

**CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA FAUNA
MALACOLÓGICA DE CUATRO LAGUNAS COSTERAS DEL
ESTADO DE SONORA, MÉXICO**

**CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE MALACOLOGICAL
FAUNA OF FOUR COSTAL LAGOONS IN THE STATE OF SONORA,
MEXICO**

Luis Rafael Martínez-Córdova

Departamento CICTUS
Universidad de Sonora
Apartado postal 1819
Hermosillo, Sonora, México

Recibido en mayo de 1995; aceptado en enero de 1996

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio sobre la fauna malacológica de cuatro lagunas costeras del estado de Sonora, México: El Sargento, Santa Rosa, La Cruz y El Soldado. El estudio comprende aspectos de composición específica y diversidad en las cuatro lagunas, así como observaciones cualitativas de ocho especies de importancia comercial: *Chione gnidia*, *Chione fluctifraga*, *Chione californiensis*, *Chione subrugosa*, *Anadara grandis*, *Megapitaria squalida*, *Megapitaria aurantiaca* y *Glycimeris gigantea*. Se identificaron 102 especies de 75 géneros, de las cuales 59 fueron gasterópodos, 37 pelecípodos, 4 polioplacóforos, 1 escafópodo y 1 aplacóforo. La mayor diversidad de moluscos se presentó en El Soldado y la menor en La Cruz.

Palabras clave: moluscos, lagunas costeras, Sonora, ecología.

ABSTRACT

A study was conducted on the malacological fauna of four coastal lagoons in Sonora, Mexico: El Sargento, Santa Rosa, La Cruz and El Soldado. The study covers aspects of species composition and diversity in the four lagoons, as well as qualitative observations of eight commercially important species: *Chione gnidia*, *Chione fluctifraga*, *Chione californiensis*, *Chione subrugosa*, *Anadara grandis*, *Megapitaria squalida*, *Megapitaria aurantiaca* and *Glycimeris gigantea*. A total of 102 species of 75 genera were identified, 60 of which were gastropods, 37 pelecypods, 4 polyplacophores, 1 scaphopod and 1 aplacophore. The greatest diversity was found in El Soldado Lagoon and the lowest in La Cruz Lagoon.

Key words: mollusks, coastal lagoons, Sonora, ecology.

INTRODUCCIÓN

Los moluscos representan, después de los crustáceos, el filo con mayor número de especies en el mundo. Son abundantes tanto en ambientes marinos como dulceacuícolas y, en

INTRODUCTION

The mollusks, after the crustaceans, represent the phylum with the greatest number of species in the world. They are abundant in both marine and fresh water environments and, to a

menor medida, terrestres. En las lagunas costeras, los moluscos son un importante elemento dentro del funcionamiento del ecosistema, siendo la principal fuente de alimentación de muchos organismos, tales como peces crustáceos, aves, entre otros.

Desde el punto de vista económico, los moluscos son de gran importancia, ya que una gran cantidad de especies son utilizadas por el hombre con propósitos diversos, especialmente como alimento.

La captura anual de moluscos representa alrededor del 25% de la captura total de organismos acuáticos (FAO, 1994); sin embargo, se ha visto que las poblaciones naturales de muchas de las especies comerciales están al máximo de su capacidad de captura y algunas de ellas, incluso, están siendo sobreexplotadas (Martínez, 1988a).

Para enfrentar este problema se han propuesto diferentes alternativas: a) racionalizar la captura de especies fuertemente explotadas o sobreexplotadas; b) buscar especies alternativas susceptibles de explotación; c) el semicultivo o cultivo de especies, sobre todo aquellas de alto valor comercial.

Para la implementación de cualquiera de las opciones anteriores, es necesario un conocimiento suficientemente bueno sobre aspectos biológicos y ecológicos de las especies en cuestión.

El Golfo de California es reconocido por la gran diversidad de organismos marinos que en él se encuentran y los moluscos no son la excepción. En algunos trabajos sobre la fauna malacológica de esta región, se puede constatar la gran cantidad de especies de moluscos presentes (Brusca, 1982; Keen, 1984). Desafortunadamente, los estudios sobre especies particulares son muy escasos. Entre ellos, se pueden mencionar los estudios sobre la almeja pismo, *Tivela stultorum* (Granados, 1970); la pata de mula, *Anadara tuberculosa* (Flores, 1971); la almeja voladora, *Argopecten circularis* (Baqueiro-Cárdenas *et al.*, 1981); las almejas de lodo, *Chione* sp. y *Chione undatella* (Aguilera y Mathews, 1974); el caracol rosado, *Hexaplex erythrostomus* (Baqueiro-Cárdenas *et al.*, 1981); las almejas común y china, *Chione*

lesser extent, in terrestrial ecosystems. In coastal lagoons, mollusks are an important element in the operation of the ecosystem, since they are the principal food source of many organisms, such as crustacean fish, fowl, among others.

From an economic standpoint, mollusks are very important, since many species are used by man for various purposes, especially as food.

The annual catch of mollusks represents about 25% of the total catch of aquatic organisms (FAO, 1994); however, it has been observed that the natural populations of many of the commercial species are at their maximum fishery capacity and some are even over-exploited (Martínez, 1988a).

Different alternatives have been proposed to confront this problem: a) rationalize the fishery of heavily or overexploited species; b) seek alternative species that can be exploited; c) the restocking or culture of species, especially those with a high commercial value.

In order for any of the previous options to be implemented, it is necessary to have a good understanding of the biological and ecological aspects of the species in question.

The Gulf of California is recognized for the great diversity of marine organisms found there and the mollusks are no exception. The great quantity of molluscan species present in this region is verified in studies on the malacological fauna (Brusca, 1982; Keen, 1984). Unfortunately, studies on specific species are very scarce. Some studies include the pismo clam, *Tivela stultorum* (Granados, 1970); the "pata de mula", *Anadara tuberculosa* (Flores, 1971); the Pacific calico scallop, *Argopecten circularis* (Baqueiro-Cárdenas *et al.*, 1981); the mud clam, *Chione* sp., and the frilled California Venus, *Chione undatella* (Aguilera and Mathews, 1974); the pink murex, *Hexaplex erythrostomus* (Baqueiro-Cárdenas *et al.*, 1981); the smooth Pacific Venus, *Chione fluctifraga*, and the "almeja china", *Chione gnidia* (Martínez, 1987, 1988b).

There are many species that could be important from an ecological and economic point of view, but there is little or no information about them.

fluctifraga y *Chione gnidia* (Martínez, 1987, 1988b).

Existen, sin embargo, una gran cantidad de especies sobre las cuales se tiene poco o nulo conocimiento y que pueden ser importantes, tanto desde el punto de vista ecológico como económico.

Por lo anterior, se consideró importante realizar este estudio, enfocado primeramente a obtener un conocimiento general sobre la composición y diversidad de la fauna malacológica de cuatro lagunas costeras del estado de Sonora (México), e incluir observaciones ecológicas más específicas de especies particulares de interés comercial. Estas observaciones son producto tanto de estudios anteriores realizadas por el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (CICTUS) o por otras instituciones, así como de resultados del presente estudio.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en las lagunas costeras El Sargento, Santa Rosa, La Cruz y El Soldado, localizadas en la parte centro-norte del Golfo de California (fig. 1), y en las cuales se establecieron 17, 8, 34 y 11 estaciones de muestreo, respectivamente. Las estaciones fueron elegidas tratando de abarcar diferentes tipos de ambientes, sobre todo en relación al tipo de sedimento, profundidad y distancia a la boca de la laguna.

Se realizaron tres muestreos al año: primavera, verano y otoño. En cada una de las estaciones de muestreo se eligieron tres puntos, de los cuales se tomaron porciones de sedimento de $50 \times 50 \times 20$ cm, mediante una pala metálica. Este sedimento se pasó a través de una serie de tamices de 6.25, 3.12, 1 y 0.5 mm de luz de malla. Se recogieron los organismos visibles de cada tamiz y se colocaron en frascos con formol al 4% para su posterior examinación; el resto del sedimento se colocó en una bolsa de plástico también con formol.

Se contaron e identificaron los organismos de cada una de las estaciones y se determinó su abundancia por unidad de superficie. El conteo se hizo en forma directa para los organismos

Therefore, this study was carried out with the primary goal of obtaining general knowledge of the composition and diversity of the malacological fauna of four coastal lagoons in the state of Sonora (Mexico). It also includes more specific ecological observations about commercially important species, which were obtained in previous studies conducted at the Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas of the Universidad de Sonora (CICTUS) or other institutions, as well as the present study.

MATERIAL AND METHODS

This study was carried out in the El Sargento, Santa Rosa, La Cruz and El Soldado coastal lagoons, located in the north-central region of the Gulf of California (fig. 1), where a total of 17, 8, 34 and 11 sampling stations were established, respectively. These stations were selected since they encompassed different types of environments, especially with regard to the type of sediment, depth and distance to the mouth of the lagoon.

Three samplings were conducted per year: spring, summer and autumn. Three points were selected at each sampling station, from which sediment portions measuring $50 \times 50 \times 20$ cm were dug up with a metal spade. The sediment was passed through a series of sieves with mesh sizes of 6.25, 3.12, 1 and 0.5 mm. The visible organisms were collected from each sieve and placed in flasks containing 4% formalin for subsequent examination. The rest of the sediment was placed in plastic bags that also contained formalin.

The organisms from each station were counted and identified, and their abundance and density estimated. A direct count was made of the macroscopic organisms. For the microscopic organisms, an aliquot of sediment was taken and analyzed under a stereoscope.

Identification of the organisms was based on the external morphological characteristics, using the keys of Brusca (1982) and Keen (1984). Most of the organisms were identified to species level, and only a few to genus level.

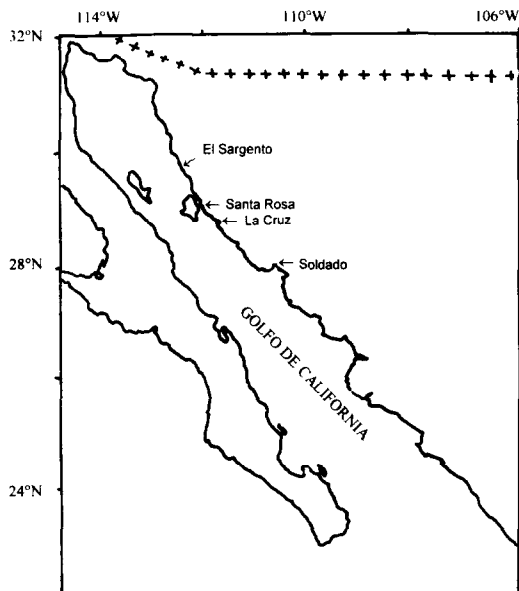


Figura 1. Localización de las lagunas costeras estudiadas.
Figure 1. Location of the coastal lagoons studied.

macroscópicos. Para los organismos microscópicos, se tomó una alcuota del sedimento y se analizó en un microscopio estereoscópico.

La identificación se basó en las características morfológicas externas, para lo cual se utilizaron las claves de Brusca (1982) y Keen (1984). La mayoría de los organismos pudieron identificarse a nivel de especie y solamente algunos de ellos quedaron a nivel de género.

Se determinó la diversidad de la fauna malacológica para cada una de las lagunas en cada uno de los tres muestreos realizados, utilizando el índice de Shannon y Weaver (1969).

Se eligieron ocho especies de importancia comercial: *Chione gnidia*, *C. fluctifraga*, *C. californiensis*, *C. subrugosa*, *Anadara grandis*, *Megapitaria squalida*, *M. aurantica* y *Glycimeris gigantea*; sobre éstas, se hicieron observaciones más específicas, relacionadas con su preferencia por sustrato, crecimiento y épocas de reproducción.

La preferencia por sustrato se determinó tomando en cuenta el tipo de sedimento en que estas especies eran encontradas predominantemente.

The Shannon-Weaver index (1969) was used to determine the diversity of the malacological fauna in each of the lagoons in all three samplings.

Eight commercially important species, *Chione gnidia*, *C. fluctifraga*, *C. californiensis*, *C. subrugosa*, *Anadara grandis*, *Megapitaria squalida*, *M. aurantica* and *Glycimeris gigantea*, were chosen for more specific observations, which included substrate preference, growth and reproductive periods.

Substrate preference was determined by taking into account the type of sediment in which these species were predominantly found. Data from a sedimentological study, conducted simultaneously, were used (Villalba and De la O, 1987).

Two methods were used to establish the growth of these species: the first consisted of tagging 10 small individuals of each species (except *G. gigantea*, due to the fact that no small organisms were found) and confining them in an enclosed area, where they were measured every three and a half months with a

mente; para ello, se consideraron los datos de un estudio sedimentológico realizado simultáneamente (Villalba y De la O, 1987).

Para establecer el crecimiento de estas especies, se utilizaron dos métodos: el primero consistió en marcar 10 individuos pequeños de cada una de ellas (excepto de *G. gigantea*, debido a que no se encontraron organismos pequeños) y confinarlos en un área cercada, en donde se midieron por medio de un vernier cada tres meses y medio. El segundo se basó en comparar la frecuencia de tallas en las tres épocas sucesivas de muestreo. Para esto, fue necesario medir todos los individuos de cada una de las especies y en cada uno de los muestreos, y hacer gráficas de frecuencia de tallas (que no se presentan en este trabajo debido a que ocupan 30 páginas).

Para conocer las épocas de reproducción, se recurrió al análisis de madurez gonádica de las especies en cuestión. Para ello, se recolectaron y disecaron 10 organismos de cada una de ellas y se analizó su desarrollo gonádico. Se establecieron cuatro categorías: inmadura (no hay estructuras sexuales desarrolladas, no se observan huevos ni espermatozoides); madurez incipiente (los órganos sexuales se comienzan a desarrollar, se observan óvulos, los oviductos son poco aparentes); madura (gónadas completamente desarrolladas, oviducto o saco espermático llenos); desovada (gónadas en estado de reabsorción).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se listan las especies identificadas en cada una de las lagunas y en cada una de las tres épocas de muestreo, así como sus abundancias relativas. En total, se identificaron 102 especies pertenecientes a 75 géneros. De las especies identificadas, 59 pertenecen a la clase Gasteropoda, 37 a la clase Pelecipoda, 4 a la clase Poliplacofora, 1 a la clase Escafopoda y 1 a la clase Aplacofora. Los organismos más abundantes fueron los gasterópodos de los géneros *Nassarius*, *Cerithium* y *Cerithidea*, así como los pelecípodos de los géneros *Chione* y *Semele*.

El número de especies de moluscos encontrados en estas lagunas es superior al reportado

vernier. The second method consisted of comparing the size frequencies from the three successive sampling periods. For this, every individual of each species, as well as each sampling had to be measured. Graphs were made of the size frequencies; however, they are not included in this study since they consist of 30 pages.

An analysis of gonadal maturity was carried out in order to establish the reproductive periods. Ten individuals of each species were collected and dissected. Gonadal maturity was divided into four categories: immature (no sexual structures have developed, and no eggs or sperm are observed); incipient maturity (the sexual structures are beginning to develop, eggs are observed, oviducts are inconspicuous); mature (gonads thoroughly developed, oviduct or spermatid sack full); and spawned (gonads in a state of reabsorption).

RESULTS AND DISCUSSION

The species identified in each lagoon during the three seasons of sampling, as well as their relative abundance are listed in table 1. In all, 102 species belonging to 75 genera were identified. Of the species identified, 59 belong to the class Gastropoda, 37 to the class Pelecypoda, 4 to the class Polyplacophora, 1 to the class Scaphopoda and 1 to the class Aplacophora. The most abundant organisms were the gastropods of the genera *Nassarius*, *Cerithium* and *Cerithidea*, as well as the pelecypods of the genera *Chione* and *Semele*.

The number of species of mollusks found in these lagoons is greater than that reported for other localities, such as Mazatlán (Valdez-Pineda *et al.*, 1990), Tabasco (Reguero and García-Cubas, 1990) and Veracruz (Jacome-Pérez *et al.*, 1990). A previous study from Puerto Libertad, Sonora (Martínez-Córdova, 1980), also showed a smaller number of molluscan species. However, Toledano-Granados (1977) reported 139 species of mollusks in Agiabampo Lagoon. The most abundant species reported in that study are similar to those found in this study.

Table 2 shows the diversity indexes of the malacological fauna for the four lagoons during

Tabla 1. Lista de especies de moluscos y sus abundancias relativas en cuatro lagunas costeras del estado de Sonora, México, en primavera (P), verano (V) y otoño (O). A = abundante (>10 org/m²); F = frecuente (>2 org/m² en todas las muestras); E = escaso (al menos 1 org/m² en más del 50% de las muestras); R = raro (al menos 1 org/m² en menos del 50% de las muestras); X = excepcional.

Table 1. Species of mollusks and their relative abundance in four coastal lagoons of the state of Sonora, Mexico, in spring (P), summer (V) and autumn (O). A = abundant (>10 org/m²); F = frequent (>2 org/m² in all the samples); E = scarce (at least 1 org/m² in more than 50% of the samples); R = rare (at least 1 org/m² in less than 50% of the samples); X = exceptional.

	El Sargento			Santa Rosa			La Cruz			El Soldado		
	P	V	O	P	V	O	P	V	O	P	V	O
Pelecípodos												
<i>Nucula declivis</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Nucula impar</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Barbatia grata</i>	X	-	-	X	-	-	X	-	-	E	-	E
<i>Anadara multcostata</i>	-	-	-	-	-	-	X	R	R	R	R	R
<i>Anadara grandis</i>	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X
<i>Mytella strigata</i>	R	R	R	-	-	-	F	F	F	-	-	-
<i>Pinna rugosa</i>	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ostrea angelica</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>Ostrea palmula</i>	R	R	R	X	X	X	R	R	R	X	X	X
<i>Cardita affinis</i>	-	-	-	R	R	R	X	X	X	-	-	-
<i>Cardita laticostata</i>	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-
<i>Lucina mazatlanica</i>	-	A	X	-	F	X	-	R	X	F	R	X
<i>Megapitaria squalida</i>	R	R	R	-	-	-	-	-	F	F	R	X
<i>Megapitaria aurantiaca</i>	X	X	X	-	-	-	-	-	-	X	X	X
<i>Dosinia dunkeri</i>	X	X	X	-	-	-	E	E	E	E	E	E
<i>Chione gnidia</i>	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X
<i>Chione californiensis</i>	A	A	A	F	F	F	E	E	E	A	A	A
<i>Chione subrugosa</i>	F	F	F	F	F	F	A	A	A	A	A	A
<i>Chione fluctifraga</i>	F	F	F	F	F	F	A	A	A	F	F	F
<i>Chione undatella</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>Chama mexicana</i>	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Prothotaca grata</i>	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X
<i>Petricola sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Tellina ochracea</i>	E	F	X	E	F	X	-	-	-	X	X	X
<i>Tellina coani</i>	-	-	X	-	X	X	-	-	X	X	X	X
<i>Tellina simulans</i>	-	-	X	X	-	X	-	-	X	F	-	X
<i>Macoma indentata</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Pasamotreta sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Strigilla dicotoma</i>	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Donax californianus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Donax gracilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	X

Tabla 1 (Cont.)

	El Sargento			Santa Rosa			La Cruz			El Soldado		
	P	V	O	P	V	O	P	V	O	P	V	O
<i>Tagelus affinis</i>	X	-	-	-	-	-	-	X	-	R	-	-
<i>Tagelus</i> sp.	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Semele guaymensis</i>	A	A	A	E	-	E	-	R	R	R	-	E
<i>Semele jovis</i>	A	R	X	-	-	R	-	-	X	F	-	F
<i>Lithophaga aristata</i>	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-
<i>Lithophaga punctulata</i>	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-
Gasterópodos												
<i>Fisurella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tegula mariana</i>	-	X	X	R	-	X	-	-	X	-	-	X
<i>Turbo fluctuosus</i>	-	-	X	-	X	X	-	X	X	-	X	X
<i>Teodoxus luteofasciatus</i>	X	F	A	F	-	A	A	R	A	X	E	R
<i>Alvinia</i> sp.	-	-	R	-	-	X	-	-	X	-	-	X
<i>Rissoina</i> sp.	A	-	X	-	-	X	-	-	X	X	-	X
<i>Turritella lentiginosa</i>	-	-	E	-	-	R	-	-	R	-	-	X
<i>Elephantenellum eptagonum</i>	A	-	A	F	-	A	-	-	A	-	-	A
<i>Modulus catelunatum</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Vermetus</i> sp.	-	-	F	-	-	F	-	-	R	-	-	R
<i>Serpulorbis</i> sp.	-	-	F	-	-	F	-	-	R	-	-	R
<i>Cerithium stercusmuscarum</i>	A	A	A	F	F	A	F	F	F	E	E	F
<i>Cerithium maculosum</i>	F	-	F	X	F	F	F	X	F	E	X	F
<i>Liocerithium judithae</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Bithium</i> sp.	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Seila assimilata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alaba suprairata</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Alabina effusa</i>	A	-	X	-	-	X	-	-	X	R	-	X
<i>Cerithidea mazatlanica</i>	A	F	A	F	X	A	A	A	A	F	F	A
<i>Epitonimu eutaenium</i>	-	-	X	-	-	X	X	-	X	-	-	X
<i>Amaea ferminiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Eulima dalli</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Sabinella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Stillifer nidorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Turbeira ecopederma</i>	-	-	X	-	-	X	-	-	X	-	-	X
<i>Crepidula striolata</i>	X	-	R	-	X	X	X	-	R	-	-	R
<i>Crucibulum personatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Crucibulum spinosum</i>	X	-	E	-	-	R	-	-	X	-	-	E
<i>Crucibulum monticulus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Littorina modesta</i>	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Littorina aspera</i>	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 1 (Cont.)

	El Sargento			Santa Rosa			La Cruz			El Soldado		
	P	V	O	P	V	O	P	V	O	P	V	O
<i>Natica chemintzii</i>	E	-	E	-	-	E	R	R	E	E	X	E
<i>Polinices uber</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Cymathium gibossum</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Hexaplex erythrostomus</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-
<i>Eupleura</i> sp.	-	X	E	-	-	F	-	-	R	-	-	R
<i>Cantharus elegans</i>	R	-	E	-	-	F	-	-	R	-	-	R
<i>Selenosteira capitanea</i>	-	-	R	-	-	F	-	-	X	-	-	X
<i>Anachis nigricans</i>	-	-	X	-	-	X	X	X	X	X	X	X
<i>Anachis sanfelipensis</i>	-	-	X	-	X	X	-	-	X	-	-	X
<i>Anachis varia</i>	-	R	X	F	E	X	E	-	X	E	R	X
<i>Nassarius moestus</i>	A	F	A	A	F	A	A	A	A	R	X	A
<i>Nassarius luteostoma</i>	F	F	F	R	R	F	A	A	F	E	F	F
<i>Nassarius ioides</i>	X	R	-	-	-	-	X	E	-	X	R	-
<i>Nassarius guaymensis</i>	R	F	F	E	E	F	F	E	A	F	A	A
<i>Nassarius</i> sp.	R	-	F	-	-	F	R	F	A	E	E	F
<i>Fusinus sanfelipensis</i>	-	X	X	-	-	X	-	-	X	-	-	-
<i>Oliva spicata</i>	-	-	R	-	-	R	-	-	-	-	-	-
<i>Agaronia testacea</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Olivella dama</i>	E	E	R	X	-	R	X	X	R	-	-	R
<i>Granulina margaritula</i>	-	-	X	-	-	X	-	-	X	-	-	X
<i>Conus perplexus</i>	-	-	-	-	-	F	-	-	X	-	-	-
<i>Conus regularis</i>	-	-	-	-	-	F	-	-	X	-	-	-
<i>Crassispira pluto</i>	-	-	X	-	X	X	-	-	X	X	-	X
<i>Turbonilla</i> sp.	F	-	R	X	-	X	X	-	X	X	-	R
<i>Turbonilla</i> sp. 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Turbonilla</i> sp. 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bula punctulata</i>	F	X	X	-	-	X	-	-	X	X	-	X
<i>Atys</i> sp.	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	X
Aplacóforos												
<i>Hoffmanolla hansii</i>	F	A	-	R	F	-	-	-	F	F	R	F
Poliplacóforos												
<i>Leptochiton rugatus</i>	-	-	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chiton virgulatus</i>	R	E	E	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Stenoplax conspicua</i>	-	-	E	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Lepidozona subtilis</i>	X	-	F	-	-	E	-	-	F	-	-	F
Escafópodos												
<i>Dentalium neohexaonum</i>	X	-	F	X	-	E	-	-	E	-	-	F

Tabla 2. Índice de diversidad de la fauna malacológica en cuatro lagunas costeras del estado de Sonora, México.**Table 2.** Index of diversity of the malacological fauna of four coastal lagoons in Sonora, Mexico, in spring, summer and autumn.

Laguna	Primavera	Verano	Otoño
El Sargento	3.17	2.83	2.63
Santa Rosa	3.89	2.92	4.01
La Cruz	2.48	2.06	3.70
El Soldado	4.25	3.92	4.50

para otras localidades, como Mazatlán (Valdez-Pineda *et al.*, 1990), Tabasco (Reguero y García-Cubas, 1990) y Veracruz (Jacome-Pérez *et al.*, 1990). Un estudio previo realizado en Puerto Libertad, Sonora (Martínez-Córdova, 1980), arrojó también un menor número de especies de moluscos. Sin embargo, Toledano-Granados (1977) encontró 139 especies de moluscos en la Laguna de Agiabampo. Las especies más abundantes que se reportan en el trabajo mencionado coinciden con las encontradas en el presente estudio

La tabla 2 muestra los índices de diversidad de la fauna malacológica para las cuatro lagunas en las tres épocas de muestreo. La mayor diversidad se presentó en la laguna El Soldado, en todos los muestreos, y la menor en la laguna La Cruz. Pareciera existir un incremento en la diversidad del norte hacia el sur, exceptuando La Cruz, lo cual podría explicarse por el hecho de que se trata del sistema más fuertemente explotado de los cuatro.

A continuación se presenta una breve sinopsis de las ocho especies de interés, como resultado de las observaciones de este estudio, así como de resultados de investigaciones anteriores realizadas por el CICTUS y por otras instituciones.

Chione gnidia

Conocida regionalmente como almeja china, es una de las especies más apreciadas comercialmente hablando y mantiene una fuerte pesquería en todo el Golfo de California. En cuanto a su abundancia, fue extremadamente escasa en las lagunas estudiadas y solamente fue

the three sampling periods. El Soldado Lagoon presented the greatest diversity in all the samplings, whereas La Cruz Lagoon, the lowest. There appears to be an increase in diversity from north to south, except at La Cruz Lagoon, which can be explained by the fact that it is the most exploited.

A brief synopsis of eight commercially important species is presented below, resulting from observations made in this study, as well as from previous investigations carried out at CICTUS and other institutions.

Chione gnidia

Known regionally as the "almeja china", it is one of the most valued species, commercially speaking. It sustains a strong fishery in the entire Gulf of California. With regard to its abundance, it was extremely scarce in the lagoons studied; only in El Soldado Lagoon was it possible to collect some specimens, most of which were small. This species is found mostly in fine to very fine sandy sediments and rarely in silty sediments. The organisms are mature around the end of March and have spawned at the end of June; therefore, their reproduction must occur between late spring and early summer. The species grows approximately 20 mm every seven months and, therefore, would reach a commercial size of 70 mm in approximately two years.

Chione fluctifraga

This species is commonly known as the smooth Pacific Venus. It is exploited both

posible recolectar algunos ejemplares en la laguna El Soldado, la mayoría de tallas pequeñas. Esta especie se encuentra preferentemente en sedimentos de arena fina a muy fina y escasamente en sedimentos con limo. Los organismos están maduros a fines de marzo y desovados a fines de junio, por lo que su reproducción debe ocurrir entre finales de la primavera y principios del verano. La especie tiene un crecimiento de alrededor de 20 mm cada siete meses, por lo que alcanzaría una talla comercial de unos 70 mm en aproximadamente dos años.

Chione fluctifraga

A esta especie se le conoce en la región como almeja negra o almeja común. Es una especie explotada en las pesquerías comerciales y de subsistencia. Se le encontró con bastante frecuencia en las cuatro lagunas estudiadas, aunque en La Cruz la población estuvo mayormente compuesta de organismos pequeños y medianos, lo que podría reflejar una mayor presión sobre las tallas grandes en esta laguna que, como ya se mencionó, es la más explotada. Se distribuye preferentemente en sedimentos de arena fina y muy fina, siendo menos abundante en sedimentos limosos. De acuerdo con el estudio de madurez gonádica, su época de reproducción se ubica a fines de la primavera y principios del verano, aunque probablemente se extienda en menor proporción hasta el otoño. Crece alrededor de 15 mm cada siete meses, por lo que una talla comercial de 45 mm la alcanza en aproximadamente dos años.

Chione californiensis

Se le conoce como almeja común y es, al igual que la especie anterior, frecuentemente explotada, principalmente en pesquerías de subsistencia. Es muy abundante, sobre todo en lagunas como El Sargento; sin embargo, en La Cruz, se le encuentra con menor abundancia, probablemente por la mayor explotación a que se le ha sometido. Esta especie prefiere sedimentos de arena fina a muy fina y no se le encuentra en sedimentos limosos. Su época de reproducción se ubica a fines de la primavera. Su crecimiento es aproximadamente el mismo que el de la especie anterior.

commercially and for personal consumption. It was frequently found in the four lagoons studied. The population in La Cruz, however, was primarily composed of small- and medium-sized individuals, possibly reflecting a greater strain on the larger individuals in this lagoon that, as already mentioned, is the most exploited. It is distributed in fine and very fine sandy sediments, and is less abundant in silty sediments. According to the study on gonadal maturity, its period of reproduction occurs between late spring and early summer, and may extend into autumn. It grows around 15 mm every seven months and, therefore, would reach a commercial size of 45 mm in approximately two years.

Chione californiensis

It is commonly known as California Venus and, as with the previous species, is frequently exploited, mainly for personal consumption. It is very abundant, especially in lagoons such as El Sargento; however, it is less abundant in La Cruz, probably due to the greater exploitation. This species prefers fine to very fine sandy sediment and it is not found in silty sediments. Its reproduction period occurs around the end of spring. Its growth rate is approximately the same as that of the previous species.

Chione subrugosa

Known locally as the "almeja arrugada", it is commercially less important than the three previous species of this genera. However, it is important for personal consumption in some areas. It is very abundant in all the lagoons studied and can be considered a potentially important species. It is distributed in very fine sand or clayey sediments. Its reproduction period is at the end of spring and early summer. It grows approximately 10 mm every seven months and, thus, would reach a size of about 30 mm in two years.

Anadara grandis

Locally known as "pata de mula", it is one of the most prized and commercially valued species on the market. For this reason, it is

Chione subrugosa

La almeja arrugada es comercialmente menos importante que las tres especies anteriores del mismo género; sin embargo, es aprovechada en algunas partes como pesquería de subsistencia. Es muy abundante en todas las lagunas estudiadas y se le puede considerar como una especie potencialmente de gran importancia. Se distribuye preferentemente en sedimentos de arena muy fina o arcillosos. Su época de reproducción es a fines de la primavera y principios del verano. Crece aproximadamente 10 mm en siete meses, por lo que en dos años alcanzaría una talla de alrededor de 30 mm.

Anadara grandis

Conocida comúnmente como pata de mula, es una de las especies más apreciadas y de mayor valor comercial en el mercado. Es, por lo mismo, fuertemente explotada a nivel comercial y de subsistencia. Se le encontró con muy escasa abundancia en las cuatro lagunas consideradas en el estudio. Esta especie prefiere sedimentos de arena muy fina y limosos (es frecuente encontrarla en sedimentos muy reducidos). Se reproduce a fines de la primavera, aunque probablemente también a fines del verano y principios del otoño, según el estudio de madurez gonádica. Su crecimiento es más acelerado que todas las mencionadas anteriormente, ya que crece más de 20 mm en siete meses, por lo que en dos años puede alcanzar una talla de alrededor de 80 mm.

Megapitaria squalida

Conocida regionalmente como almeja chocolata, es otra de las especies mayormente apreciadas en las pesquerías comerciales y de subsistencia. Se le encuentra con muy escasa abundancia en las cuatro lagunas estudiadas, y solamente en El Sargento es posible encontrar organismos con mayor frecuencia, aunque por lo general son ejemplares de tallas pequeñas y medianas. Esta especie se distribuye preferentemente en sedimentos de arena media a fina y se

heavily exploited at the commercial level as well as for personal consumption. It was extremely scarce in the four lagoons studied. This species prefers very fine sand and silty sediment (it is frequently found in very reduced sediments). According to the study on gonadal maturity, it reproduces at the end of spring, and probably also at the end of the summer and early autumn. Its growth rate is greater than that of all the previously mentioned species; it grows more than 20 mm in seven months and, therefore, reaches a size of about 80 mm in two years.

Megapitaria squalida

Known regionally as the "almeja chocolata", it is another species valued by the commercial fisheries, as well as for personal consumption. It was very scarce in the four lagoons studied. Only at El Sargento Lagoon are organisms found with greater frequency, though they are usually of a small or medium size. This species prefers fine to medium sand sediments and is generally found at the mouth of the lagoons, reflecting its marine condition. Its reproduction occurs at the end of the spring. It grows at a rate of some 25 mm every seven months and, therefore, could reach 80 mm in two years.

Megapitaria aurantiaca

The "almeja rosa", like the previous species, is one of the most valued. Both are very similar in their characteristics (growth, reproduction periods, substrate preference, etc.), with the exception that this species is even rarer in the coastal lagoons studied. Only a few specimens were found at El Sargento.

Glycimeris gigantea

Regionally known as the "almeja pinta", it is not very common in coastal lagoons, since it generally exhibits marine habits; however, it was found, in relatively high abundance, near the mouth of El Sargento Lagoon. It is distributed in medium to fine sandy sediments.

le encuentra, por lo general, en la boca de las lagunas, lo que refleja su condición marina. Se reproduce a fines de la primavera. Crece a un ritmo de unos 25 mm cada siete meses, por lo que es posible que alcance una talla de unos 80 mm en dos años.

Megapitaria aurantiaca

La almeja chocolata rosa es, al igual que la especie anterior, una de las más apreciadas. Ambas son muy similares en todas sus características (crecimiento, época de reproducción, preferencia por sustrato, etc.), con la salvedad de que esta última es aún más rara en las lagunas costeras estudiadas. Solamente se encontraron excepcionalmente algunos ejemplares en el Estero El Sargento.

Glycimeris gigantea

La almeja pinta es una especie poco común en las lagunas costeras, ya que más bien exhibe hábitos marinos; sin embargo, se le encontró cerca de la boca de El Sargento, con una abundancia relativamente alta. Se distribuye en sedimentos de arena media a fina. De acuerdo con su madurez gonádica, se supone que se reproduce a fines de la primavera. La ausencia de organismos pequeños en todos los muestreos impidió conocer su tasa de crecimiento.

REFERENCIAS

- Aguilera, F. y Mathews, P. (1974). Un estudio poblacional de la almeja lodera *Chione* sp. del Golfo de Santa Clara. V Congreso Nacional de Oceanografía, octubre 1969, México, D.F.
- Baqueiro-Cárdenas, E., Peña, I. y Massó, J.A. (1981). Análisis de una población sobreexplotada de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en la ensenada de La Paz, B.C.S., México. Ciencia Pesquera, 1(2): 1-8.
- Brusca, R.C. (1982). A Handbook of the Common Intertidal Invertebrates in the Gulf of California. Univ. of Arizona Press, Tucson, Arizona, 513 pp.
- FAO (1994). Aquaculture Production 1986-1992. FAO Fisheries Circ. No. 815, Rome.

According to its gonadal maturity, it is assumed to reproduce at the end of spring. It was not possible to determine its growth rate, since no small organisms were found in the samplings.

English translation by Jennifer Davis.

- Flores, M.A. (1971). Contribución al conocimiento ecológico de la pata de mula *Anadara tuberculosa* (Sow, 1833). Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México.
- Granados, G.J. (1970). Estructura de la población de almeja pismo *Tivela stultorum* en San Quintín, B.C. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México, 47 pp.
- Jacome-Pérez, L., Rosado-Matos, J. y García-Salgado, M. (1990). Ecología comunitaria de los moluscos bentónicos del Puerto de Veracruz y Antón Lizardo. Resúmenes IV Reunión Nacional de Malacología y Conquiliología, 9-12 octubre, La Paz, B.C.S.
- Keen, A.M. (1984). Sea Shells of Tropical West America. Stanford Univ. Press, Stanford, California, 1025 pp.
- Martínez-Córdova, L.R. (1980). Estudios de localización, ingeniería básica e impacto ambiental de la descarga de una planta termoeléctrica en Puerto Libertad, Sonora. Reporte Técnico CICTUS/CFE, Universidad de Sonora, 165 pp.
- Martínez, L.R. (1987). Estudio bioecológico de dos especies de almeja sometidas a sobreexplotación en el estero La Cruz, Sonora. Informe técnico final CICTUS/CONACYT, Universidad de Sonora, 67 pp.
- Martínez, L.R. (1988a). Bioecología de la almeja negra *Chione fluctifraga* (Sowerby, 1853). Rev. Biol. Trop., 36(2A): 213-219.
- Martínez, L.R. (1988b). Estudio malacológico de lagunas costeras del estado de Sonora. Informe técnico final CICTUS/CONACYT, Universidad de Sonora, 76 pp.
- Reguero, M. y García-Cubas, A. (1990). Distribución y abundancia de moluscos béticos en dos lagunas del estado de Tabasco. Resúmenes IV Reunión Nacional de Malacología y Conquiliología, 9-12 octubre, La Paz, B.C.S.

- Shannon, C.A. and Weaver, J. (1969). *The Mathematical Theory of Communication*. Univ. of Illinois Press, 47 pp.
- Toledano-Granados, A. (1977). Estudio preliminar de la fauna malacológica de la Laguna de Agiabampo, Sonora-Sinaloa, México. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 53 pp.
- Valdez-Pineda, M.C., Escalante-Cavazos, M.A. y López-Rivas, C.E. (1990). Aspectos ecológicos de los moluscos asociados a macroalgas en Mazatlán, Sinaloa. Resúmenes IV Reunión Nacional de Malacología y Conquiliología, 9-12 octubre, La Paz, B.C.S.
- Villalba, A. y De La O, M. (1987). Estudio sedimentológico de la laguna La Cruz. Informe técnico CICTUS, Universidad de Sonora, 72 pp.