



Análisis comparativo de los moluscos en la reserva de la biosfera Los Petenes y lagunas costeras del sureste de México

Comparative analysis of mollusks in the Los Petenes Biosphere Reserve and coastal lagoons in southeastern Mexico

Alicia González-Solis¹, Daniel Torruco¹ y Ángel D. Torruco-González²

¹ Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Mérida, Km 6 Antigua carretera a Progreso. A.P. 73, Cordemex 97310. Mérida, Yucatán. aligonzalezsol@gmail.com, dantor6660@gmail.com

² Universidad Anahuac-Mayab. Carretera Mérida-Progreso KM 15.5 AP 96, Cordemex, 97130 Mérida, Yucatán.

RESUMEN

El grupo de los moluscos está ampliamente distribuido en todo tipo de ambientes y su importancia radica en sus múltiples usos desde alimentario (parte de varias cadenas tróficas), vectores de otros grupos, extracción de sustancias, hasta centinelas de cambios ambientales naturales e inducidos. En este trabajo se realizó una evaluación comparativa de la biodiversidad malacológica asociada a diferentes hábitats en la Reserva de la Biosfera Los Petenes en Campeche y en ocho cuerpos de agua costeros del sureste de México. Los datos de los moluscos de Los Petenes se obtuvieron mediante colectas cada cuatro meses (para hacerlos comparables con resultados obtenidos en un estudio anterior) de núcleos de sedimento de 10 cm de diámetro y 15 cm de profundidad en 20 sitios con diferentes hábitats, durante 2014. Para las otras lagunas, los registros se obtuvieron de diversas fuentes bibliográficas. En total para Los Petenes, se registraron 175 especies y 12850 individuos. La especie *Rissoella caribaea* fue la más frecuente y la de mayor abundancia. La evaluación comparativa de cada uno de los hábitats que coexisten en este ecosistema no mostró cambios significativos de abundancia. Asimismo, las asociaciones faunísticas exhibieron un gradiente mar- tierra y aunque las diferencias fueron significativas en cuanto a la biomasa, la riqueza específica no presentó el mismo patrón entre hábitats. El sistema de Los Petenes, en su conjunto, presentó una de las mayores biodiversidades de los cuerpos de agua analizados y la laguna de Términos fue la que presentó valores más cercanos (169 y 175 especies, respectivamente). En contraste, el estero Sabancuy presentó registros faunísticos con una riqueza de 43 especies, en la laguna de Tupilco-Ostión tan solo se registraron 62 especies y en el resto de lagunas el número de especies fue aún más bajo.

PALABRAS CLAVE: Fauna malacológica, Bentos, Humedales, Campeche.

ABSTRACT

The phylum Mollusca is widely distributed in all types of environments. The species it contains are important for their multiple uses as food (as part of several trophic chains), as vectors of other groups of organisms, for the extraction of substances, and as sentinels of natural and induced environmental changes. In this work, a comparative evaluation of the malacological biodiversity associated with different habitats in the Los Petenes Biosphere Reserve in Campeche and in eight coastal water bodies in southeastern Mexico was performed. To obtain data comparable to those that were used in a previous study, data from the Los Petenes mollusks were obtained by collection of sediment cores 10 cm in diameter at a depth of 15 cm at 20 sites in different habitats every four months during 2014. For the other lagoons, records were obtained from various published sources. For Los Petenes, a total of 175 species and 12,850 individuals were recorded. The species *Rissoella caribaea* was the most common and the most abundant. Comparative evaluation of each of the habitats that coexist in this ecosystem did not show significant changes in abundance. Similarly, faunal associations exhibited a sea-land gradient, and although the differences in biomass were significant, species richness did not show the same pattern among habitats. The Los Petenes system as a whole exhibited some of the greatest biodiversity among the water bodies analyzed, and the Terminos lagoon showed the highest biodiversity (169 and 175 species, respectively). In contrast, the Sabancuy estuary featured fauna records with a richness of 43 species; in the Tupilco-Ostión lagoon, only 62 species were recorded, and in the rest of the lagoons, the numbers of species were even lower.

KEY WORDS: Malacological fauna, Benthos, Wetlands, Campeche.

DOI: 10.25268/bimc.invemar.2018.47.1.736

Publicado por INVEMAR

Este es un manuscrito de acceso abierto bajo la licencia CC Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual

Published by INVEMAR

This is an open Access article under the CC BY-NC-SA

INTRODUCCIÓN

La Reserva de la Biosfera Los Petenes de Campeche conforma una unidad biogeográfica única y de importancia biológica, ecológica y científica, derivada de su alta diversidad de flora y fauna, así como de los hábitats que la conforman (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1996). Rico-Gray (1982) definió la región de los Petenes como una interrelación de ambientes ocasionada por la particular hidrología de la zona, donde desempeña un papel muy importante el suelo cárstico de la península. Entre los hábitats presentes en el área de mar a tierra se pueden caracterizar los siguientes: praderas de pastos marinos, generalmente de *Thalassia testudinum* Banks ex Köning, 1805, con *Ruppia maritima* Linnaeus, 1753, y *Syringodium filiforme* Kützing, 1860, y manglares, compuestos por *Rhizophora mangle* Linnaeus, *Avicenia germinans* (L.) Linnaeus, *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn y *Conocarpus erectus* Kützing (Corbalá, 2004).

Durán (1995) hizo un análisis detallado de las curvas de distribución y abundancia de la vegetación de Los Petenes y concluyó que no existen diferencias significativas, es decir, que todos los patrones de dominancia son semejantes. Sin embargo, la información referente a la fauna en el área es reducida en general y la que existe se refiere a los de interés comercial, como el ostión de mangle, pulpo, caracol y camarón (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1996).

Directamente sobre ecología de moluscos, el único registro en el área de Los Petenes es el trabajo de Corbalá (2004); sin embargo, sí se puede citar algunos realizados en humedales cercanos geográficamente. García-Cubas (1988) describió los subsistemas de la laguna de Términos en función de estas comunidades y presentó resultados de la taxonomía, además de la distribución de las especies en la laguna. García-Cubas y Reguero (1990) presentaron un trabajo en el sistema lagunar Tupilco-Ostión, en donde se detalla el arreglo sistemático, tipos de nutrición y hábitat; González y Torruco (2001) publicaron un trabajo donde se detalla la estructura de la comunidad de peces e invertebrados en el estero de Sabancuy. García-Cubas y Reguero (1995) presentaron resultados de la laguna de Sontecomapan y Reguero y García-Cubas (1993) de la laguna de Mandinga en el Estado de Veracruz, ambos incluyeron aspectos ecológicos de las comunidades malacológicas.

En la región, algunos de los trabajos sobre la malacofauna de lagunas costeras se restringen solo a la clase gasterópoda (Arellano-López *et al.*, 2004; Juárez *et al.*, 2004); otros dieron evidencias de registros tanto de gasterópodos como de bivalvos (Antolí, 1979, 1986; Flores

INTRODUCTION

The Los Petenes Biosphere Reserve in Campeche forms a unique biogeographic unit of biological, ecological and scientific importance due to its high diversity of flora and fauna as well as to the habitats that make it up (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1996). Rico-Gray (1982) defined the Los Petenes region as an interrelation of environments resulting from the particular hydrology of the area, in which the karst soil of the peninsula plays a very important role. Among the habitats present in the area from sea to land, both seagrass beds, generally of *Thalassia testudinum* Banks ex Köning, 1805 with *Ruppia maritima* Linnaeus, 1753 and *Syringodium filiforme* Kützing, 1860, and mangroves, composed of *Rhizophora mangle* Linnaeus, *Avicenia germinans* (L.) Linnaeus, *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn and *Conocarpus erectus* Kützing (Corbalá, 2004), can be characterized.

Durán (1995) performed a detailed analysis of the distribution and abundance of the vegetation of Los Petenes and concluded that there are no significant differences, i.e., that all the patterns of dominance are similar. However, the information regarding fauna in the area is generally limited, and the information that exists refers to species of commercial interest, such as mangrove oyster, octopus, snail and shrimp (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1996).

The only existing record containing information on mollusk ecology in the area of Los Petenes is the work of Corbalá (2004); however, some studies of nearby wetlands have been conducted. García-Cubas (1988) described the subsystems of the Términos lagoon as a function of these communities and presented taxonomic results in addition to a distribution of the species in the lagoon. García-Cubas and Reguero (1990) presented a study on the Tupilco-Ostión lagoon system that details the systematic arrangement of the lagoon, the types of nutrition and habitat; González and Torruco (2001) published a study that details the structure of the community of fishes and invertebrates in the Sabancuy estuary. García-Cubas and Reguero (1995) presented results from the Sontecomapan lagoon, and Reguero and García-Cubas (1993) published a study of the Mandinga lagoon in the State of Veracruz; both of these studies included ecological aspects of the malacological communities.

Some of the works on the malacofauna of coastal lagoons in the Los Petenes region are restricted to the gastropoda (Arellano-López *et al.*, 2004; Juárez *et al.*, 2004); others give records of both gastropods and bivalves

et al., 1981; Piña-Arce *et al.*, 1981; García, 1989; Reguero y García-Cubas, 1990a, 1993; Reguero, 1994; García-Cubas y Reguero, 1995; Susan-Tepetlán, 2007, Susan-Tepetlán y Aldana, 2008; Ortíz *et al.*, 2009; Ruíz y López-Portillo, 2014) y otros registraron los moluscos como un grupo en general (Quintana-Molina, 1983; Antolí y García-Cubas, 1985; Flores *et al.*, 1988; Reguero y García-Cubas, 1989, 1990b, 1991; García-Cubas y Reguero, 1990; Granados *et al.*, 1991; Aramburu *et al.*, 1995; Ramírez y Raz-Guzmán, 2001); la mayoría de ellos analizaron de una a tres lagunas con excepción de Reguero (1994), que analizó 11 sistemas: ocho en Veracruz y tres en Tabasco, dos estados colindantes del Golfo de México. El presente trabajo se realiza con el objetivo dual de comparar la fauna malacológica de la reserva de Los Petenes dentro de sus propios hábitats en dos años diferentes y fuera de ellos, con seis lagunas costeras del Estado de Campeche, Tabasco y dos sistemas de Veracruz, ya que por la evidencia de varios trabajos (García-Cubas y Reguero, 1990, 1995), las han considerado como los ecosistemas costeros más diversos para esta fauna.

ÁREA DE ESTUDIO

En 1996, Los Petenes son declarados como Zona Especial de Flora y Fauna Silvestre y Acuática por el estado de Campeche y en 1999 el poder ejecutivo federal la decretó como Reserva de la Biosfera. Está ubicada en los municipios de Campeche de Tenabo, Hecelchakán y Calkiní, es una estrecha franja que se extiende a lo largo de la costa noroeste del estado de Campeche en la península de Yucatán, en México, comprendida entre 20° 51' 30" y 19° 49' 00" N y 90° 45' 15" y 90° 20' 00" O, ocupa una extensión de 3823.96 km² (282.857 ha). Es uno de los humedales costeros en buen estado de conservación en el sureste de México, posee gran valor ecológico (retención, renovación, transformación biogeoquímica de nutrientes y su transferencia al ambiente marino y áreas costeras adyacentes), debido a la alta diversidad que alberga sus diferentes hábitats, a que representan importantes áreas de alimentación, reproducción, descanso, para numerosa fauna tanto residente como migratoria (sitio Ramsar, parte del corredor biológico de numerosas especies) y a que este sistema posee hábitats fragmentados de manera natural y que presentan múltiples interacciones. Algunas especies de flora y fauna son endémicas y parte de ellas están bajo algún estatus de protección a nivel nacional e incluso internacional. Estos sistemas complejos de islas de vegetación, cenotes y

(Antolí, 1979, 1986; Flores *et al.*, 1981; Pineapple-Arce *et al.*, 1981; García, 1989; Reguero and García-Vats, 1990a, 1993; Reguero, (Ortíz *et al.*, 2009; Ruíz and López-Portillo, 2014), and others report mollusks as a group in general (García-Cubas and Reguero, 1995; Quintana-Molina, 1983; Antolí and García-Vats, 1985; Flores *et al.*, 1988; Reguero and García-Vats, 1989, 1990b, 1991; García-Tanks and Reguero, 1990; Granados *et al.*, 1991; Aramburu *et al.*, 1995; Ramirez and Raz-Guzman, 2001). Most of these studies analyzed one to three lagoons, with the exception of Reguero (1994), who analyzed 11 systems: eight in Veracruz and three in Tabasco, two states neighboring the Gulf of Mexico. The present study was conducted with the dual objective of comparing the malacological fauna of the Los Petenes reserve both within their own habitats in two different years and with the fauna of six coastal lagoons of the State of Campeche, Tabasco and two Veracruz systems, as prior evidence from various studies (García-Cubas and Reguero, 1990, 1995) have considered these the most diverse coastal ecosystems for this fauna.

STUDY AREA

In 1996, Los Petenes was declared a Special Zone for Wild Aquatic Flora and Fauna by the state of Campeche, and in 1999 the federal executive decreed it a Biosphere Reserve. Located in the municipalities of Campeche de Tenabo, Hecelchakán and Calkiní, it is a narrow strip extending along the northwest coast of the state of Campeche on the Yucatan peninsula in Mexico between 20° 51' 30" and 19° 49' 00" N and 90° 45' 15" and 90° 20' 00" W and occupies an area of 3823.96 km² (282.857 ha). It is one of the coastal wetlands in good conservation status in southeastern Mexico and has great ecological value (retention, renewal, biogeochemical transformation of nutrients and their transfer to the marine environment and adjacent coastal areas) due to the high diversity hosted by its various habitats. Because this system has habitats that are naturally fragmented and that participate in multiple interactions, the habitats within the Los Petenes reserve represent important areas for feeding, reproduction, and rest for many fauna, both resident and migratory (e.g., the Ramsar site, which forms part of the biological corridor of many species). Some species of flora and fauna are endemic, and some are under protective status at the national and even international levels. Complex systems of vegetation islands, cenotes and water eyes such as those that make up the Los

ojos de agua, sólo se localizan en la península de Yucatán, en Cuba y en la península de Florida, por lo que esta región es considerada como área biogeográfica única a nivel nacional. Cervantes (2007) menciona que la triada: cenotes-petenes-ríos subterráneos son elementos importantes en el balance hídrico y que además originan variaciones en salinidad y pH. Los sitios de muestreo dentro del humedal Los Petenes se presentan en la Figura 1, así como las lagunas costeras que se utilizaron para la comparación de la malacofauna.

Petenes reserve are only found in the Yucatan peninsula, in Cuba and in the Florida peninsula; for this reason, this region is considered a unique biogeographic area at the national level. Cervantes (2007) mentions that the triad formed by cenotes-petenes-underground rivers is an important element in water balance and also causes variations in salinity and pH. The sampling sites within the Los Petenes wetland and the coastal lagoons that were used for the comparison of the malacofauna are presented in Figure 1.

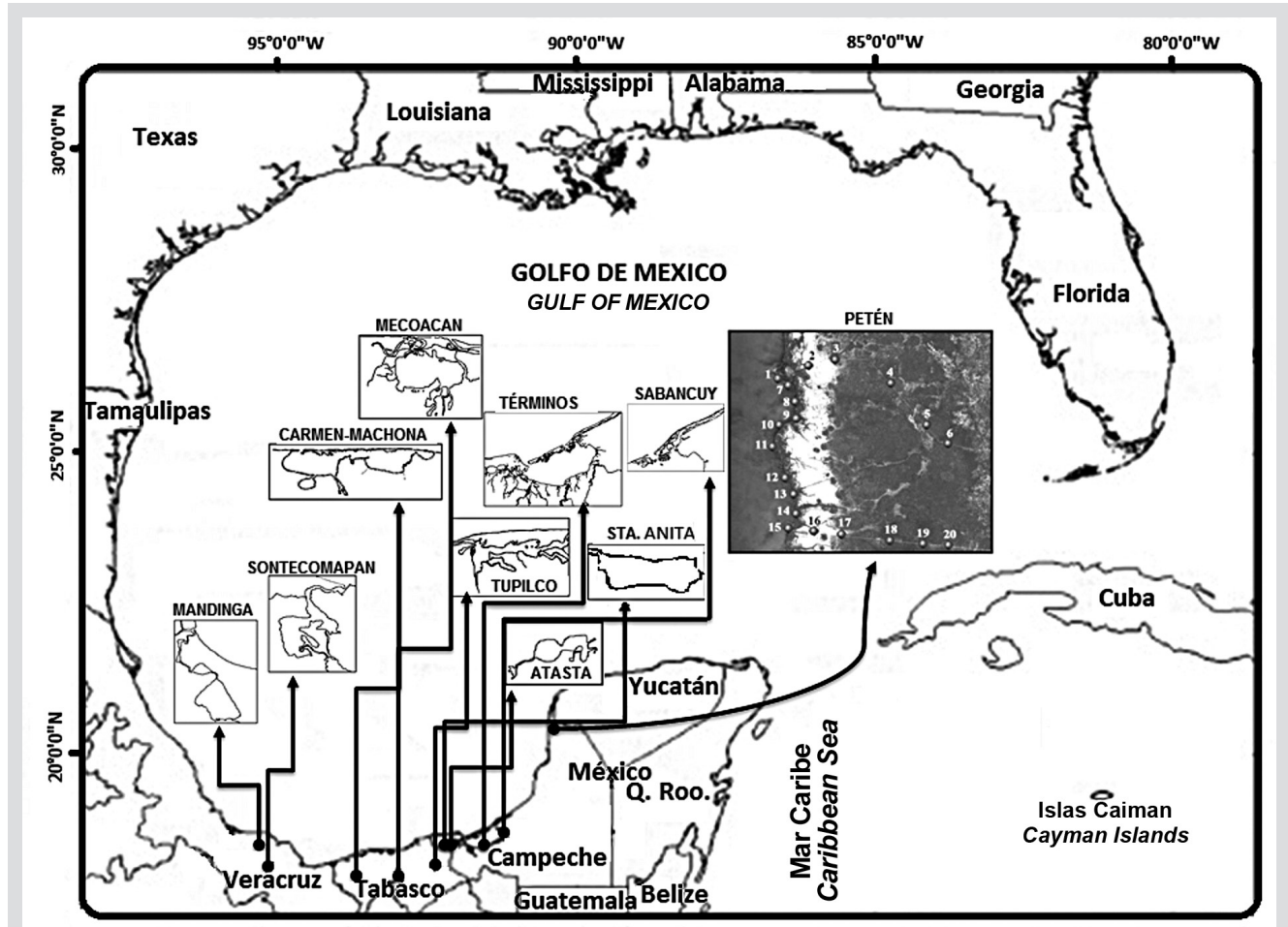


Figura 1. Localización de los sitios de muestreo y de las lagunas costeras en el sureste de México.

Figure 1. Location of sampling sites and coastal lagoons in southeastern Mexico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los organismos fueron muestreados para su análisis cuantitativo en 20 estaciones de manera cuatrimestral en 2014. Los muestreos se efectuaron mediante un nucleador de PVC de 10 cm de diámetro y 15 cm de profundidad, cada muestra tenía tres réplicas. En cada sitio se realizaron

MATERIALS AND METHODS

The organisms were sampled quarterly for quantitative analysis at 20 stations in 2014. Sampling was performed using a PVC core drill of 10 cm diameter and 15 cm depth. Each sample consisted of three replicates. At each site, temperature and pH measurements were made

mediciones de algunos parámetros ambientales (temperatura y pH) empleando una sonda YSI80. Una de las réplicas fue utilizada para determinar las fracciones granulométricas del sedimento que fueron calculadas basándose en el método mecánico de tamizado (Secretaría de Marina, 1990). El contenido de materia orgánica se determinó por la técnica de ignición (Secretaría de Marina, 1990), quemando 3 g de muestra seca. De las otras réplicas, los organismos fueron separados con un tamiz de 1 mm de luz de malla y fueron fijados con una solución de formalina a 10%, se trasladaron en bolsas herméticas de plástico, posteriormente se guardaron en frascos de vidrio etiquetados en una solución preservadora (etanol a 70 % con glicerina a 1 %), finalmente fueron identificados con un microscopio estereoscópico, hasta especie mediante el uso de claves de identificación y libros especializados (Warmke y Abbott, 1961; Andrews, 1971; Abbott, 1974a, 1974b; Ekdale, 1974). Una vez identificados fueron contados y pesados; con ello se conformaron matrices de densidad.

La comparación del número de especies y de la biomasa de cada hábitat identificado para el área de estudio se hizo mediante un análisis de varianza (ANOVA) de una vía; a los datos originales se les aplicó la conversión $\ln(y_i + 1.5)$, para lograr los supuestos de normalidad y homocedasticidad y cuando no se cumplieron los supuestos se usó el ANOVA de Kruskal-Wallis (Marqués de Cantú, 1998). Para determinar cuáles pares de medias son diferentes, se utilizó como prueba a posteriori la Diferencia Significativa Mínima de Fisher (LSD) (Navi, 2006). Para identificar las similitudes de la abundancia y de la biomasa de los diferentes hábitats, se utilizó un análisis basado en el algoritmo de Bray-Curtis y para su distribución espacial un análisis de coordenadas principales (Pielou, 1984).

Bajo el contexto de la comparación de la malacofauna con las lagunas costeras de la región, se seleccionaron ocho lagunas; los datos fueron obtenidos de los siguientes trabajos malacológicos: Laguna de Términos (García-Cubas, 1988), Sabancuy (González y Torruco, 2001), Laguna Tupilco-Ostión (García-Cubas y Reguero, 1990) y Laguna Mecoacán, Carmen-Machona (Susan-Tepetlan, 2007), Sontecomapan (García-Cubas y Reguero, 1995), Mandinga (Reguero y García-Cubas, 1993) y los Petenes (Corbalá, 2004).

Aun cuando algunas lagunas fueron investigadas por diferentes autores y en diferentes años, para la comparación total se seleccionaron ocho, bajo los siguientes criterios: (1) que cubriera un ciclo anual, (2) que el trabajo presentara una tabla de presencia-ausencia y (3) que el número de sitios investigados fuera cercano a 20. Además en esta comparación se utilizaron

using a YSI80 probe. One of the replicates was used to determine the granulometric fraction of the sediment, which was calculated based on the mechanical method of sieving (Secretaría de Marina, 1990). The organic matter content was determined using the ignition technique (Secretaría de Marina, 1990) by burning 3 g of dry sample. From the other replicates, the organisms were separated by passing the collected material through a 1-mm mesh screen. The collected organisms were fixed in 10% formalin solution, transferred to hermetically sealed plastic bags, and stored in labeled glass vials in a preservative solution (Warmke and Abbott, 1961; Andrews, 1971; Abbott, 1974a, 1974b; Ekdale, 1974). Once identified, they were counted and weighed, and density matrices were prepared.

The number of species and the biomass of each habitat identified for the study area were compared by one-way analysis of variance (ANOVA); $\ln(y_i + 1.5)$ transformation was applied to the original data to meet the assumptions of normality and homoscedasticity. When the assumptions were not met, Kruskal-Wallis ANOVA was used (Marqués de Cantú, 1998). To determine which pairs of means differed significantly, Fisher's least significant difference (LSD) post-hoc test was used (Navi, 2006). To identify the similarities in abundance and biomass of the different habitats, an analysis based on the Bray-Curtis algorithm was used, and for spatial distribution, principal coordinate analysis was employed (Pielou, 1984).

For comparison of the malacofauna of the Los Petenes reserve with that of the coastal lagoons of the region, eight lagoons were selected; Términos (García-Cubas, 1988), Sabancuy (González and Torruco, 2001), Tupilco-Ostión (García-Cubas and Reguero, 1990), Mecoacán and Carmen-Machona (Susan-Tepetlan, 2007), Sontecomapan (García-Cubas and Reguero, 1995), Mandinga (Reguero and García-Cubas, 1993) and Los Petenes (Corbalá, 2004).

Although some lagoons were investigated by different authors in different years, for the overall comparison, eight published studies were selected based on the following criteria: (1) the study covered an annual cycle; (2) the work included a presence-absence table; and (3) the number of sites investigated was close to 20. In addition, our own unpublished data for the Atasta and Pom lagoons in Campeche and the Santa Anita lagoon in Tabasco were used for comparison (Figure 1). Given the differences in sampling techniques used in the consulted works, the comparative analysis was based on a presence-

datos propios no publicados de la laguna de Atasta y Pom en Campeche y de la laguna de Santa Anita en Tabasco (Figura 1). Dada las diferencias de técnicas de muestreo empleadas en cada uno de los trabajos consultados, el análisis comparativo realizado fue basado en una matriz de presencia-ausencia, que incluyó a las localidades mencionadas y a los datos obtenidos por este trabajo en Los Petenes. Así mismo se utilizó el Índice del Valor de Importancia (IVI), que resume la proporción de cada especie en razón a su abundancia relativa, su frecuencia relativa y su biomasa relativa (Curtis y MacIntosh, 1951).

RESULTADOS

La temperatura tuvo un promedio de 26.9 °C y el pH de 8.7 al año. Se registraron valores de materia orgánica entre 0.21 a 1.24 g lo que equivale a 7.96 hasta 71.12 % en peso seco (Figura 2A), respectivamente. En la proporción granulométrica, en la mayoría de las estaciones predominó la arena; el limo y la arcilla presentaron valores más bajos (Figura 2B). Durante el muestreo se identificaron seis diferentes hábitats: zona marina, blanquizal, popal-tular, manglar, petén y canales de mangle, colectando un total de 175 especies con 12850 individuos.

absence matrix, which included the mentioned localities and the data obtained in Los Petenes in the present study. Likewise, the Importance Value Index (IVI), which summarizes the proportion of each species in relation to its relative abundance, relative frequency and relative biomass (Curtis and MacIntosh, 1951), was used.

RESULTS

Over the course of the year, the temperature averaged 26.9 °C, and the pH of the sampled material averaged 8.7. Organic matter values ranging from 0.21 to 1.24 g were recorded, corresponding to 7.96% to 71.12% dry weight (Figure 2A), respectively. In the majority of the stations, sand made up the highest granulometric proportion; silt and clay had lower values (Figure 2B). During the sampling, six different habitats were identified: marine, blanquizal, popal-tular, mangrove, petén and mangrove canals. A total of 175 species and 12,850 individuals were collected.

The analysis of species richness by habitat was performed by means of a non-parametric test. Given that

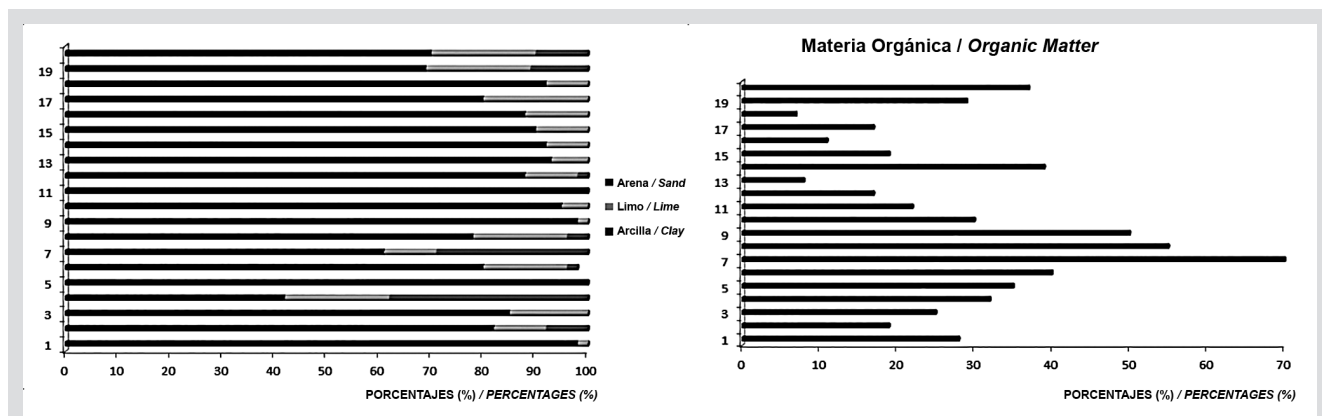


Figura 2. Composición granulométrica y de materia orgánica de los sitios estudiados en la RB Los Petenes.

Figure 2. Granulometric composition and organic matter content of the sites studied in the Los Petenes Biosphere Reserve.

El análisis de Riqueza de Especies por hábitat fue necesario efectuarlo mediante una prueba no paramétrica dado que no se cumplían los supuestos que permiten el análisis de varianza. Se decidió usar el ANOVA por ámbitos de Kruskal-Wallis en esta se obtuvo una $p > 0.05$, donde se asume que no hay diferencias significativas entre los diversos hábitats analizados (Tabla 1).

El mangle, los canales de mangle y la zona marina son las que tienen mayores variaciones en su desviación

the assumptions for analysis of variance were not met, it was decided to use the Kruskal-Wallis ranked ANOVA; when $p > 0.05$ was obtained, it was assumed that there were no significant differences between the different habitats analyzed (Table 1).

Mangrove, mangrove canals and marine zone showed the greatest variation in the standard deviation of species richness and mollusk biomass, whereas petén, popal and blanquizal showed little variation (Fig. 3A). The marine

estándar, mientras que el petén, el popal y blanquizal tienen escasa variación (Fig. 3A). La zona marina, el popal-tular y el blanquizal tienen una biomasa similar y superior al petén, manglar y canales de manglar de borde (Figura 3B).

zone, popal-tular and blanquizal have similar biomass, greater than that of petén, mangrove and mangrove canals (Figure 3B).

Tabla 1. ANOVA por ámbitos de Kruskal-Wallis de la riqueza de especies en la RB Los Petenes.

Table 1. Kruskal-Wallis ranked ANOVA of species richness in Los Petenes.

Variable Independiente : HÁBITAT / Independent Variable: HABITAT			
Prueba de Kruskal-Wallis / Kruskal-Wallis test : $H(5, N=20) = 7.358410$ $p = 0.1954$			
	Código / Code	No. Valido / No. Valid	Suma de Rangos / Ranked Sum
Zona marina / Marine area	100	4	60
Blanquizal	101	4	51
Popal-Tular	102	4	68.5
Manglar /Mangrove swamp	103	4	45.5
Peten	104	4	20
Canal de mangle /Mangrove canal	105	4	5

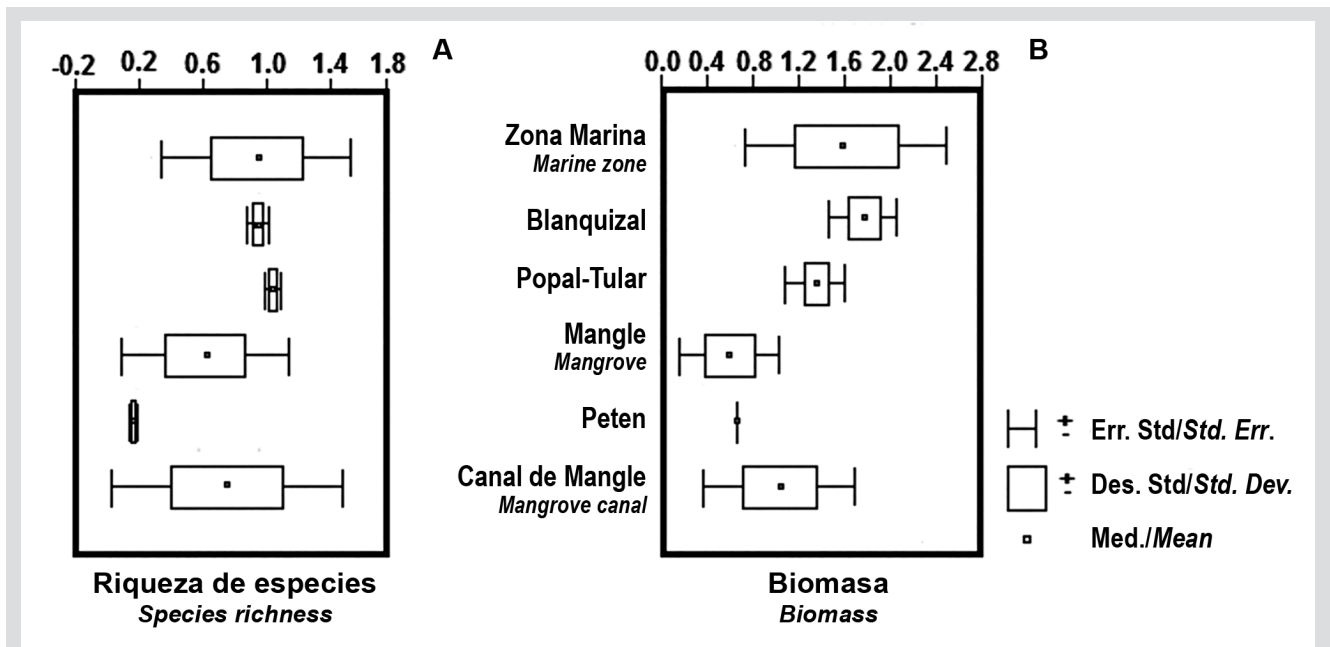


Figura 3. Estadísticas básicas de la riqueza de especies y la biomasa de los moluscos en los diferentes hábitats de la RB Los Petenes.

Figure 3. Basic statistics of species richness and mollusk biomass in the different habitats of the Los Petenes Biosphere Reserve.

Del análisis de varianza ($p < 0.05$) usado para estudiar la biomasa por hábitats, se concluye que por lo menos un hábitat es significativamente diferente a los demás (Tabla 2), por lo cual se procedió a ejecutar un análisis a-posteriori, que demuestra que la biomasa en la zona marina es significativamente diferente al manglar y al petén, que el blanquizal es diferente al petén y que el popal es diferente al petén (Tabla 3).

From the analysis of variance ($p < 0.05$) used to study biomass by habitats, we conclude that at least one habitat is significantly different from the others (Table 2). Therefore, a post-hoc test was performed. The results show that the biomass in the marine zone is significantly different from that in the mangrove and the petén, that the blanquizal biomass is different from that of the petén and that the popal biomass is different from that of the petén (Table 3).

Tabla 2. ANOVA de la biomasa en la RB Los Petenes.

1-HÁBITAT						
	GI	MS	gl	MS		
	Efecto / Effect	Efecto / Effect	Error	Error	F	valor de p/ p Value
1	5	0.95112429	18	0.30509612	3.11745834	0.03361139

Table 2. ANOVA of the biomass in the Los Petenes Biosphere Reserve

Tabla 3. Prueba LSD para la biomasa de los moluscos en la RB Los Petenes. (*valores estadísticamente significativos P < 0.005)

Probabilidades para pruebas a posteriori / Probabilities for post-hoc tests						
Efecto Principal/ Main Effect: HÁBITAT						
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
{1}Zona Marina / Marine Area	1					
{2}Blanquizal	0.899	1				
{3}Popal-Tular	0.680	0.774	1			
{4}Manglar /Mangrove swamp	0.030*	0.039*	0.069	1		
{5}Peten	0.008*	0.011*	0.021*	0.559	1	
{6}Canal de mangle /Mangrove canal	0.106	0.133	0.217	0.522	0.228	1

Table 3. LSD test for the biomass of mollusks in the Los Petenes Biosphere Reserve. (*indicates statistically significant values at p < 0.005.)

La similitud de hábitats con respecto a la abundancia une fuertemente la zona marina con el blanquizal, a esta asociación, se unen posteriormente el popal-tular y los canales de mangle; otra unión intensa la presenta el peten y el manglar (Figura 4A). La biomasa presenta un esquema diferente, la zona del popal-tular y el blanquizal se unen robustamente, así como la zona marina y los canales de mangle, los petenes y el manglar se unen posteriormente a esos grupos (Figura 4B).

Comparación con las lagunas costeras.

Aun cuando la dominancia en los gasterópodos no es muy alta, tres especies son las más dominantes (1.7% del total de las especies): *Bulla striata* Bruguière, *Cerithideopsis pliculosa* (Menke) y *Neritina virginea* (Linnaeus). Para los bivalvos dos especies son las más dominantes (2.6%): *Chione cancellata* (Linnaeus) y *Mercenaria campechiensis* (Gmelin) (Tabla 4).

Los valores más altos de riqueza específica de gasterópodos se presentaron en Los Petenes y en la laguna de Términos con 118 y 94 especies, respectivamente. Con los bivalvos, Términos presentó 75 especies mientras que en Los Petenes fue de 57 (Tabla 5). La mayor diversidad para los gasterópodos la presentó Los Petenes (6.88 beles/ind.), no obstante, otras localidades también alcanzaron valores altos (6.55 beles/ind. en Términos). Para los bivalvos, la diversidad más alta se presentó en Términos (6.2 beles/ind.), Los Petenes presentaron una diversidad de 5.8 beles/ind. (Tabla 5).

With respect to the abundance of mollusks, the marine zone and the blanquizal habitat are very similar; the popal-tular and mangrove canal habitats also share in this association, and another strong similarity is presented by the peten and the mangrove (Figure 4A). The biomass shows a different pattern in which the popal-tular and blanquizal areas are tightly joined, as are the marine zone and the mangrove canals; the petenes and the mangrove are later joined to these groups (Figure 4B).

Comparison with coastal lagoons

Although dominance in the gastropods is not very high, three species, representing 1.7% of all species, are the most dominant: *Bulla striata* Bruguière, *Cerithideopsis pliculosa* (Menke) and *Neritina virginea* (Linnaeus). Among bivalves, two species, representing 2.6% of all species, are the most dominant: *Chione cancellata* (Linnaeus) and *Mercenaria campechiensis* (Gmelin) (Table 4).

The highest species richness among gastropods was found in Los Petenes and in Términos, with 118 and 94 species, respectively. Términos presented 75 species of bivalves, whereas Los Petenes contained 57 (Table 5). Among gastropods, the greatest diversity was found in Los Petenes (6.88 beles/ind.); however, other localities also reached high values (6.55 beles/ind. in Términos). For bivalves, the highest diversity was found in Términos (6.2 beles/ind.); Los Petenes had a diversity of 5.8 beles/ind. (Table 5).

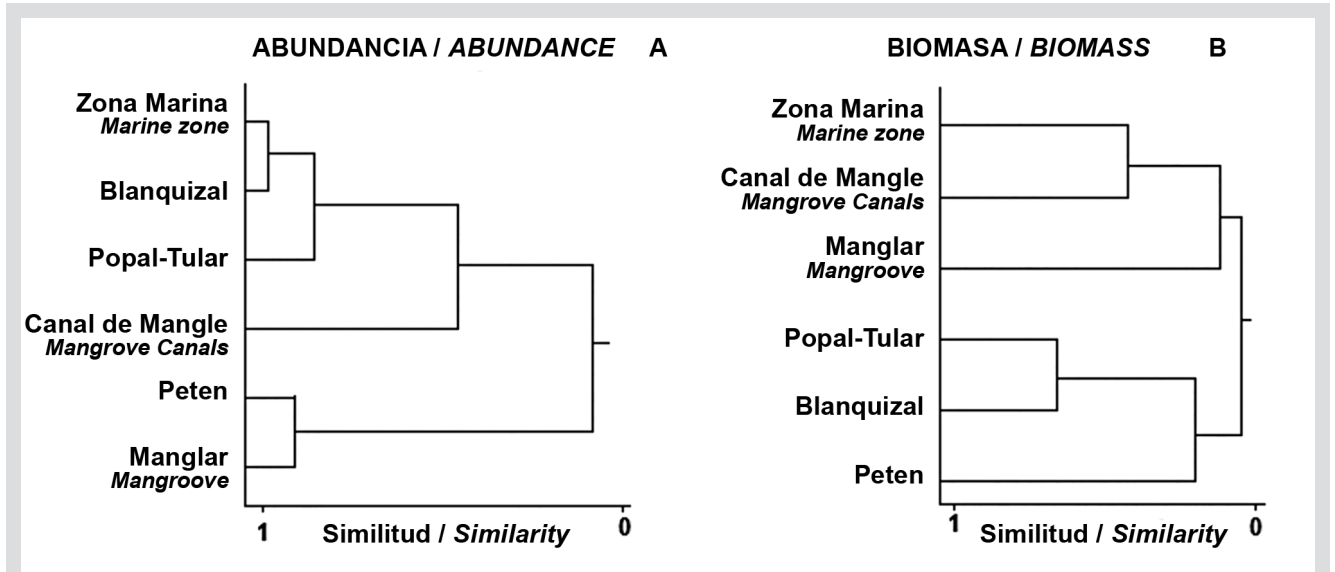


Figura 4. Ensamblajes de la abundancia y la biomasa de moluscos en los diferentes hábitats de la RB Los Petenes. La figura de la abundancia muestra las relaciones intensas que posee la zona marina, el blanquizal y el popal-tular por un lado y el peten y el manglar por el otro. En la biomasa las asociaciones son más laxas.

Figure 4. Assemblages of mollusk abundance and biomass in various habitats of the Los Petenes Biosphere Reserve. The figure indicating abundance shows strong relationships among the marine zone, blanquizal and popal-tular and between peten and mangrove. For biomass, the associations are weaker.

Tabla 4. Dominancia dada por el índice del valor de importancia (IVI) de las especies en los sistemas lagunares y petenes.

Table 4. Dominance given by the importance value index (IVI) of the species in the lagoon and petenes systems.

Especies / Species	IVI		IVI
GASTERÓPODOS / GASTEROPODS		CONTINUACIÓN / CONTINUATION	
<i>Bulla striata</i>	1.6805	<i>Crucibulum auricula</i>	0.42
<i>Cerithideopsis pliculosa</i>	1.6805	<i>Thaleia nisonis</i>	0.42
<i>Neritina virginea</i>	1.6805	<i>Cyclostremiscus beauii</i>	0.42
<i>Nassarius acutus</i>	1.2605	<i>Americoliva sayana</i>	0.42
<i>Phrontis vibex</i>	1.2605	<i>Tornus schrammii</i>	0.42
<i>Crepidula plana</i>	1.2605	<i>Olivella nivea</i>	0.42
<i>Prunum labiatum</i>	1.2605	<i>Blauneria heteroclita</i>	0.42
<i>Columbella mercatoria</i>	1.0505	<i>Acteon delicatus</i>	0.42
<i>Cerithidea varicosa</i>	1.0505	<i>Engina turbinella</i>	0.42
<i>Diodora cayenensis</i>	1.0505	<i>Pomacea flagellata</i>	0.42
<i>Melampus coffea</i>	1.0505	<i>Pyrgocythara plicosa</i>	0.42
<i>Melongena corona</i>	1.0505	<i>Recluzia rollandiana</i>	0.42
<i>Melongena melongena</i>	1.0505	<i>Rissoella caribaea</i>	0.42
<i>Cerithium eburneum</i>	1.0505	<i>Rissoella galba</i>	0.42
<i>Cerithium lutosum</i>	1.0505	<i>Schwartzella bakeri</i>	0.42
<i>Neritina usnea</i>	1.0505	<i>Japonactaeon punctostriatus</i>	0.42
<i>Lampanella minima</i>	1.0505	<i>Phosinella cancellata</i>	0.42
<i>Seila adamsii</i>	1.0505	<i>Zebinella striosa</i>	0.42
<i>Smaragdia viridis</i>	1.0505	<i>Sayella crosseana</i>	0.42
<i>Tegula fasciata</i>	1.0505	<i>Sayella hemphilli</i>	0.42
<i>Bittium varium</i>	1.0505	<i>Cerithium litteratum</i>	0.42

Especies / Species	IVI		IVI
<i>Pilsbryspira leucozyma</i>	1.0505	<i>Siphonaria pectinata</i>	0.42
<i>Boonea impressa</i>	1.0505	<i>Epitonium multistriatum</i>	0.42
<i>Caecum circumvolutum</i>	0.8405	<i>Cinctura lilium</i>	0.42
<i>Acteocina canaliculata</i>	0.8405	<i>Solariorbis semipunctus</i>	0.42
<i>Cerithiopsis greeni</i>	0.8405	<i>Spiroglyphus annulatus</i>	0.42
<i>Astyris lunata</i>	0.8405	<i>Mioceras cornucopiae</i>	0.42
<i>Crepidula convexa</i>	0.8405	<i>Strombus pugilis</i>	0.42
<i>Crepidula fornicata</i>	0.8405	<i>Tegula excavata</i>	0.42
<i>Alvania auberiana</i>	0.8405	<i>Ficus ficus</i>	0.42
<i>Cyclostremella humilis</i>	0.8405	<i>Haminoea succinea</i>	0.42
<i>Cerithium guinaicum</i>	0.8405	<i>Teinostoma reclusum</i>	0.42
<i>Fasciolaria tulipa</i>	0.8405	<i>Teinostoma parvicallum</i>	0.42
<i>Texadina sphinctostoma</i>	0.8405	<i>Terebra dislocata</i>	0.42
<i>Truncatella caribaeensis</i>	0.8405	<i>Stramonita haemastoma</i>	0.42
<i>Truncatella pulchella</i>	0.8405	<i>Haplocochlias swifteii</i>	0.42
<i>Turbinella angulata</i>	0.8405	<i>Bivetopsia rugosa</i>	0.42
<i>Prunum apicinum</i>	0.8405	<i>Trigonostoma tenerum</i>	0.42
<i>Engoniophos unicinctus</i>	0.6305	<i>Henrya goldmani</i>	0.42
<i>Epitonium albidum</i>	0.6305	<i>Cerithium muscarum</i>	0.42
<i>Assimineea succinea</i>	0.6305	<i>Truncatella scalaris</i>	0.42
<i>Ecrobia truncata</i>	0.6305	<i>Kurtziella atrostyla</i>	0.42
<i>Cerithium atratum</i>	0.6305	<i>Kurtziella cerina</i>	0.42
<i>Amaea mitchelli</i>	0.6305	<i>Turbonilla hemphilli</i>	0.42
<i>Melampus monile</i>	0.6305	<i>Turbonilla virga</i>	0.42
<i>Costoanachis avara</i>	0.6305	<i>Vokesinotus perrugatus</i>	0.42
<i>Busycon contrarium</i>	0.6305	<i>Kurtziella limonitella</i>	0.42
<i>Caecum floridanum</i>	0.6305	<i>Echinolittorina lineolata</i>	0.42
<i>Mioceras nitidum</i>	0.6305	<i>Vexillum sp.</i>	0.42
<i>Modulus modulus</i>	0.6305	<i>Vitrinella helicoidea</i>	0.42
<i>Conus anabathrum</i>	0.6305	<i>Episcynia multicarinata</i>	0.42
<i>Phrontis alba</i>	0.6305	<i>Echinolittorina mespillum</i>	0.42
<i>Bostrycapulus aculeatus</i>	0.6305	<i>Cerithium sp.</i>	0.21
<i>Caecum pulchellum</i>	0.6305	<i>Gyroscala rupicola</i>	0.21
<i>Costoanachis simplicata</i>	0.6305	<i>Hemiliostraca auricincta</i>	0.21
<i>Eulimastoma weberi</i>	0.6305	<i>Melanella conoidea</i>	0.21
<i>Olivella minuta</i>	0.6305	<i>Lobatus costatus</i>	0.21
<i>Phos candei</i>	0.6305	<i>Cinctura hunteria</i>	0.21
<i>Triplofusus papillosus</i>	0.6305	<i>Gemophos tinctus</i>	0.21
<i>Neverita duplicata</i>	0.6305	<i>Caecum johnsoni</i>	0.21
<i>Schwartziella bryerea</i>	0.6305	<i>Teinostoma lerema</i>	0.21
<i>Crepidula maculosa</i>	0.6305	<i>Finella dubia</i>	0.21
<i>Antillophos candei</i>	0.6305	<i>Parvanachis obesa</i>	0.21
<i>Solariorbis infracarinatus</i>	0.6305	<i>Cyclostremiscus jeannae</i>	0.21
<i>Strombus alatus</i>	0.6305	<i>Tonna pennata</i>	0.21

Especies / Species	IVI		IVI
<i>Cerithideopsis scalariformis</i>	0.6305	<i>Longchaesus suturalis</i>	0.21
<i>Teinostoma biscaynense</i>	0.6305	<i>Eulithidium thalassicola</i>	0.21
<i>Eulithidium affine</i>	0.6305	<i>Sayella fusca</i>	0.21
<i>Cyclostremiscus pentagonus</i>	0.6305	<i>Hexaplex fulvescens</i>	0.21
<i>Retilaskeya emersoni</i>	0.6305	<i>Triphora melantera</i>	0.21
<i>Turbonilla interrupta</i>	0.6305	<i>Marshallora nigrocincta</i>	0.21
<i>Utriculastra bullata</i>	0.6305	<i>Heliacus bisulcatus</i>	0.21
<i>Vermicularia knorrii</i>	0.6305	<i>Busycon spiratum</i>	0.21
<i>Zebina browniana</i>	0.6305	<i>Conasprella jaspidea</i>	0.21
<i>Phyllonotus pomum</i>	0.6305	<i>Cyclostremiscus suppressus</i>	0.21
<i>Meioceras cubitatum</i>	0.42	<i>Turbonilla nesiotus</i>	0.21
<i>Cingula floridanus</i>	0.42	<i>Turbonilla aequalis</i>	0.21
<i>Alaba incerta</i>	0.42	<i>Astrea tecta americana</i>	0.21
<i>Melanella polita</i>	0.42	<i>Sinistrofulgur perversum</i>	0.21
<i>Arene venustula</i>	0.42	<i>Schwartziella catesbyana</i>	0.21
<i>Crassispira cubana</i>	0.42	<i>Utriculastra candei</i>	0.21
<i>Acteocina bullata</i>	0.42	<i>Nerita fulgurans</i>	0.21
<i>Astarte globula</i>	0.42	<i>Diodora jaumei</i>	0.21
<i>Cantharus multangulus</i>	0.42	<i>Vasum muricatum</i>	0.21
<i>Morum oniscus</i>	0.42	<i>Vermicularia fargoii</i>	0.21
<i>Cerithideopsis costata</i>	0.42	<i>Cantharus tinta</i>	0.21
<i>Alvania precipitata</i>	0.42	<i>Echinolittorina ziczac</i>	0.21
<i>Benthonella tenella</i>	0.42	<i>Vitrinella floridana</i>	0.21
<i>Natica livida</i>	0.42	<i>Atys riiseanus</i>	0.21
<i>Tectonatica pusilla</i>	0.42	<i>Lucapina sowerbii</i>	0.21
<i>Nerita tessellata</i>	0.42	<i>Cotonopsis lafresnayi</i>	0.21
<i>Nerita versicolor</i>	0.42	TOTAL	99.99
BIVALVOS / BIVALVES			
	IVI	CONTINUACIÓN / CONTINUATION	
<i>Chione cancellata</i>	2.6145	<i>Diplodonta semiaspera</i>	0.6535
<i>Mercenaria campechiensis</i>	2.6145	<i>Donax variabilis</i>	0.6535
<i>Phacoides pectinatus</i>	2.2875	<i>Parastarte triquetra</i>	0.6535
<i>Anomalocardia puella</i>	2.2875	<i>Chione clenchi</i>	0.6535
<i>Tagelus plebeius</i>	2.2875	<i>Kalolophus speciosus</i>	0.6535
<i>Dallocardia muricata</i>	2.2875	<i>Anadara chemnitzii</i>	0.6535
<i>Rangia cuneata</i>	1.961	<i>Clathrolucina costata</i>	0.6535
<i>Tagelus divinus</i>	1.961	<i>Arcinella cornuta</i>	0.6535
<i>Brachidontes exustus</i>	1.961	<i>Strigilla pisiformis</i>	0.6535
<i>Eurytellina alternata</i>	1.961	<i>Arcopsis adamsi</i>	0.6535
<i>Isognomon alatus</i>	1.961	<i>Limaria pellucida</i>	0.6535
<i>Austromacoma constricta</i>	1.634	<i>Leiosolenus bisulcatus</i>	0.6535
<i>Crassostrea virginica</i>	1.634	<i>Eurytellina angulosa</i>	0.6535
<i>Mytilopsis leucophaeata</i>	1.634	<i>Laciolina laevigata</i>	0.6535
<i>Ischadium recurvum</i>	1.634	<i>Eurytellina lineata</i>	0.6535

Species / Species	IVI		IVI
<i>Brachidontes modiolus</i>	1.307	<i>Ameritella sybaritica</i>	0.6535
<i>Psammotreta brevifrons</i>	1.307	<i>Atrina rigida</i>	0.6535
<i>Lunarca ovalis</i>	1.307	<i>Crassinella martinicensis</i>	0.6535
<i>Megapitaria maculata</i>	1.307	<i>Parvilucina crenella</i>	0-6535
<i>Codakia orbicularis</i>	1.307	<i>Tucetona pectinata</i>	0.327
<i>Mulinia lateralis</i>	1.307	<i>Mathilda yucatecana</i>	0.327
<i>Arca imbricata</i>	1.307	<i>Chione grus</i>	0.327
<i>Dinocardium robustum</i>	1.307	<i>Kelliopsis texasiana</i>	0.327
<i>Rangia flexuosa</i>	1.307	<i>Isognomon bicolor</i>	0.327
<i>Diplodonta punctata</i>	1.307	<i>Laemodonta cubensis</i>	0.327
<i>Arca zebra</i>	1.307	<i>Cumingia tellinoides</i>	0.327
<i>Anodontia alba</i>	1.307	<i>Mysella planulata</i>	0.327
<i>Trachycardium isocardia</i>	1.307	<i>Noetia ponderosa</i>	0.327
<i>Fulvia laevigata</i>	1.307	<i>Lirophora paphia</i>	0.327
<i>Martesia striata</i>	1.307	<i>Ostrea stentina</i>	0.327
<i>Anomia simplex</i>	0.9805	<i>Lampsilis tampicoensis</i>	0.327
<i>Macoploma tenta</i>	0.9805	<i>Cyrenoida floridana</i>	0.327
<i>Cyclinella tenuis</i>	0.9805	<i>Lamelliconcha circinata</i>	0.327
<i>Cyrtopleura costata</i>	0.9805	<i>Linga pensilvanica</i>	0.327
<i>Modiolus americanus</i>	0.9805	<i>Polymesoda caroliniana</i>	0.327
<i>Atrina seminuda</i>	0.9805	<i>Polymesoda floridana</i>	0.327
<i>Chione intrapurpurea</i>	0.9805	<i>Psammotreta intastriata</i>	0.327
<i>Nuculana acuta</i>	0.9805	<i>Lioberus castaneus</i>	0.327
<i>Pinctada imbricata</i>	0.9805	<i>Abra lioica</i>	0.327
<i>Plicatula gibbosa</i>	0.9805	<i>Semele purpurascens</i>	0.327
<i>Dosinia elegans</i>	0.9805	<i>Sphenia fragilis</i>	0.327
<i>Anadara secticostata</i>	0.9805	<i>Lucinisca nassula</i>	0.327
<i>Semele proficua</i>	0.9805	<i>Arcuatula papyria</i>	0.327
<i>Caryocorbula contracta</i>	0.9805	<i>Lucina pensylvanica</i>	0.327
<i>Caryocorbula swiftiana</i>	0.9805	<i>Tellidora cristata</i>	0.327
<i>Laevicardium mortoni</i>	0.9805	<i>Callucina keenae</i>	0.327
<i>Crassinella lunulata</i>	0.9805	<i>Lindapecten muscosus</i>	0.327
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	0.9805	<i>Caryocorbula dietziana</i>	0.327
<i>Abra aequalis</i>	0.6535	<i>Donax texasianus</i>	0.327
<i>Ameritella mitchelli</i>	0.6535	<i>Serratina martinicensis</i>	0.327
<i>Macoploma tageliformis</i>	0.6535	<i>Eurytellina punicea</i>	0.327
<i>Atrina serrata</i>	0.6535	<i>Chama macerophylla</i>	0.327
<i>Anomalocardia flexuosa</i>	0.6535	<i>Tivela trigonella</i>	0.327
<i>Martesia cuneiformis</i>	0.6535	<i>Pegophysema philippiana</i>	0.327
<i>Americardia guppyi</i>	0.6535	<i>Barbatia candida</i>	0.327
<i>Cardites floridanus</i>	0.6535	<i>Transennella cubaniana</i>	0.327
<i>Chama congregata</i>	0.6535	TOTAL	100
<i>Anadara transversa</i>	0.6535		
<i>Musculus lateralis</i>	0.6535		
<i>Glycymeris americana</i>	0.327		

Tabla 5. Valores de riqueza de especies y diversidad, en las localidades analizadas.

Table 5. Species richness and diversity in the analyzed sites.

Estado/ State	Sitios/ Sites	Riqueza de especies Species Richness	Índice de Shannon-Wiener Shannon-Wiener Index
		S	H'
Gasterópodos		Gasteropods	
Veracruz	Mandinga	20	4.322
Veracruz	Sontecomapan	20	4.322
Tabasco	Laguna Mecoacan, Carmen y Machona	17	4.087
Tabasco	Tupilco-Ostión	30	4.907
Tabasco	Santa Anita	39	5.285
Campeche	Atasta y Pom	29	4.858
Campeche	Términos	94	6.555
Campeche	Sabancuy	28	4.807
Campeche	Petenes	81	6.340
Campeche	Petenes*	118	6.883
	TOTAL	189	7.365
Bivalvos		Bivalves	
Veracruz	Mandinga	12	3.585
Veracruz	Sontecomapan	39	5.285
Tabasco	Laguna Mecoacan, Carmen y Machona	12	3.585
Tabasco	Tupilco-Ostión	32	5.000
Tabasco	Santa Anita	26	4.700
Campeche	Atasta y Pom	12	3.585
Campeche	Términos	75	6.229
Campeche	Sabancuy	15	3.907
Campeche	Petenes	26	4.700
Campeche	Petenes*	57	5.833
	TOTAL	118	6.588

* Este trabajo / This Work

El análisis de conglomerados muestra una asociación fuerte entre Atasta y Pom y Sabancuy, así como de Mecoacán, Carmen y Machona con Sontecomapan, Los Petenes muestran una alta similitud. La laguna de Términos y Tupilco_Ostión, se unen a los demás con valores bajos de similitud (Figura 5A). Los bivalvos muestran cuatro fuertes ensamblajes: Atasta y Pom con Sabancuy, Mecoacán, Carmen y Machona con Mandinga, Sontecomapan y Tupilco_Ostión y este trabajo con la Laguna de Términos (Figura 5B).

DISCUSIÓN

La discusión se centró en dos enfoques: la primera sobre la comparación de los diferentes ambientes que presentan Los Petenes, y la segunda sobre la comparación

The cluster analysis shows a strong association between Atasta and Pom and Sabancuy as well as among Mecoacán, Carmen and Machona; Sontecomapan and Los Petenes show high similarity. Términos and Tupilco-Ostión show low values of similarity to the other sites (Figure 5A). The bivalves show four strong assemblages: Atasta and Pom with Sabancuy, Mecoacán, Carmen and Machona with Mandinga, Sontecomapan with Tupilco-Ostión and Petenes with Términos (Figure 5B).

DISCUSSION

This discussion focuses on two approaches: in the first one, the approach the different environments presented by the Petenes are compared, whereas the second approach

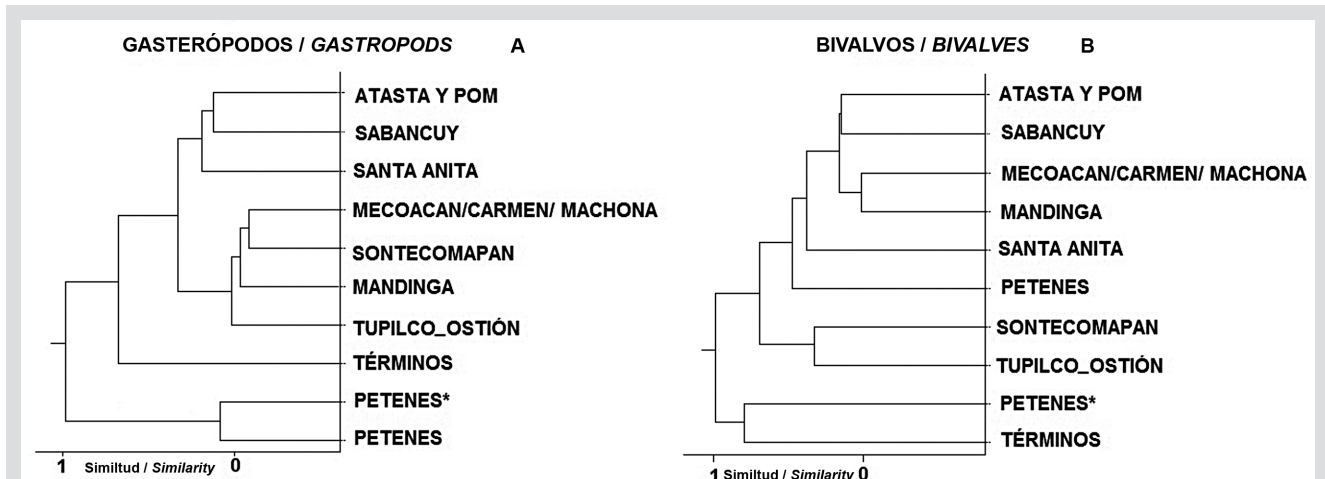


Figura 5. Ensamblajes de los diferentes ecosistemas en el sureste de México con la fauna de moluscos como descriptor. Se forman grupos de sitios; no obstante con los gasterópodos, tanto los Petenes como Términos se unen a las demás lagunas hasta similitudes muy bajas, denotando su identidad. Los bivalvos muestran asociaciones pareadas donde Términos y Petenes se unen pero con similitudes bajas.

Figure 5. Assemblages of the different ecosystems in the southeast of Mexico using mollusk fauna as the descriptor. Groups of sites are formed; however, with respect to gastropods, both Petenes and Términos have very low similarity to other lagoons, denoting their identity. Bivalves show paired associations, whereas Términos and Petenes are grouped together but with low similarity.

entre Los Petenes como un sistema y las ocho lagunas costeras de los estados colindantes.

Los Petenes

La Reserva de la Biosfera Los Petenes es un sistema de humedales integrado por distintos ambientes con características propias que los hace diferentes entre sí, pero estrechamente relacionados por las características hidrológicas que imperan en el área (Rico-Gray, 1982; Duran, 1995; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1997). Los valores de temperatura y pH encontrados están dentro de los intervalos registrados por la CONANP (2006) para la Reserva. De conformidad con sus características, el sistema se puede ordenar en seis clases, que corresponden a ambientes diferentes que, a pesar de su estrecha relación con los demás, es suficiente para distinguirse de los otros y se puede esperar que tenga atributos propios, como diferencias en la estructura de sus comunidades así como en sus variables ambientales y ecológicas. Aún cuando los factores ambientales (temperatura, pH y sedimentología), registrados en cada hábitat no presenten diferencias palpables, ya que la mayoría son ambientes arenosos; la materia orgánica muestra cierta heterogeneidad. Si bien no existen diferencias significativas con respecto a la abundancia registrada en cada hábitat, sí existen diferencias en las biomásas de los Petenes y del manglar, lo cual se ve reflejado en la prueba LSD, un resultado semejante fue registrado por Corbalá (2004).

compares the Petenes as a system with the eight coastal lagoons of the neighboring states.

Los Petenes

The Los Petenes Biosphere Reserve is a system of wetlands made up of different environments, each of which has its own individual characteristics that differentiate it from the others despite the fact that all of these environments are closely related by the hydrological characteristics that prevail in the area (Rico-Gray, 1982; Duran, 1995; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1997). The values of temperature and pH found in the Los Petenes Biosphere Reserve in this study are within the ranges reported by CONANP (2006) for the Reserve. According to its characteristics, the system can be divided into six classes that correspond to different environments. Despite their close relationship to each other, these environments can be distinguished from each other, and each is expected to have its own attributes, including differences in the structure of its resident communities as well as in its environmental and ecological variables. This is true even when the environmental factors (temperature, pH and sedimentology) observed in each habitat do not show noticeable differences because the majority are sandy environments and the organic matter shows some heterogeneity. Although no significant differences in mollusk abundance were recorded in the different habitats, there are differences in the mollusk biomass found in the Petenes and mangrove habitats, and these differences are

El análisis de similitud de hábitats define con mayor precisión las relaciones que existen entre los diferentes hábitats con la abundancia, la zona marina y el blanquizal se unen estrechamente debido a la gran cantidad de individuos presentes en estos ambientes; mientras que el manglar y el peten se unen por la baja abundancia. Sin embargo, la biomasa une con fuerza al popal-tular y al blanquizal, ambos hábitats presentaron organismos de tamaño medio; mientras que la zona marina y los canales de mangle se unieron por el gran tamaño de sus ejemplares. Posiblemente esta asociación esté presentada por las diferencias encontradas en la distribución de la materia orgánica, que es la fuente alimenticia de muchas especies de este grupo. A pesar de que algunos autores (Wiseman y Sturges, 1999; CONANP, 2006) mencionan la diferencia de épocas (sequía y lluvias) a lo largo del año, no se encontraron diferencias probablemente por la periodicidad de los muestreos.

Comparación con las lagunas

En la comparación con los otros sistemas y con él mismo a través del tiempo, Los Petenes en su conjunto visto como una unidad resultó tener mayor cantidad de especies de moluscos que los otros humedales analizados. El sistema lagunar que más se le acerca es la laguna de Términos y el propio Petén en años anteriores. El análisis de varianza de Kruskal-Wallis, usado como estadístico de prueba, demostró que entre los distintos ecosistemas existen diferencias significativas entre las medias del número de especies ($X^2_{9,1-0.05}$).

Para los gasterópodos las tres especies con mayor dominancia fueron *Bulla striata*, *Cerithideopsis pliculosa* y *Neritina virginea*, lo cual concuerda con lo registrado por García (1989) para la Laguna Camaronera en Alvarado (Veracruz), otras especies abundantes fueron *Texadina sphinctosoma* y *Cingula floridanus*. Reguero y García-Cubas (1989, 1990b), para la misma laguna, registran como dominantes a *Rangia flexuosa*, *Neritina reclinata*, *Mulinia lateralis* y *Texadina sphinctostoma*, posteriormente estos mismos autores (1991), registran a *Diastoma varium* como dominante.

Son registradas como dominantes para el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, *C. pliculosa*, *Retusa candei* y *Texadina sphinctostoma* entre los gasterópodos y *Rangia cuneata*, *Mulinia lateralis* y *Rangia flexuosa* para los bivalvos (Antolí, 1979, 1986; Antolí y García-Cubas, 1985). Piña-Arce *et al.* (1981) también registran como frecuentes a los bivalvos *R. cuneata* y *R. flexuosa* y a los gasterópodos *Acteocina canaliculata* y *C. pliculosa*, y Juárez *et al.* (2004) registran a *Nassarius acutus*, *Phrontis vibex*, *C. pliculosa*, *N. virginea*

reflected in the LSD test; a similar result was reported by Corbalá (2004).

The analysis of habitat similarity defines the relationships that exist between the different habitats with greater precision. With respect to mollusk abundance, the marine zone and the blanquizal are very similar with respect to the large numbers of individuals present in these environments, whereas the mangrove and peten habitats both show low abundance. With respect to biomass, the popal-tular and the blanquizal, both habitats with medium-sized organisms, are very similar, whereas the marine zone and the mangrove canals resemble each other in the large size of their specimens. This association may be due to differences in the distribution of organic matter, which is the food source of many species of this group. Although some authors (Wiseman and Sturges, 1999, CONANP, 2006) mention the difference of seasons (dry and rainy) throughout the year, no differences were found in the current study, probably due to the periodicity of sampling.

Comparison with the lagoons

In comparison with other systems and with itself over time, Los Petenes as a whole viewed as a unit contained more mollusk species than the other wetlands analyzed. The lagoon system that most closely resembles it is the Términos lagoon and, in previous years, the Petén itself. Use of the Kruskal-Wallis analysis of variance as a test statistic showed that there are significant differences in the mean numbers of species present in the different ecosystems ($X^2_{9,1-0.05}$).

Among gastropods, the three species with the greatest dominance were *Bulla striata*, *Cerithideopsis pliculosa* and *Neritina virginea*, a finding that agrees with the report of García (1989) for the Camaronera Lagoon in Alvarado (Veracruz). Other abundant species were *Texadina sphinctosoma* and *Cingula floridanus*. For the same lagoon, Reguero and García-Cubas (1989, 1990b) report the dominance of *Rangia flexuosa*, *Neritina reclinata*, *Mulinia lateralis* and *Texadina sphinctostoma*, and these same authors (1991) later report *Diastoma varium* as dominant.

The following species are reported as dominant for the Carmen-Pajonal-Machona lagoon system: *C. pliculosa*, *Retusa candei* and *Texadina sphinctostoma* among the gastropods and *Rangia cuneata*, *Mulinia lateralis* and *Rangia flexuosa* among the bivalves (Antolí, 1979, 1986; Antolí and García-Cubas, 1985). Piña-Arce *et al.* (1981) also reported the bivalves *R. cuneata* and *R. flexuosa* as common, as well as the gastropods *Acteocina canaliculata*

y *Phos candei* para la misma laguna; Granados *et al.* (1991) registran como abundantes a los gasterópodos *C. pliculosa*, *N. virginea*, *Crepidula plana*, *Phrontis vibex* y *N. acutus* y a los bivalvos *Rangia flexuosa*, *Donax variabilis texasiana*, *Rangia cuneata*, *Crassostrea virginica* y *Ostrea stentina* como las especies más abundantes en este cuerpo de agua.

Para la laguna Mecoacán se registran *N. virginea*, *C. pliculosa*, *Neritina reclinata* y *P. vibex* como las dominantes (Arellano-López *et al.*, 2004); Reguero y García-Cubas (1990a) y García-Cubas y Reguero (1990b) encuentran a los bivalvos *Mytilopsis leucophaeata* y *R. flexuosa* como dominantes y a *Acteocina canaliculata* y *Texadina sphinctostoma* como gasterópodos dominantes para la laguna Tupilco-Ostión, todas estas lagunas pertenecientes al estado de Tabasco.

Flores *et al.* (1988) registran para la laguna de la Mancha en el norte de Veracruz a *N. virginea*, *C. pliculosa*, *A. canaliculata*, *M. leucophaeata*, *Ischadium recurvum* y *Lucina pectinata* como las más abundantes; Aramburu *et al.* (1995) para la misma laguna registran a *N. virginea*, *C. pliculosa*, *Ischadium recurvum*, *Crassostrea rhizophorae* y *M. leucophaeata* como las de distribución más amplia. Como puede verse la alta frecuencia de las especies *N. virginea* y *C. pliculosa* se confirma ampliamente.

Reguero (1994) para once lagunas costeras del Golfo de México registra a *Mulinia lateralis*, *T. sphinctostoma*, *M. leucophaeata*, *N. virginea*, *A. canaliculata*, *R. flexuosa* y *N. reclinata* como las dominantes. Aun cuando existen diferencias entre los bivalvos encontrados como frecuentes en este trabajo (*Chione cancellata* y *Mercenaria campechiensis*), la diferencia puede deberse principalmente al tipo de substrato, donde las otras lagunas están caracterizadas por presentar porcentajes de limo y arcilla superiores a los encontrados, realzando la importancia de este factor.

Reguero *et al.* (2010) mencionan en el libro de biodiversidad de Campeche, que para el estado hay un registro total de 660 especies de moluscos de las cuales 439 son gasterópodos y 217 bivalvos y señalan que la laguna de Términos registra un total de 166 especies y 10 especies para Sabancuy. Pech *et al.* (2010), para Los Petenes, muestran un gráfico con solo 22 especies. No obstante, mencionan que estos datos incluyen a las especies marinas esto implica que no reportan con fidelidad la información, ya que refleja un esfuerzo diferencial de registro aplicado a cada localidad, por lo que debe ser tomado con cautela. Es posible que esta consideración también pueda ser aplicada a nuestra comparación; no obstante, el cuidado

and *C. pliculosa*. Juárez *et al.* (2004) reported *Nassarius acutus*, *Phrontis vibex*, *C. pliculosa*, *N. virginea* and *Phos candei* for the same lagoon, whereas Granados *et al.* (1991) reported abundance of the gastropods *C. pliculosa*, *N. virginea*, *Crepidula plana*, *Phrontis vibex* and *N. acutus* and the bivalves *Rangia flexuosa*, *Donax variabilis texasiana*, *Rangia cuneata*, *Crassostrea virginica* and *Ostrea stentina* as the most abundant species in this body of water.

For the Mecoacán lagoon, *N. virginea*, *C. pliculosa*, *Neritina reclinata* and *P. vibex* are reported as dominant (Arellano-López *et al.*, 2004). Reguero and García-Cubas (1990a) and García-Cubas and Reguero (1990b) found the bivalves *Mytilopsis leucophaeata* and *R. flexuosa* as dominant and *Acteocina canaliculata* and *Texadina sphinctostoma* as dominant gastropods for the Tupilco-Ostión lagoon. All of these lagoons are in the state of Tabasco.

For the La Mancha lagoon in northern Veracruz, Flores *et al.* (1988) reported *N. virginea*, *C. pliculosa*, *A. canaliculata*, *M. leucophaeata*, *Ischadium recurvum* and *Lucina pectinata* as the most abundant mollusk species; for the same lagoon, Aramburu *et al.* (1995) found *N. virginea*, *C. pliculosa*, *Ischadium recurvum*, *Crassostrea rhizophorae* and *M. leucophaeata* to be the most widely distributed species. As seen, the high frequency of *N. virginea* and *C. pliculosa* species is widely confirmed.

For eleven coastal lagoons of the Gulf of Mexico, Reguero (1994) recorded *Mulinia lateralis*, *T. sphinctostoma*, *M. leucophaeata*, *N. virginea*, *A. canaliculata*, *R. flexuosa* and *N. reclinata* as dominant. Although there are differences in the bivalves found in this work (*Chione cancellata* and *Mercenaria campechiensis*), the difference may be due mainly to the type of substrate; the other lagoons are characterized by higher percentages of silt and clay than those found here, demonstrating the importance of this factor.

Reguero *et al.* (2010) mentioned in the Campeche biodiversity book that for the state there is a total registry of 660 species of mollusks, of which 439 are gastropods and 217 are bivalves, and indicate that the Términos lagoon has a total of 166 species and 10 species for Sabancuy. For Los Petenes, Pech *et al.* (2010) show a figure with only 22 species. However, the authors mention that these data include marine species. This implies that the information may not have been reported accurately because it reflects a different recording effort applied to each locality; therefore, it should be regarded with caution. It is possible that this

que se obtuvo al seleccionar los ocho sitios con los que se contrastaron a Los Petenes.

Tomando como caso la laguna de Términos, los mismos autores señalan 172 especies de moluscos (95 gasterópodos y 74 de bivalvos), registrando que es más diversa que la Laguna Madre en Tamaulipas y las de Tamiahua y Alvarado en Veracruz. En laguna de Términos reconocen cuatro ambientes: lagunas interiores asociadas a ríos, lagunas interiores que desembocan en la laguna, cuenca principal de la laguna (25% del total) y áreas de influencia marina (más de la mitad de especies); en nuestro caso, los ambientes están dados por los diferentes hábitats del sistema Petenes.

Los resultados de la diversidad ecológica dan una idea de la magnitud de este estadístico comunitario en los sitios analizados, siendo en la mayoría de ellos alta ya que rebasaron los 3 beles/ind. También es evidente el efecto de la magnitud del sitio en los resultados, ya que los mayores valores correspondieron a sitios muy extensos y sobre todo con una matriz de vegetación compleja. De acuerdo con las consideraciones de Odum (1970), donde manifiesta que “la diversidad suele ser baja en los ecosistemas controlados físicamente (esto es sujetos a cambios fisicoquímicos fuertemente limitativos) y alta en ecosistemas controlados biológicamente”, la mayoría de las localidades deben estar controladas biológicamente y sobre todo con relaciones interespecíficas muy fuertes, muy adaptadas a las variaciones en los cambios físicos y químicos del ambiente.

En los dendrogramas por medio de los niveles de similitud ecológica de las localidades y sobre la base de la presencia-ausencia de las especies, se ensamblan sitios con regímenes hidrológicos semejantes, al presentar uniones entre pares de localidades con alta similitud. Algunos sitios se aglutinaron con similitudes más bajas a grupos fuertemente conformados. Ambas fracciones del grupo de los moluscos mostraron coincidentemente altas similitudes entre casi las mismas localidades, indicando una alta correspondencia entre las especies. De cualquier manera, Los Petenes, visto como una unidad es el sistema de humedales más rico y diverso del sureste mexicano hasta hoy documentado en lo que se refiere a la fauna de moluscos, esto comprueba la visión de Lohrenz *et al.* (1999), al referirse a esos sistemas como ambientes altamente productivos y dinámicos.

No obstante que en la literatura referente a la fauna en la Reserva de la Biosfera Los Petenes se menciona la extracción del ostión de mangle, esta actividad no se efectuó desde finales de los años setentas, según los pescadores más

consideration can also be applied to our comparison; nevertheless, extreme care was used in selecting the eight sites that were contrasted with Los Petenes.

Taking as a case the Términos lagoon, the same authors indicate 172 species of mollusks (95 gastropods and 74 bivalves), noting that it is more diverse than the Laguna Madre in Tamaulipas and Tamiahua and Alvarado in Veracruz. In Términos, they recognize four environments: inner lagoons associated with rivers, interior lagoons that empty into the lagoon, main basin of the lagoon (25% of the total) and areas of marine influence (the latter harboring more than half of the species); in our case, the environments are given by the different habitats of the Los Petenes system.

The results of the measurement of ecological diversity give an idea of the magnitude of this community statistic in the analyzed sites; in the majority of the sites, ecological diversity was high, exceeding 3 beles/ind. The effect of the magnitude of the site on the results is also evident because the highest values corresponded to very large sites, especially those that contained a matrix of complex vegetation. According to Odum (1970), who states that “diversity is often low in physically controlled ecosystems (this is subject to strongly limiting physicochemical changes) and high in biologically controlled ecosystems”, most localities must be controlled biologically; this occurs especially due to very strong interspecific relationships among species that are well adapted to the physical and chemical variations in the environment.

On the basis of the ecological similarity levels of the localities and the presence or absence of mollusk species, sites with similar hydrological regimes were assembled in dendrograms that show pairs of localities with high similarity. Some sites coalesced with lower similarities to strongly conformed groups. Both fractions of the group of mollusks showed high similarities between almost the same localities, indicating a high correspondence between the species. In any case, Los Petenes seen as a unit is the richest and most diverse wetland system in the Mexican southeast that has so far been documented in terms of mollusk fauna, supporting the view of Lohrenz *et al.* (1999), who referred to these systems as highly productive and dynamic environments.

Although the literature on the fauna of the Los Petenes Biosphere Reserve mentions the extraction of mangrove oysters, this activity has not been conducted since the late 1970s, according to fishermen in the area who are still living. In the areas from which the samples

longevos; en las zonas donde se colectaron las muestras solo en un sitio se presentó en sedimentos de áreas poco perturbadas, donde el cascajo nos indicó su presencia. El presente trabajo debe servir como base para realizar estudios dirigidos a una mejor comparación, utilizando la misma metodología en cada sitio y cubriendo un ciclo anual; para discernir sin duda la importancia de este gran ecosistema y alertar a las autoridades competentes en programas de conservación y restauración de sistemas tan productivos y diversos.

were collected, only one site contained areas in which the sediment appeared to have been previously disturbed, as indicated by the presence of gravel.

The present work will serve as a basis for studies aimed at a more thorough comparison using the same methodology in each site and covering an annual cycle. Such studies will make it possible to definitively demonstrate the importance of this great ecosystem and will encourage the relevant authorities to develop conservation and restoration programs for the areas containing systems that are so productive and diverse.

BIBLIOGRAFÍA / LITERATURE CITED

- Abbott, R.T. 1974a. A Guide to field identification: Seashells of North America. Golden Press, New York. 280 p.
- Abbott, R.T. 1974b. American Seashells. Second edition. Van Nostrand Reinhold Co, New York. 663 p.
- Andrews, J. 1971. Shell and shores of Texas. University of Texas Press, Austin. 365 p.
- Antolí, F. V. 1979. Estudio preliminar sobre la sistemática y distribución de la fauna malacológica de las lagunas de El Carmen y Machona en el estado de Tabasco, México. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Univ. Nal Aut. Méx., México. 81 p.
- Antolí, A. y A. García-Cubas. 1985. Sistemática y ecología de moluscos en las lagunas costeras Carmen y Machona, Tabasco, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., 12 (1): 145-198.
- Aramburu, J.F.M., A.M. Aburto y M.L. Valerio. 1995. Aspectos ecológicos de la malacofauna de la laguna de La Mancha, Veracruz, México. Res. XIII Congr. Nal Zool., Morelia, México. 6 p.
- Arellano-López, T., A.A. Granados-Berber, L.J. Rangel-Ruiz y M.A. Cruz-Córdoba. 2004. Composición, distribución y abundancia de los gasterópodos en la laguna de Mecoacán, Paraíso, Tabasco, México. Semana Divulg. Video Cient. Div. Acad. Cienc. Biol., Univ. Juárez Aut. Tabasco. 68-72
- Cervantes, M.A. 2007. El balance hídrico en cuerpos de agua cársticos de la península de Yucatán. Universidad de Quintana Roo, México. Teoría Praxis 3: 143-152.
- CONANP. 2006. Programa de conservación y manejo Reserva de la Biósfera Los Petenes. Dir. Gen. Manejo Conserv. Comis. Nal Áreas Nat. Protec., México D.F.
- Corbalá, B.J.A. 2004. Condiciones pre y postciclónicas de la malacofauna en la Reserva de la Biosfera de Los Petenes, Campeche. Tesis Maestría, Centro Invest. Est. Avanz. Inst. Politéc. Nal, Unidad Mérida, México. 86 p.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the Parirè-forest border region of Wisconsin. Ecology, 32: 476-496.
- Durán G.R. 1995. Diversidad florística de Los Petenes de Campeche. Acta Bot. Mex., 31:73-84.
- Ekdale, A.A. 1974. Recent marine mollusks from northeastern Quintana Roo, México. In W.C. Ward (Ed.). Carbonate sand and gravel on the shallow shelf, northeastern Yucatan Peninsula (pp. 248-264). Field Trip 2, Ann. Meet. Geol. Soc. Am., Miami. 323 p.
- Flores A.F., A.G. Toledano y A. García-Cubas. 1981. Aspectos ecológicos y comunidades de moluscos en la laguna de La Mancha, Ver., México. Res. VII Simp. Latinoamér. Oceanogr. Biol., 123.
- Flores A. F., A. García-Cubas y A.G. Toledano. 1988. Sistemática y algunos aspectos ecológicos de los moluscos de la laguna de La Mancha, Veracruz, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal Autón. Méx., 15 (2): 235-258.
- García-Cubas, A. 1988. Características ecológicas de los moluscos de la Laguna de Términos, Cap. 16. En Yáñez Arancibia, A. y J.W. Day (Eds.). Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo de México: la región de la Laguna de Términos. Editorial Universitaria. D.F., México.
- García-Cubas, A. y M. Reguero. 1990. Moluscos del sistema lagunar Tupilco-Ostión, Tabasco: sistemática y ecología. An. Inst. Cienc. Limnol. Univ. Nal Autón. Méx., 17(2): 309-343.
- García-Cubas, A. y M. Reguero. 1995. Moluscos de la Laguna de Sontecomapan, Veracruz, México: sistemática y ecología. Hidrobiológica, 5(1-2): 1-24.
- García, M.N. 1989. Estudio comunitario de los moluscos de la laguna Camaronera, Alvarado, Veracruz, México. Mem. XIII Simp. Biol. Campo. México. 8-12 p.
- González, A. y D. Torruco. 2001. La fauna béntica del Estero de Sabancuy, Campeche México. Rev. Biol. Trop., 49(1): 31-45
- Granados, B.A., J.L.P. Ramos, J.M. Priego, J.A. Alvarado, I.D. Madrigal y N.S. Alfaro. 1991. Composición faunística de las lagunas Del Carmen, Pajonal y



- La Machona, del estado de Tabasco, México. Res. XI Congr. Nal Zool. Mérida, Yucatán. Cartel 119.
- Juárez, E.P., A.A. Granados-Berber y J.L. Ramos-Palma. 2004. La fauna gasterópoda del sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, Cárdenas, Tabasco, México. XIII Cong. Soc. Mex. Divulg. Ciencia Tecn. Biodiv. Villahermosa, Tabasco. 1-6 p.
- Lohrenz, S.A., D.A. Wiesenburg, R.A. Arnone and X. Chen. 1999. What controls primary production in the Gulf of Mexico?: 151-170. In: Kumpf, H., K. Steidinger and K. Sherman (Eds.). The Gulf of Mexico large marine ecosystem: Assessment, sustainability, and management. Blackwell Science, Massachusetts, USA.
- Marqués de Cantú, M. 1998. Probabilidad y estadística para ciencias químico-biológicas. McGraw-Hill, México, D.F. 120 p.
- Navi, W. 2006. Estadística para ingenieros y científicos. McGraw-Hill, España. 900 p.
- Odum, E. P. 1970. Ecología. Nueva Interamericana. México. 823 p
- Ortíz-Lezama, O., J.L. Rangel-Ruíz y J. Gamboa-Aguilar. 2009. Diversidad de moluscos bentónicos en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Kuxulkab'. Univ. Juárez Autón. Tabasco, 15 (28): 29-36
- Pech, D., P.L. Ardisson y M. Reguero. 2010. Moluscos marino-costeros: 280-285. En: Villalobos-Zapata, G.J. y J. Mendoza (Eds.). La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), El Colegio de la Frontera Sur. México.
- Pielou, E.C. 1984. The interpretation of ecological data: A premier on classification and ordination. Wiley Interscience Publ. New York.
- Piña-Arce C., L.B. González, F.A. Flores, F.D. Escobar y V.F. Antoní. 1981. Algunas observaciones sobre la fauna malacología de las lagunas El Carmen y La Machona, Tabasco; y Superior, Oaxaca, México. Res. VII Simp. Latinoam. Oceanogr. Biol. Acapulco, México. 121 p.
- Quintana-Molina, J. R. 1983. Estudio del macrobentos del sistema lagunar Carmen y Machona en Tabasco, México. Res. VII Congr. Nal Zool. Xalapa, México. 171 p.
- Ramírez, F. y A.M. Raz-Guzmán. 2001. Variación temporal de la macrofauna de Punta Arbolillo, Alvarado, Veracruz. Res. XVI Congr. Nal Zool. Zacatecas, México. CD.
- Reguero, M. 1994. Estructura de la comunidad de moluscos en lagunas costeras de Veracruz y Tabasco, México. Tesis doctoral. Fac. Ciencias, Univ. Nal Autón. Méx. 380 p.
- Reguero, M. y A. García-Cubas. 1989. Moluscos de la laguna de Alvarado, Veracruz: Sistemática y ecología. An. Inst. Cienc. Mar Limnol. Univ Nal Autón. México, 16 (2): 279-306.
- Reguero M. y A. García-Cubas. 1990a. Estructura de la comunidad malacológica en el sistema lagunar Alvarado-Buen País, México. Res. II Congr. Cienc. Mar, Ensenada, México. 126 p.
- Reguero, M. y A. García-Cubas. 1990b. Distribución y abundancia de moluscos bénticos en dos lagunas del estado de Tabasco (Tupilco-Ostión). Res. Reunión Malacología Conquiliología. La Paz, México. 26 p.
- Reguero, M. y A. García-Cubas. 1991. Moluscos de la laguna Camaronera, Veracruz, México: sistemática y ecología. An. Inst. Cienc. Mar Limnol. Univ. Nal Autón. México, 18 (1): 1-23.
- Reguero, M. y A. García-Cubas. 1993. Moluscos del complejo lagunar Larga-Redonda-Mandinga, Veracruz, México: sistemática y ecología. Hidrobiológica 3(1-2): 41-70.
- Reguero, M., D. Pech y P.L. Ardisson. 2010. Estudio de caso: moluscos de la laguna de Términos. En: Villalobos-Zapata, G.J. y J. Mendoza (Eds.). La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), El Colegio de la Frontera Sur. México: 286-288 p.
- Rico-Gray, V. 1982. Estudio de la vegetación de la zona costera inundable del noroeste del estado de Campeche, México: Los Petenes. Biótica. 7: 171-190.
- Ruíz, M. y J. López-Portillo. 2014. Variación espacio-temporal de la comunidad de macroinvertebrados epibiontes en las raíces del mangle rojo *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en la laguna costera de La Mancha, Veracruz, México. Rev. Biol. Trop., 62(4): 1309-1330
- Secretaría de Marina. 1990. Manual operativo de geología marina. Dir. Gen. Oceanogr. Naval, Secretaría de Marina. Geología. México. Publicación Especial No. 1: 83 p.
- Susan-Tepetlan, P.V. 2007. Macrofauna béntica asociada a bancos ostrícolas en las lagunas costeras Mecoacan, Carmen y Machona, Tabasco, México. Tesis Maestría. CINVESTAV Inst. Ped. Nal. Mérida. 67 p.
- Susan-Tepetlan, P.V. y D. Aldana-Aranda. 2008. Macrofauna asociada a bancos ostrícolas en las lagunas costeras Carmen, Machona y Mecoacán, Tabasco, México. Rev. Biol. Trop., 56(1): 127-137
- Warmke, G.L. and R.T. Abbott. 1961. Caribbean seashell. Dover Publications. New York. 348 p.
- Wiseman, W.J. and W. Sturges. 1999. Physical oceanography of the Gulf of Mexico: Processes that regulate biology: 77-91. In: Kumpf, H., K. Steidinger and K. Sherman (Eds.). The Gulf of Mexico large marine ecosystem: Assessment, sustainability, and management. Blackwell Science, Massachusetts, USA. 704 p.

Yáñez-Arancibia, A., A.L. Lara-Domínguez, J.L. Rojas-Galavíz, G. Villalobos-Zapata, E. Rivera-Arriaga, D. Zárate-Lomelí, G. Palacio-Aponte, J.F. Mass-Causel, B.A. Pérez-Vega, M.A. Ortiz-Pérez, A.P. Méndez-Linares, J. Correa-Sandoval, A. de Alba-Bocanegra, C. Pozo de la Tijera, E. Escobedo-Cabrera, Y.O. Imed, J. Granados, R. Durán, J.C. Trejo, J.A. González-Iturbe, F. Tun, M.T. Saavedra-Vásquez, C.A. Ballote-Orta y I.G. Silveira-Alonso. 1996. Caracterización ecológica ambiental y de los recursos naturales de la región de Los Petenes en Campeche. Per. Of. Gob. Constit. Estado Campeche, Seg. Sec. Campeche, México. Año 5(1198): 410 p.

Yáñez-Arancibia, A., J.L. Rojas-Galavíz, D. Zárate-Lomelí, A.L. Lara-Dominguez, G. Villalobos, E. Rivera-Arriaga, R. Pérez, P. Rosas-Vega, P. Sánchez-Gil, G. Palacio-Aponte, J.F. Mass-Causel, B.A. Pérez-Vega, J. Gutiérrez-Lara y E. Hernández-Sainz. 1997. Programa de manejo del área especial de protección de flora y fauna Los Petenes. Secr. Medio Amb., Rec. Nat. Des. Pesq., Gob. Constit. Estado Campeche. Campeche, México. 325 p.

RECIBIDO / RECEIVED: 12/09/2016

ACEPTADO / ACCEPTED: 12/08/2017