i>Phylum Mollusca</i> Cuvier, 1795			
Clase Bivalvia Linnaeus, 1758			
Subclase Pteriomorpha Beurlen, 1944			
Orden Arcoidea Stoliczka, 1871			X
Superfamilia Arcoidea Lamarck, 1809			
Familia Arcidae Lamarck, 180			X
Género <i>Anadara</i> Gray, 1847			X
<i>Anadara labiosa</i> (Sowerby, 1833)			X
Orden Mytiloidea Ferrusac, 1822	X	X	X
Superfamilia Mytiloidea Rafinesque, 1815			
Familia Mytilidae Rafinesque, 1815	X	X	X
Subfamilia Mytilinae Rafinesque, 1815			
Género <i>Brachidontes</i> Swainson, 1840			X
<i>Brachidontes semilaevis</i> (Menke, 1849)			X
Género <i>Mytella</i> Soot-Ryen, 1955	X	X	X
<i>Mytella strigata</i> (Hanley, 1843)	X	X	X
Subfamilia Lithophaginae H. & A. Adams, 1857			
Género <i>Lithophaga</i> Roding, 1798		X	X
<i>Lithophaga aristata</i> (Dillwyn, 1817)		X	X
Orden Pterioidea Newell, 1965		X	X
Suborden Pteriina Newell, 1965			
Superfamilia Pterioidea Gray, 1847			
Familia Pteriidae Gray, 1847		X	X
Género <i>Pinctada</i> Roding, 1798		X	X
<i>Pinctada mazatlanica</i> (Hanley, 1856)		X	X
Familia Isognomonidae Woodring, 1925		X	X
Género <i>Isognomon</i> Lightfoot, 1786		X	X
<i>Isognomon janus</i> Carpenter, 1857		X	X
Suborden Pinnina Waller, 1978			
Superfamilia Pinnoidea Leach, 1819			
Familia Pinnidae Leach, 1819			X
Género <i>Pinna</i> Linnaeus, 1758			X
<i>Pinna rugosa</i> Sowerby, 1835			X
Género <i>Atrina</i> Gray, 1847			X
<i>Atrina maura</i> (Sowerby, 1835)			X
Orden Ostreida Férussac, 1822		X	X
Suborden Ostreina Férussac, 1822			
Superfamilia Ostreoidea Rafinesque, 1815			
Familia Ostreidae Rafinesque, 1815		X	X
Género <i>Ostrea</i> Linnaeus, 1758			X
<i>Ostrea conchaphila</i> Carpenter, 1857			X
Subfamilia Crassostreinae Scarlato & Starobogatov, 1979			
Género <i>Crassostrea</i> Sacco, 1897		X	X
<i>Crassostrea palmula</i> (Carpenter, 1857)		X	X

Tabla II. Continuación...

SISTEMÁTICA/LAGUNA	CHACAHUA	PASTORÍA	CORRALERO
Superfamilia Anomioidea Rafinesque, 1815			
Familia Anomiidae Rafinesque, 1815			X
Género <i>Anomia</i> Linnaeus, 1758			X
<i>Anomia peruviana</i> d'Orbigny, 1846			X
Subclase Heterodonta Neymayr, 1884			
Orden Veneroidea H. & A. Adams, 1856		X	X
Superfamilia Lucinoidea Fleming, 1828			
Familia Ungulinidae H. & A. Adams, 1857			X
Género <i>Diplodonta</i> Bronn, 1831			X
<i>Diplodonta sericata</i> (Reeve, 1850)			X
Superfamilia Cardioidea Lamarck, 1809			
Familia Cardiidae Lamarck, 1809			X
Género <i>Trachycardium</i> Morch, 1853			X
<i>Trachycardium procerum</i> (Sowerby, 1833)			X
Subfamilia Laevicardinae Keen, 1936			
Género <i>Laevicardium</i> Swainson, 1840			X
<i>Laevicardium elenense</i> (Sowerby, 1840)			X
Superfamilia Veneroidea Rafinesque, 1815			
Familia Veneridae Rafinesque, 1815			X
Subfamilia Venerinae Rafinesque, 1815			
Género <i>Chione</i> Swainson, 1840			X
<i>Chione subimbricata</i> (Sowerby, 1835)			X
<i>Chione amathusia</i> (Philippi, 1844)			X
<i>Chione subrugosa</i> (Wood, 1828)			X
Subfamilia Dosiniinae Deshayes, 1853			
Género <i>Cyclinella</i> Dall, 1902			X
<i>Cyclinella singleyi</i> Dall, 1902			X
Género <i>Dosinia</i> Scopoli, 1777			X
<i>Dosinia dunkeri</i> (Philippi, 1844)			X
Género <i>Protothaca</i> Dall, 1902			X
<i>Protothaca asperrima</i> (Sowerby, 1835)			X
Superfamilia Tellinoidea Blainville, 1814			
Familia Tellinidae Blainville, 1814			X
Subfamilia Tellinidae Blainville, 1814			
Género <i>Psammotreta</i> Dall, 1900			X
<i>Psammotreta viridotincta</i> (Carpenter, 1856)			X
Familia Donacidae Fleming, 1828			X
Género <i>Donax</i> Linnaeus, 1758			X
<i>Donax gracilis</i> Hanley, 1845			X
Familia Psammobiidae Fleming, 1828		X	X
Género <i>Gari</i> Schumacher, 1817			X
<i>Gari fucata</i> (Hinds, 1845)			X
Género <i>Tagelus</i> Gray, 1847	X	X	X
<i>Tagelus longisinuatus</i> Pilsbry & Olson, 1932	X	X	X
Orden Myoidea Goldfuss, 1820			X

Tabla II. Continuación...

SISTEMÁTICA/LAGUNA	CHACAHUA	PASTORÍA	CORRALERO
Suborden Pholadina H. Adams & A. Adams, 1858			
Superfamilia Pholadoidea Lamarck, 1809			
Familia Pholadidae Lamarck, 1809			X
Subfamilia Martesiinae Grant 1931			
Género <i>Martesia</i> Sowerby, 1824		X	X
<i>Martesia striata</i> (Linnaeus, 1758)			X
Clase Gastropoda Cuvier, 1797		X	X
Subclase Patellogastropoda Lindberg, 1986			
Orden Archaeogastropoda Thiele, 1925			X
Suborden Vetigastropoda Salvini-Plawen, 1980			
Superfamilia Fissurelloidea Fleming, 1822			
Familia Fissurellidae Flemming, 1822			X
Subfamilia Diodorinae Odhner, 1932			
Género <i>Diodora</i> Gray, 1821			X
<i>Diodora inaequalis</i> (Sowerby, 1835)			X
Subclase Neritimorpha Golikov & Starobogatov, 1975			
Orden Neritopsina Cox, 1960			X
Superfamilia Neritoidea Lamarck 1809			
Familia Neritidae Rafinesque, C.S., 1815			X
Subfamilia Neritinae Lamarck 1809			
Género <i>Theodoxus</i> Montfort, 1810			X
<i>Theodoxus luteofasciatus</i> (Miller, 1879)			X
Subclase Caenogastropoda Cox 1960			
Orden Neotaenioglossa Haller, 1892.		X	X
Suborden Discopoda P. Fischer, 1884			
Superfamilia Cerithioidea A. Férussac 1822			
Familia Modulidae Fischer, P., 1884			X
Género <i>Modulus</i> Gray, 1842			X
<i>Modulus catenulatus</i> (Philippi, 1849)			X
Familia Cerithiidae Fleming, C.A., 1822			X
Subfamilia Cerithiinae Fleming, 1822			
Género <i>Cerithium</i> Bruguiere, 1789			X
<i>Cerithium stercusmuscarum</i> Valenciennes, 1833			X
Familia Potamididae Adams, H.G. & A. Adams, 1854			X
Género <i>Cerithidea</i> Swainson, 1840			X
<i>Cerithidea sp.</i> Swainson, 1840			X
<i>Cerithidea montagnei</i> (Orbigny, 1839)			X
Superfamilia Calyptraeidea Lamarck, 1809			
Familia Calyptraeidae Blainville, 1824		X	X
Género <i>Crepidula</i> Lamarck, 1799		X	X
<i>Crepidula sp</i> Lamarck, 1799			X
<i>Crepidula aculeata</i> (Gmelin, 1791)		X	
Género <i>Crucibulum</i> Schumacher, 1817		X	X
<i>Crucibulum monticulus</i> Berry, 1969			X
<i>Crucibulum scutellatum</i> (Wood, 1828)		X	X

Tabla II. Continuación...

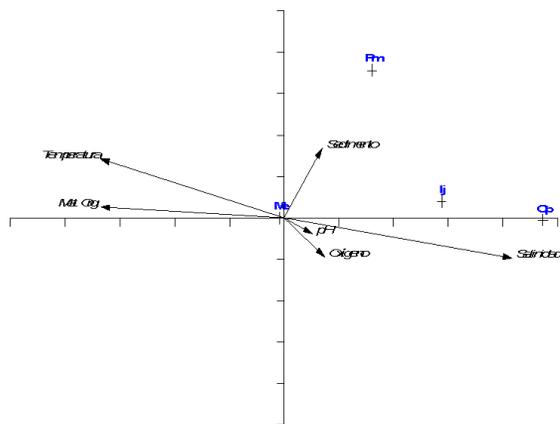
SISTEMÁTICA/LAGUNA	CHACAHUA	PASTORÍA	CORRALERO
<i>Crucibulum spinosum</i> (Sowerby, 1824)			X
Superfamilia Naticoidea Forbes, 1838			
Familia Naticidae Guilding, L., 1834			X
Género <i>Natica</i> Scoploi, 1777			X
<i>Natica chemnitzzi</i> Pfeiffer, 1840			X
Suborden Neogastropoda Thiele, 1929			
Superfamilia Muricoidea Rafinesque, 1815			
Familia Muricidae Rafinesque, 1815			X
Subfamilia Muricinae Rafinesque, 1815			
Género <i>Hexaplex</i> Perry, 1811			X
<i>Hexaplex nigritus</i> (Philippi, 1845)			X
Subfamilia Ocenebrinae Cossmann, 1903			
Género <i>Vitularia</i> Swainson, 1840			X
<i>Vitularia salebrosa</i> (King & Broderip, 1832)			X
Subfamilia Rapaninae Gray, 1853			
Género <i>Stramonita</i> Schumacher, 1817			X
<i>Stramonita haemastoma</i> (Linnaeus, 1758)			X
Familia Melongenidae Gill, T., 1871			X
Género <i>Melongena</i> Schumacher, 1817			X
<i>Melongena patula</i> (Broderip & Sowerby, 1829)			X
Familia Nassariidae Iredale, T., 1916			X
Género <i>Nassarius</i> Dumeril, 1806			X
<i>Nassarius angulicostis</i> (Pilsbry & Lowe, 1932)			X
<i>Nassarius bailyi</i> (Pilsbry & Lowe, 1932)			X

Tabla III. Riqueza de especies (S), abundancia total (N), equitatividad de Pielou (J'), diversidad de Shannon-Weaver en base dos (H'log₂) y diversidad máxima (H'max) para la fracción viva (v) y muerta (m) de los moluscos presentes en tres cuerpos lagunares de la costa chica de Oaxaca durante las diferentes fechas de muestreo.

Laguna	Fecha/m ó v	S	N	J'	H'(log ₂)	H'max
Chacahua	Ago 1998/m	2	1,007	0.56	0.56	1
	Ago 1998/v	1	18	0.55	0.00	0
	Ago 1998/m+v	2	1,025	0.04	0.55	1
Pastoría	Ago 1998/m	2	514	0.06	0.04	1
	Ago 1998/v	8	7,504	0.05	0.17	3
	Ago 1998/m+v	9	8,018	0.38	0.16	3.17
Corralero	Jul 1998/m	25	16,863	0.87	1.78	4.64
	Jul 1998/v	8	15	0.36	2.61	3
	Jul 1998/m+v	32	16,878	0.34	1.79	5
	Ago 1998/m	2	31	0.20	0.34	1
	Ago 1998/v	6	7,320	0.20	0.52	2.58
	Ago 1998/m+v	6	7,351	0.53	0.52	2.58
	Sep 1998/m	1	7		0.00	0
	Sep 1998/v	4	301	0.53	1.06	2
	Sep 1998/m+v	4	308	0.58	1.16	2
	Ene 1999/m	20	788	0.55	2.36	4.32

Para el análisis de correspondencia canónica se consideraron únicamente la abundancia de aquellas 13 especies que se encontraron vivas durante los muestreos y que consisten en: *M. strigata*, *C. palmula*, *Isognomon janus* Woodring, 1925, *C. aculeata*, *Crucibulum scutellatum* (Wood, 1828), *Lithophaga aristata* (Dillwyn, 1817), *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856), *Hexaplex nigrinus* (Philippi, 1845), *Melongena patula* (Broderip & Sowerby, 1829), *Vitularia salebrosa* (King & Broderip, 1832), *Protothaca asperrina* (Sowerby, 1835), *Atrina maura* (Sowerby, 1835) y *Pinna rugosa* (Sowerby, 1835). De estas 13 especies únicamente cuatro (*M. strigata*, *C. palmula*, *I. janus* y *P. mazatlanica*) se recolectaron en más de una estación, por lo que no fue necesario representar en los resultados a las restantes nueve especies.

Las abundancia de estas cuatro especies, se correlacionaron con los parámetros fisicoquímicos registrados para 17 estaciones de muestreo (una en Chacahua, 14 en Pastoría y dos en Corralero). Así, los resultados se presentan en un diagrama de ordenación bidimensional donde las especies están representadas por puntos y las variables ambientales por flechas (ver Fig. 3). Los eigenvalores obtenidos



Valores salina 508

Figura 3. Diagrama de ordenación obtenido por el análisis de correspondencia canónica para las especies de moluscos recolectadas vivas (+) y las variables ambientales medidas (flechas) en los sistemas lagunares de Chacahua-Pastoría y Corralero; siendo el primer eje la horizontal y el segundo eje la vertical. Las especies de moluscos son: Me = *Mytella strigata*, Cp = *Crassostrea palmula*, Ij = *Isognomon janus* y Pm = *Pinctada mazatlanica*.

Tabla IV. Eigenvalores obtenidos para los primeros dos ejes del análisis de correspondencia canónica.

	Eje 1	Eje 2
Eigenvalores	0.43	0.01
Porcentaje	38.35	0.54
Porcentaje acumulado	38.35	38.89
Correlación especies-ambientales	0.74	0.14

muestran que para el Eje 1 el valor es de 0.43 explicando el 38.35% de la varianza, mientras que el Eje 2 no muestra un efecto significativo. Se observó que la correlación especies-ambiente en el Eje 1 es de 0.74 mientras en el Eje 2 es de 0.14 (Tabla IV), y de acuerdo a los valores de los coeficientes canónicos (Tabla V), se puede inferir que el primer eje representa un gradiente de salinidad, en el cual los sitios menos salinos tienen altos valores de temperatura o de materia orgánica. Por su parte en el segundo eje no se muestra correlación significativa alguna.

Tomando en cuenta la salinidad, el diagrama (Fig. 3) muestra que *C. palmula* (Cp) se le encuentra principalmente en las estaciones donde se registró la salinidad más alta y a *I. janus* (Ij) en las estaciones con salinidades intermedias. Este acomodo de las especies en relación a la salinidad es más o menos contrario con respecto a la temperatura y a la materia orgánica. Por su parte *M. strigata* (Me), que fue la especie más abundante, no se le encontró relación con alguna variable ambiental, lo que supone que su distribución en los sistemas lagunares no depende de alguna de ellas. *P. mazatlanica* (Pm) es la única especie que ocurre principalmente en estaciones con predominio de sedimentos arenosos.

Discusión

A diferencia de la costa del golfo de México en donde García-Cubas y su equipo de trabajo realizaron importantes levantamientos sobre sistemática y ecología de los moluscos de sistemas lagunares y estuarinos (García-Cubas 1981, Antolí & García-Cubas 1985, Flores-Andolais *et al.* 1988, Reguero & García-Cubas 1989, 1991, 1993a-b, García-Cubas *et al.* 1990, 1992, García-Cubas & Reguero 1990, 1995, Reguero *et al.* 1991), en el Pacífico

Tabla V. Abundancia de especies de moluscos obtenidos en la Figura 3: coeficientes canónicos y correlaciones dentro del conjunto de variables ambientales con los primeros dos ejes del análisis de correspondencia canónica.

	Coef. canónicos		Coef. de correlación	
	Eje 1	Eje 2	Eje 1	Eje 2
Temperatura	-0.43	2.06	-0.52	0.04
Salinidad	-0.62	-0.33	0.65	-0.03
Oxígeno disuelto	2.21	4.88	0.12	-0.03
pH	-2.46	-4.98	0.08	-0.01
Materia Orgánica	0.18	-1.61	-0.52	0.01
Sedimento	1.36	2.72	0.11	0.05

tropical mexicano, este tipo de información es reducida y entre los escasos estudios se puede mencionar el realizado por Stuardo & Villarreal (1976) en ocho lagunas costeras de Guerrero, el de Chávez (1979) en las lagunas Oriental y Occidental de Oaxaca, el de Serrano-Pinto & Caraveo-Patiño (2002) en la laguna de Cuyutlán en Colima y el de Landa-Jaime (2003) en el sistema lagunar estuarino Agua Dulce/El Ermitaño en Jalisco.

Al comparar la riqueza de especies de moluscos registradas en este estudio en los sistemas lagunares de Chacahua-Pastoría y Corralero con los otros trabajos realizados en el Pacífico tropical mexicano (ver citas anteriores), se observa que la riqueza de especies es semejante y oscila entre 23 especies en las lagunas de Guerrero hasta 54 especies en Cuyutlán, mientras que la riqueza obtenida en las lagunas de Oaxaca presentan un valor intermedio de 43 especies, considerando vivos y muertos, de moluscos (Tabla VI). Lo que sí resultó semejante es que en los cinco estudios comparados (Lagunas de Guerrero, Laguna Oriental y Occidental, Cuyutlán, Agua Dulce/El Ermitaño y Chacahua-Pastoría, Corralero) las especies dominantes siempre fueron *M. strigata* y *T. longisinuatus*. Por otro lado, comparando esta riqueza de especies obtenida (43 especies) con sus similares en Veracruz y Tabasco, podemos deducir que la riqueza de especies se encuentra cercana al promedio (46 especies), por lo que se considera semejante, aunque por ejemplo para Tabasco se indican 95, 42 y 62 especies (Tabla VI), distando mucho del promedio. A pesar de esta semejanza en

cuanto a riqueza de especies, la diversidad es mayor en el golfo de México. Con dichas comparaciones se puede concluir que la diversidad obtenida en el presente estudio, constituyó el registro más bajo de diversidad en los sistemas lagunares de México de cuya malacofauna se tiene información (Tabla VI).

En los escasos estudios conducidos en la costa del Pacífico mexicano, como el realizado en el sistema lagunar estuarino Agua Dulce/El Ermitaño por Landa-Jaime (2003) en Jalisco; en los sistemas lagunares analizados en este trabajo (Chacahua, Pastoría y Corralero en Oaxaca), no se identificaron especies de moluscos de afinidad dulceacuícola (0 a 5), ni de afinidad estuarina (5.1 a 10), ni tampoco de afinidad eurihalinas (10.1 a 18), ya que todas las especies registradas se recolectaron en condiciones de salinidad cuya afinidad puede considerarse como marina (18.1 y más) de acuerdo a la clasificación de Wolff (1973), incluso las especies dominantes como *M. strigata* o *T. longisinuatus*, han sido documentados tanto en lagunas costeras como en aguas oceánicas adyacentes (Serrano-Pinto & Caraveo-Patiño 2002) contrario a lo que habían reportado Stuardo & Villarreal (1976), que consideraba a *T. longisinuatus* y a *M. strigata* como habitantes exclusivos de sistemas estuarinos o lagunas costeras. Al respecto, García-Cubas (1981) en la Laguna de Términos, Campeche identificó que los moluscos típicamente marinos se distribuyen en toda la laguna como se pudo observar en esta ocasión. Por el contrario, en un estudio realizado en las lagunas Oriental y Occidental de Oaxaca por Chávez (1979) el autor registró una comunidad inestable controlada por los factores ambientales (principalmente la salinidad). Para el caso que nos ocupa y de acuerdo a los resultados de diversidad obtenidos, en su mayoría inferiores a 1 bits ind⁻¹, se puede considerar a la comunidad como estable donde predominan las especies estrategas (Sanders 1968).

Por otro lado, el bajo número de moluscos vivos recolectados (44.10 %) en comparación con los organismos muertos (55.90 %) es una característica previamente señalada en estudios de diversidad de lagunas costeras

Tabla VI. Comparativo de la riqueza de especies (S) y la diversidad (H') obtenida en diferentes trabajos de malacofauna de cuerpos de agua (lagunares o estuarinos) en el litoral de México donde se incluyen tanto especies vivas como muertas reconocidas.

Cuerpo de agua	Estado	S	H'(bits)	Fuente
Carmen y Machona	Tabasco	95	1.92	Antolí & García-Cubas 1985
Laguna de Términos	Campeche	172		García-Cubas 1981
Mecoacán	Tabasco	42	3.12	García-Cubas <i>et al.</i> 1990
Oriental y Occidental	Oaxaca	6		Chávez 1979
La Mancha	Veracruz	40	3.10	Flores-Andolais <i>et al.</i> 1988
Chica-Grande	Veracruz	36	1.95	García-Cubas <i>et al.</i> 1992
Tupilco-Ostión	Tabasco	62	1.97	García-Cubas & Reguero 1990
Sontecomapan	Veracruz	60	1.14	García-Cubas & Reguero 1995
Laguna de Cuyutlán	Colima	54		Serrano-Pinto & Caraveo-Patiño 2003
Lagunas de Guerrero	Guerrero	23		Stuardo & Villarroel 1976
Agua Dulce-Ermitaño	Jalisco	31	1.50-1.80	Landa-Jaime 1993
Chacahua-Pastoría	Oaxaca	8	0.12-0.37	Este estudio
Corralero	Oaxaca	42	1.21	Este estudio

del Pacífico mexicano (Stuardo & Villarroel 1976, Landa-Jaime 2003) y también del golfo de México (ver citas de García-Cubas y/o Reguero, antes señaladas). Esta situación genera problemas al momento de realizar la descripción del ensamble de moluscos en estos ecosistemas, pues si no se cuenta con estudios que describan los procesos hidrodinámicos que causan la acumulación de material calcáreo en ciertas zonas de la laguna costera, es difícil ahondar más en el tema y por consiguiente gran parte de la información obtenida en los muestreos se pierde, aún cuando esto sea producto de la tanatocenosis, ya que el origen del material es incierto y no se cuenta con los elementos para conocer el verdadero valor de diversidad biológica del sitio. Ante esta situación, se decidió en el presente estudio, considerar en los análisis únicamente aquél material recolectado vivo, mismo que consistió en 13 especies y que en promedio presentó una diversidad de 1.089 bits ind⁻¹ y una equitatividad de 0.414 lo que denota la dominancia marcada de ciertas especies. Estos valores de diversidad sin un marco de referencia indican poco, así que para darle significado, se obtuvo la diversidad máxima esperada (H'max) de acuerdo a Buzas & Hayek (1996). Al realizar la comparación entre H' y H'max, se estimó que las diferencias van desde un orden de magnitud de 0.4 hasta 3.21 con un promedio

de 1.62, lo que permite proponer que en general, la diversidad de moluscos encontrada en los sistemas lagunares de Chacahua-Pastoría y Corralero es baja y al comparar estos datos con los de diversidad de la fracción muerta de la muestra, se puede asumir que la representatividad de la fracción viva es la adecuada y el listado de la fracción muerta es complementaria, aunado a que en los muestreos, los valores de parámetros fisicoquímicos se mantuvieron relativamente estables, salvo el porcentaje de materia orgánica que fue la variable que explicó la mayor cantidad de varianza en el modelo de regresión múltiple como se mostró en los resultados.

Se pudo distinguir que la mayor riqueza de especies y diversidad de moluscos en los complejos lagunares y de acuerdo a los resultados de Ahumada-Sempoal & Ruiz-García (2008), sucede cuando la columna de agua se encuentra en un estado homogéneo, es decir de marzo a julio, mientras que de agosto a febrero, cuando se presenta estratificación de la columna de agua y cuyas condiciones la dividen en dos capas, la diversidad es baja. Esto hace suponer que al existir una única condición, las especies con umbrales fisicoquímicos limitados encuentran en el ambiente mayor espacio para su distribución, por el contrario cuando las condiciones de la columna de agua son diferentes a nivel superficie y

fondo, el ámbito de distribución se limita y favorece los procesos de sucesión de especies ya sea por facilitación, tolerancia y/o inhibición (Connell & Slatyer 1977). Lo anterior se puede apreciar en la Figura 3 obtenida por el análisis de correspondencia canónica, en la cual especies recolectadas vivas como *I. janus* y *C. palmula* responden mejor a ciertas condiciones de salinidad y solo aparecieron en los muestreos durante los meses de agosto a enero que corresponden a la época de estratificación de la columna de agua, por su parte *M. strigata* apareció durante todo el año en considerables abundancias, por lo que se considera una especie capaz de adaptarse a un amplio umbral ambiental que incluso se puede encontrar en ambientes marinos como lo determina Serrano-Pinto & Caraveo-Patiño (2002).

En diversos estudios de lagunas costeras de México se ha detectado que el tipo de sedimento, la salinidad y la temperatura del agua son los principales factores que influyen en la distribución de la fauna malacológica (Flores-Andolaís *et al.* 1988), sin embargo en este estudio, las variaciones mínimas de salinidad observadas (3.35) y la dominancia de sustratos arenosos en los cuerpos lagunares analizados, no fueron determinantes en la malacofauna registrada, quizás falte un análisis más puntual y que cubra al menos un ciclo de muestreo anual para observar diferencias. De igual forma, es importante considerar en el estudio los efectos de los dragados constantes a los que están sujetos estas lagunas de la costa oaxaqueña -pese a que la Laguna de Chacahua es una Área Natural Protegida-, ya que se ha notado su influencia sobre la distribución de la fauna acuática al modificar el volumen de intercambio de agua, los gradientes de salinidad y la dinámica de migración entre los organismos estuarinos y marinos (Domínguez *et al.* 2003).

Un total de 13 especies de moluscos fueron recolectadas vivas y de acuerdo a Landa-Jaime (2003) cinco de ellas (*M. strigata*, *C. palmula*, *A. maura*, *P. rugosa* y *L. aristata*) son filtradores, tres suspensívoras (*I. janus*, *P. mazatlanica* y *P. asperrina*), dos suspensívoras micrófagas (*C. aculeata* y *C. scutellatum*), dos depredadores

(*H. nigritus* y *V. sabrelosa*) y una saprófaga (*M. patula*). Comparando estos hábitos alimenticios, se concluye que las especies filtradoras son las dominantes en los sistemas lagunares estudiados, debido a la dominancia de sustrato arenoso (Thorson 1950). Los resultados obtenidos en el sistema Chacahua-Pastoría mostraron una mayor riqueza de especies en el cuerpo lagunar de Pastoría que, en comparación con Chacahua, se ve favorecida por el flujo y reflujo de la marea, lo que permite un mayor ingreso de zooplancton que sirve como alimento a las especies de moluscos filtradoras (Pantaleón-López *et al.* 2005), mientras que en Chacahua la menor diversidad observada se puede deber a la débil influencia marina que recibe esta laguna a través del canal del Corral, así como al cierre permanente de su bocabarra.

La diversidad obtenida en los sistemas lagunares de Chacahua-Pastoría y Corralero se mantiene dentro del intervalo establecido para los sistemas lagunares de acuerdo a Jackson (1972), mismo que queda comprendido entre 0.46 y 3.81 bits ind⁻¹, sin embargo la diversidad promedio de estos cuerpos lagunares es la más baja obtenida a la fecha en distintos sistemas costeros lagunares del golfo de México y Pacífico tropical mexicano.

Agradecimientos

Esta contribución se derivó del proyecto "Caracterización ambiental y aprovechamiento de los recursos naturales de los sistemas lagunares Chacahua-Pastoría y Corralero-Alotengo" clave OAX RNMA-005/96 SIBEJ-CONACyT. Un especial agradecimiento para la gente de Corralero y de Chacahua, así como también a personal de apoyo de la Universidad del Mar como Heladio Spindola, Andrés Pacheco y Sergio Vásquez quienes brindaron su apoyo técnico y logístico durante el trabajo de campo. A Betsabé Hernández Salomón por su apoyo con la base de datos fisicoquímicos. Al Dr. Michel E. Hendrick del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, Unidad Académica Mazatlán por su apoyo en la revisión del inglés y a dos revisores anónimos cuyos comentarios permitieron enriquecer el trabajo.

Referencias

- Aguilar, V., M. Kolb, D. Hernández, T. Urquiza & P. Koleff. 2008. Prioridades de conservación de la biodiversidad marina de México. *Biodiversitas CONABIO* 79: 1-15.
- Ahumada-Sempoal, M.A. & N. Ruiz-García. 2008. Características fisicoquímicas de la Laguna de Pastoría, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar* 12(36): 3-17.
- Antolí, V. & A. García-Cubas. 1985. Sistemática y ecología de moluscos en las lagunas costeras Carmen y Machona, Tabasco, México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 12(1): 145-198.
- Arriaga-Cabrera, R., E. Vázquez-Domínguez, J. González-Cano, R. Jiménez-Rosenberg, E. Muñoz López & V. Aguilar-Sierra. 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México, 198 pp.
- Baqueiro-Cárdenas, E.R., L. Borabe, C.G. Goldaracena-Islas & J. Rodríguez-Navarro. 2007. Los moluscos y la contaminación. Una revisión. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 1-7.
- Barba-Macías, E. 1999. Variación de la densidad y la biomasa de peces juveniles y decápodos epibénticos de la región central de Laguna Madre, Tamaulipas. *Hidrobiológica* 9(2): 103-116.
- Benítez, H., C. Arizmendi & L. Marquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA, México. Consultado el 15 de diciembre de 2010: <http://www.conabio.gob.mx>.
- Buzas, M.A. & L.A.C. Hayek. 1996. Biodiversity resolution: an integrated approach. *Biodiversity Letters* 3: 40-43.
- CBD "Convention on Biological Diversity". 2010. In-depth review of the implementation or the programme of work on marine and coastal biological diversity. UNEP/ CBD/ SBSTTA/14/ 4, 18 pp.
- Chávez, E.A. 1979. Análisis de la comunidad de una laguna costera en la costa sur occidental de México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 6(2): 15-44.
- Connell, J.H. & R.O. Slatyer. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist* 111(982): 1119-1144.
- Contreras, F. & A. García-Nagaya. 1991. Hidrología, nutrientes y productividad primaria en la Laguna San José Manialtepec, Oaxaca, México. *Hidrobiológica* 1(1): 65-72.
- Contreras, F., O. Castañeda, A. García & M.A. Pérez. 1994. Las lagunas costeras. Pp: 129-182 *In*: Toledo, A. (ed.), Riqueza y pobreza en la costa de Chiapas y Oaxaca. Centro de Ecología y Desarrollo A.C., México.
- Contreras, F., O. Castañeda & R. Torres. 1997. Hidrología, nutrientes y productividad primaria en las lagunas costeras del estado de Oaxaca, México. *Hidrobiológica* 7:9-17.
- Dean, W.E. Jr. 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss of ignition: comparison with other methods. *Journal of Sedimentology and Petrology* 44(1): 242-248.
- DOF "Diario Oficial de la Federación". 1937. Decreto que declara Parque Nacional "Lagunas de Chachahua", los terrenos de la costa occidental del Estado de Oaxaca, que el mismo limita. DOF-09-07-1937.
- Domínguez, J.C., A.J. Sánchez, R. Florido & E. Barba. 2003. Distribución de macrocrustáceos en Laguna Mecoacán, al sur del golfo de México. *Hidrobiológica* 13(2): 127-136.
- Flores-Andolais, F., A. García-Cubas & A. Toledano-Granados. 1988. Sistemática y algunos aspectos ecológicos de los moluscos de la Laguna de la Mancha, Veracruz, México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 15(2): 235-258.
- Folk, R.L. 1974. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill Pub. Co., Austin, Texas, 182 pp.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., 264 pp.
- García-Cubas, A. 1981. Moluscos de un sistema lagunar tropical en el sur del Golfo de México (Laguna de Términos, Campeche). *Publicación Especial Instituto de Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma de México* 5: 1-182.
- García-Cubas, A. & M. Reguero. 1990. Moluscos del sistema lagunar Tupilco-Ostión, Tabasco, México: sistemática y ecología. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 17(2): 309-343.
- García-Cubas, A. & M. Reguero. 1995. Moluscos de la Laguna de Sontecomapan, Veracruz, México: sistemática y ecología. *Hidrobiológica* 5(1-2): 1-24.
- García-Cubas, A., F. Escobar de la Llata, L.V. González-Anía & M. Reguero. 1990. Moluscos de la Laguna Mecoacán, Tabasco, México: sistemática y ecología. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 17(1): 1-29.
- García-Cubas, A., M. Reguero & R. Elizarrarás. 1992. Moluscos del sistema lagunar Chica-Grande, Veracruz, México: sistemática y ecología. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 19(1): 71-101.
- Grabowski, J.H. & S.P. Powers. 2004. Habitat complexity mitigates trophic transfer on oyster reefs. *Marine Ecology Progress Series* 277: 291-295.

- Guevara, E., A.J. Sánchez, C. Rosas, M. Mascaró & R. Brito. 2007. Asociación trófica de peces distribuidos en vegetación acuática sumergida en Laguna de Términos, sur del golfo de México. *Universidad y Ciencia* 23(2): 151-166.
- Jackson, J.B.C. 1972. The ecology of the molluscs of *Thalassia* communities, Jamaica, West Indies, II. Molluscan population variability along an environmental stress gradient. *Marine Biology* 14: 304-337.
- Keen, A.M. 1971. Sea shells of Tropical West America: Marine mollusks from Baja California to Peru. Stanford University Press, California, 1064 pp.
- Keen, A. M. & E. Coan. 1975. Sea shells of Tropical West America: Additions and corrections to 1975. *The Western Society of Malacologists, Occas. Pap* 18: 1-66.
- Naranjo-García, E. & G. Meza-Meneses. 2000. Moluscos. Pp: 309-404 *In: de la Lanza-Espino, G., S. Hernández-Pulido y J.L. Carbajal-Pérez (eds.), Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). SEMARNAP, CONAGUA, UNAM, IBIOL-UNAM, México, D.F.*
- Landa-Jaime, V. 2003. Asociación de moluscos bentónicos del sistema lagunar estuarino Agua Dulce/El Ermitaño, Jalisco, México. *Ciencias Marinas* 29(2): 169-184.
- Lankford, R.R. 1977. Coastal lagoons of Mexico: Their origen and classification. Pp: 182-215 *In: Wiley, M. (ed.), Estuarine processes. Academic Press, Nueva York.*
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 p.
- Pantaleón-López, B., G. Aceves & I.A. Castellanos. 2005. Distribución y abundancia del zooplancton del complejo lagunar Chacahua-La Pastoría, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76: 63-70.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology* 13: 131-144.
- Reguero, M. & A. García-Cubas. 1989. Moluscos de la Laguna de Alvarado, Veracruz: sistemática y ecología. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 16(2): 279-305.
- Reguero, M. & A. García-Cubas. 1991. Moluscos de la Laguna Camaronera, Veracruz, México: sistemática y ecología. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 18(1): 1-23.
- Reguero, M. & A. García-Cubas. 1993a. Moluscos del complejo lagunar Larga-Redonda-Mandinga, Veracruz, México: sistemática y ecología. *Hidrobiológica* 3(1-2): 41-70.
- Reguero, M. & A. García-Cubas. 1993b. Moluscos de la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz, México: sistemática y ecología. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 20(1): 77-104.
- Reguero, M., A. García-Cubas & G. Zúñiga. 1991. Moluscos de la Laguna Tampamachoco, Veracruz, México: sistemática y ecología. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 18(2): 289-328.
- Sánchez, A.J. & A. Raz-Guzmán. 1997. Distribution patterns of tropical estuarine brachyuran crabs in the Gulf of Mexico. *Journal of Crustacean Biology* 17(4): 609-620.
- Sánchez-Meraz, B. & J.A. Martínez-Vega. 2000. Inmigración de postlarvas de camarón *Litopenaeus* sp. y *Farfantepenaeus* sp. a través de la Boca El Oro del sistema lagunar Corralero-Alotengo, Oaxaca. *Ciencia y Mar* 4(12): 29-46.
- Sanders, H.L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *American Naturalist* 102(925): 243-282.
- Sandoval-Orozco, G. & S. Pantoja-Aguilar. 2000. Caracterización sedimentológica de los sistemas lagunares Corralero-Alotengo y Chacahua-Pastoría. Informe interno, Universidad del Mar, Oaxaca, México, 19 pp.
- Serrano-Pinto, V. & J. Caraveo-Patiño. 2002. A benthic mollusks checklist from laguna Cuyutlan, Colima, México. *Hidrobiológica* 12(2): 166-169.
- Shannon, C.E. & W. Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, 177 pp.
- Skoglund, C. 2001. Panamic province molluscan literature. Additions and changes from 1971 through 2000. I. Bivalvia, II, Polyplacophora. *The Festivus* 32: 1-140.
- Skoglund, C. 2002. Panamic province molluscan literature. Additions and changes from 1971 through 2000. III. Gastropoda. *The Festivus* 33: 1-286.
- Stuardo, J. & M. Villarroel. 1976. Aspectos ecológicos y distribución de los moluscos en las lagunas costeras de Guerrero, México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 3(1): 65-91.
- Ter Braak, C.J.F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67(5): 1167-1179.
- Thorson, G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biological Review* 25: 1-45.
- Wolff, W.J. 1973. The estuary as a habitat. An analysis of data on the soft bottom macrofauna of the estuarine area of the rivers Rhine. Meuse and Sheldt *Zoologische Verhandelingen* 126: 1-242.
- Yáñez-Arancibia, A. & R. S. Nugent. 1977. El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 4(1): 107-113.

Recibido: 3 de enero de 2011

Aceptado: 13 de diciembre de 2011