



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS**

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS
EN OCEANOGRAFÍA COSTERA**

**“DISTRIBUCIÓN ESPACIAL EN LA COMPOSICIÓN DE
LA BIOCENOSIS Y TANATOCENOSIS DE MOLUSCOS
EN EL DELTA DEL COLORADO”.**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS
PRESENTA:
GUILLERMO ELIEZER AVILA SERRANO**

Ensenada, Baja California, Diciembre de 2005.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS**

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFÍA COSTERA

**Distribución Espacial en la Composición de la Biocenosis y
Tanatocenosis de Moluscos en el Delta del Colorado.**

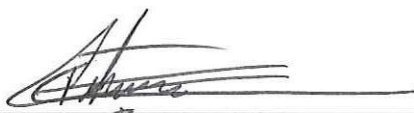
TESIS QUE PRESENTA

Guillermo Eliezer Avila Serrano

Aprobada por



**Dr. Karl W. Flessa
Presidente del Jurado**



**Dr. Eduardo Santamaría del Ángel
Sinodal Propietario**



**Dr. Roberto Millán Núñez
Sinodal Propietario**



**Dr. Miguel Ángel Huerta Díaz
Sinodal Propietario**



**Dr. Keith Heyer Meldahl
Sinodal Propietario**

DEDICATORIA

A Él, que es la vida.

A mis padres, que me encausaron en esta carrera. Siempre serán mi ejemplo.

A Martha, mi dulce complemento.

A Zaide y Memo, nuestro orgullo.

A mis hermanos y familiares, siempre me han apoyado de diferente manera.

Al Monolito de Geología, por la amistad y apoyo en todos los sentidos. Con especial agradecimiento a los que nos heredaron: Alfredo Chee, Roberto Pérez, Miguel López, Vicente Ferreira, Román Lizárraga y demás.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Karl Flessa por aceptar compartir su experiencia y conocimiento para realizar este trabajo, por su paciencia para entender mis escritos y pláticas en spanglish, así como su apoyo en las salidas de campo.

Al Dr. Keith Meldah quien desinteresadamente ayudó durante este proceso y colaboró con sus acertadas intervenciones.

A los Dres. Roberto Millán, Miguel Ángel Huerta y Eduardo Santamaría, quienes me dieron gran parte de su valioso tiempo para corregir este amplio escrito, y por sus acertados comentarios se puede entender mejor.

A la Luz de Geología (Dr. Téllez), quien en cierta forma me embarcó en esto que ha valido la pena y me apoyó incondicionalmente en todos los aspectos. Muchas gracias por tú revisión y correcciones.

A todos los estudiantes de la Universidad de Arizona y de la Facultad de Ciencias Marinas, que me apoyaron en los muestreos de campo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo durante la formación académica, beca con el Registro 123392.

Al programa de mejoramiento para el profesorado BECAS-PROMEP para la elaboración final de la tesis.

Al apoyo del proyecto CONACYT 28122T y el de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) correspondiente a la Convocatoria de 1998 con la Clave1358-6.

A todos los que de una u otra forma apoyaron para que esto saliera.

RESUMEN GENERAL

El área del Delta del Río Colorado, ha sido usada desde tiempos prehispánicos como sitio de asentamiento, dependiendo de las aguas del río así como de los recursos naturales existentes, especialmente de moluscos. En los últimos 50 años se ha modificado el aporte del Río Colorado y como consecuencia se ha alterado la ecología de la zona. Usando Paleoecología aplicada se pretende definir el cambio de la estructura de la comunidad de los moluscos bentónicos del Delta del Colorado. Se realizaron muestreos de la macrofauna bentónica en 1999 y 2000 a lo largo de las planicies de marea en las localidades: 1) Campo Don Abel (norte de San Felipe), Isla Vega, Isla Sacatosa, Isla Montague (Estero Chayo) y frente la Estación de la Reserva de la Biosfera del Río Colorado, al norte del poblado pesquero Golfo de Santa Clara, Son. La taxocenosis de la biocenosis fue 26 especies y la tanatocenosis reciente 122 especies, donde predominaron bivalvos y gasterópodos. La causa de la mayor riqueza de especies en la tanatocenosis es la acumulación temporal siendo un indicador de como las comunidades deltaicas han cambiado debido a causas naturales y antropogénicas en el pasado reciente. La abundancia total a lo largo de los transectos, para la biocenosis fue en el mesomareal inferior y para la tanatocenosis en el meomareal superior. El bivalvo *Mulinia coloradoensis* fue la especie dominante en la tanatocenosis. En la biocenosis su presencia se limita a la desembocadura del Río Colorado y la baja abundancia es consecuencia de la ausencia de agua dulce. Actualmente domina el bivalvo *Chione* y otros gasterópodos, debido a las condiciones más salinas.

GENERAL ABSTRACT

The area of Colorado River Delta, was used in prehispanic times like a place to live. The people depend of the river water and the natural resources for their livelihood, especially of mollusks. The recent activity of the man in the last 50 years, made big changes in the effluent of Colorado River and the consequence are over the ecology of the zone. We used Palaeocology to define the change in the community structure of benthic mollusks in flats of Colorado Delta. Took samples of the benthic macrofauna along the mud flats in 1999 and 2000 in localities: 1) Campo Don Abel (north of San Felipe, B.C.), Isla Vega, Isla Sacatosa, Isla Montague (Estero Chayo) and front of the Station in Research of the Biosphere of Colorado River, to the north of the fishery village Golfo Santa Clara, Sonora. The taxocenosis of biocoenosis were 26 species and 122 for recent tanathocoenosis, where bivalves and gastropod are more abundant. The reason for mayor species richness in recent tanathocoenosis is for the time range and in the last years this indicates the change of deltaic communities for natural and anthropogenic reasons. The abundance along transects for biocoenosis was in medium mesomareal and to recent tanathocoenosis in upper mesomareal. The bivalve *Mulinia coloradoensis* was the dominant specie in tanathocoenosis. In biocoenosis its presence were limited in the mouth of Colorado River, and the low abundance is consequence of the absent of river water. Actually the genuses *Chione* are dominant and others gastropods of saline conditions.

CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	i
RESUMEN GENERAL.....	ii
GENERAL ABSTRACT.....	iii
CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABLAS.....	xi
LISTA DE ANEXOS.....	xiii
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS PARTICULARES.....	3
HIPÓTESIS.....	3
ÁREA DE ESTUDIO.....	4
1.- BIOCENOSIS.....	7
RESUMEN.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
ÁREA DE ESTUDIO.....	11
TRABAJO DE CAMPO Y LABORATORIO.....	12
ANÁLISIS DE DATOS.....	16
RESULTADOS.....	19
Campo Don Abel.....	19
Abundancia.....	20
Análisis de agrupamiento.....	21
Diversidad y Equitatividad de especies.....	23
Disimilitud de Bray-Curtis.....	26
Isla Vega.....	27
Abundancia.....	27
Análisis de agrupamiento.....	28
Diversidad y Equitatividad de especies.....	28
Disimilitud de Bray-Curtis.....	29
Isla Sacatosa.....	29
Abundancia.....	29
Análisis de agrupamiento.....	30
Diversidad y Equitatividad de especies.....	30
Disimilitud de Bray-Curtis.....	31
Estero Chayo.....	31
Abundancia.....	31
Análisis de agrupamiento.....	32
Diversidad y Equitatividad de especies.....	32

Disimilitud de Bray-Curtis.....	33
Golfo Santa Clara.....	33
Abundancia.....	33
Análisis de agrupamiento.....	34
Diversidad y Equitatividad de especies.....	34
Disimilitud de Bray-Curtis.....	34
DISCUSIÓN	35
Composición de especies.....	35
Densidad.....	42
Riqueza, diversidad y equitatividad.....	45
CONCLUSIONES.....	46
2.- TANATOCENOSIS.....	48
RESUMEN.....	48
INTRODUCCIÓN.....	49
ÁREA DE ESTUDIO.....	52
TRABAJO DE CAMPO Y LABORATORIO.....	55
ANÁLISIS DE DATOS.....	57
RESULTADOS.....	58
Campo Don Abel.....	58
Abundancia.....	58
Análisis de agrupamiento.....	62
Diversidad y Equitatividad de especies.....	61
Disimilitud de Bray-Curtis.....	63
Isla Vega.....	65
Abundancia.....	65
Análisis de agrupamiento.....	65
Diversidad y Equitatividad de especies.....	66
Disimilitud de Bray-Curtis.....	67
Isla Sacatosa.....	67
Abundancia.....	67
Análisis de agrupamiento.....	68
Diversidad Equitatividad de especies.....	68
Disimilitud de Bray-Curtis.....	68
Estero Chayo.....	69
Abundancia.....	69
Análisis de agrupamiento.....	70
Diversidad y Equitatividad de especies.....	70
Disimilitud de Bray-Curtis.....	71
Golfo Santa Clara.....	72
Abundancia.....	72
Análisis de agrupamiento.....	72
Diversidad y Equitatividad de especies.....	72
Disimilitud de Bray-Curtis.....	73
Tanatocenosis antigua.....	74
Abundancia.....	75

Análisis de agrupamiento.....	80
Diversidad y Equitatividad de especies.....	84
Disimilitud de Bray-Curtis.....	84
Fechado.....	85
DISCUSIÓN.....	86
Composición de especies.....	88
Densidad.....	94
Riqueza, diversidad y equitatividad.....	96
CONCLUSIONES.....	101
3.- COMPARACIÓN DE LA BIOCENOSIS Y TANATOCENOSIS.....	103
RESUMEN.....	103
RESULTADOS.....	104
Abundancia.....	104
Diversidad Y Equitatividad de especies.....	106
Disimilitud de Bray-Curtis.....	108
DISCUSIÓN.....	110
Relación de los depósitos.....	110
Variación del hábitat.....	115
Interacción ecológica.....	119
CONCLUSIONES.....	126
SUMARIO Y CONCLUSIONES GENERALES.....	128
REFERENCIAS	131
ANEXOS.....	138

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Localización del área de estudio.	5
2	Foto de las planicies de maraea en las cinco localidades.	13
3	Foto que muestra lo cohesivo del lodo durante el tamizado.	15
4	Abundancia de organismos de la biocenosis a lo largo de los dos transectos de CDA durante Octubre y Mayo.	23
5	Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q de la biocenosis para CDA, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación.	24
6	Índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') para la biocenosis y tanatocenosis.	25
7	Equitatividad de para la biocenosis y tanatocenosis en base su comunidad hipotética	25
8	Índice de disimilitud de Bray-Curtis para la biocenosis de Campo Don Abel	26
9	Gráfica del índice de disimilitud de Bray-Curtis para la biocenosis en todos los transectos y localidades	27
10	Abundancia de organismos de la biocenosis a lo largo de los transectos de ISA e IVE, con sus respectivas estaciones y zona mesomareal.	28
11	Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q de la biocenosis para IVE, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación.	29
12	Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q de la biocenosis para ISA, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación.	30
13	Abundancia de organismos a lo largo de los transectos en la biocenosis de ECH1, ECH2 y GSC, con las estaciones y zona mesomareal.	32
14	Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q de la biocenosis para ECH, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación.	33
15	Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q de la biocenosis para ECH, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación.	35
16	Foto que muestra a <i>Nassarius moestus</i> consumiendo restos de <i>Mulinia coloradoensis</i> en la planicie de marea de IVE.	38

Figura		Página
17	Foto que muestra la predación de <i>N. chemitzi</i> sobre <i>Mulinia coloradoensis</i> en la planicie de marea de ISA.	39
18	Forma en que los braquiópodos viven en el sustrato	40
19	Representación de especies de bivalvos que habitan enterradas en sustrato lodoso.	41
20	Ubicación de los cheniers en las planicies de marea al noroeste del Golfo de California.	54
21	Vista aérea de los cheniers de Isla Sacarosa.	55
22	Fotos de los concheros muestreados.	57
23	<i>Mulinia coloradoensis</i> , el bivalvo más abundante en los cheniers modernos.	59
24	Abundancia de organismos a lo largo de los dos transectos de Octubre para la tanatocenosis reciente de CDA para: Norte (CDA1) y Sur (CDA2), con las estaciones y zona mesomareal.	61
25	Abundancia de organismos a lo largo de los dos transectos de Mayo para la tanatocenosis reciente de CDA: Norte (CDA4) y Sur (CDA3) con las estaciones y zona mesomareal.	61
26	Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q de la tanatocenosis reciente para las primeras 38 especies de CDA, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación.	63
27	Gráfica del índice de disimilitud de Bray-Curtis para la tanatocenosis reciente en todas los transectos de CDA.	64
28	Gráfica del índice de disimilitud de Bray-Curtis para la tanatocenosis reciente en todas las localidades.	64
29	Abundancia de organismos a lo largo del transecto de IVE para la tanatocenosis reciente con las estaciones y zona mesomareal.	66
30	Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q de la tanatocenosis reciente para las primeras 31 especies de IVE, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación.	66
31	Abundancia de organismos a lo largo de los dos transecto de ISA para la tanatocenosis reciente, con las estaciones y zona mesomareal.	68

Figura		Página
32	Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q de la tanatocenosis reciente para las primeras 20 especies de ISA, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación.	69
33	Abundancia de organismos a lo largo del transecto de ECH (ECH1 y 2) y GSC, para la tanatocenosis reciente con las estaciones y zona mesomareal.	71
34	Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q de la tanatocenosis reciente para el total de las especies de ECH, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación.	71
35	Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q de la tanatocenosis reciente para el total de las especies de GSC, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación.	73
36	Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q de los cinco cheniers modernos, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación.	80
37	Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q de los cuatro concheros, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación.	81
38	Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q de los concheros RLC Norte y Sur, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación.	82
39	Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q del conchero CCR, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación.	83
40	Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q del conchero SFE, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación.	83
41	Valores de disimilitud de Bray-Curtis de los cheniers modernos (cuadros) y concheros (rombos) con sus totales.	85
42	Foto del gasterópodo <i>Cerithidea mazatlanica</i> en las planicies de marea de Isla Vega, muestra la secuencia del efecto de erosión.	90

Figura		Página
43	Vista apertural y dorsal del gasterópodo <i>Epitonium bakhanstranum</i> .	90
44	Equinoideo <i>Mellita longifissa</i> de la tanatocenosis de CDA.	93
45	Bivalvo <i>Tagelus</i> sp que muestra ambas caras: a) lateral exterior y b) lateral interior.	94
46	Índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') con la equitatividad para todos los transectos de la biocenosis y tanatocenosis.	108
47	Gráfica del índice de disimilitud de Bray-Curtis para la biocenosis y tanatocenosis	110
48	Posición para alimentarse de diferentes bivalvos.	117
49	Fotos de organismos predados en la tanatocenosis reciente: a) <i>Nassarius ioides</i> , b) <i>Saxicava pacifica</i> , c) <i>Mulinia coloradoensis</i> .	122
50	Concha de <i>Chione</i> sp. cubierta de organismos epibetónicos en las planicies de marea de IVE.	125

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
I	Localidades de las planicies de marea muestreadas, con el código usado en el texto y sus características.	12
II	Localidades muestreadas con longitud de las planicies de marea, y el número de estaciones de cada una de las zonas mesomareales.	14
III	Localidades de la planicie de marea muestreadas en la biocenosis y tanatocenosis reciente con ubicación geográfica, fecha, número de transectos, de estaciones, y de especies.	20
IV	Orden de abundancia de las especies en las cinco localidades de la biocenosis con sus totales.	22
V	Densidad promedio de individuos/m ² , para la biocenosis en cada uno de los transectos y localidades.	23
VI	Riqueza, diversidad (H') y equitatividad (E) para cada uno de los transectos y localidades.	36
VII	Abundancia relativa y total de las 26 especies más comunes en la biocenosis y tanatocenosis reciente.	60
VIII	Densidad promedio de individuos/m ² , para la tanatocenosis reciente en cada uno de los transectos y localidades	62
IX	Riqueza, diversidad (H') y equitatividad (E) para cada una de los transectos y en la diferentes localidades	74
X	Abundancia total y porcentaje relativo de las especies identificadas en las cinco localidades de los cheniers modernos.	76
XI	Total de especies de moluscos de los cuatro concheros con su abundancia, porcentaje total, tipo de molusco y porcentaje según el tipo.	77
XII	Abundancia total de moluscos en los concheros RLC Norte y Sur.	78
XIII	Abundancia total de moluscos en el conchero CCR.	78
XIV	Abundancia total de moluscos en el conchero de SFE.	79
XV	Densidad promedio de individuos/m ² , para los concheros (tanatocenosis antigua) en cada una de las estaciones y localidades	79
XVI	Fechado realizado en las distintas localidades con la edad, las especies usadas y el tipo de fechado.	86

Tabla		Página
XVII	Longitud de las planicies de marea de las cinco localidades con su principal efecto energético y máxima abundancia de organismos en la zona intermareal, para la biocenosis y tanatocenosis reciente.	88
XVIII	Total de organismos y especies en la biocenosis y tanatocenosis.	104
XIX	Relación de las 25 especies más abundantes entre los diferentes depósitos. Los cuadros sombreados indican la relación del mismo depósito.	105
XX	Relación de todas las especies de la biocenosis, cheniers, concheros y, 93 de la tanatocenosis reciente.	106

ANEXOS

Tabla		Página
I	Especies encontradas en la biocenosis, para cada uno de los transectos de CDA y ECH con el total.	1
II	Especies encontradas en la tanatocenosis reciente en cada uno de los transectos y localidades, en orden alfabético con sus totales.	2

INTRODUCCIÓN GENERAL

La actividad humana ha alterado la superficie de la tierra drásticamente, especialmente por los desarrollos urbanos e industriales que conllevan el deterioro del medio ambiente. Esta alteración inició sensiblemente desde el siglo XVIII y aumentó considerablemente en la segunda mitad del siglo XX. Actualmente se sabe que los diferentes desarrollos antropogénicos (desarrollos urbanos, industriales y turísticos, principalmente), que se han realizado tanto en la línea de costa, como en la parte del continente, son los que de una u otra forma modifican la superficie de la tierra. Por lo estrecha que es la costa y su gran dinamismo, son más notorios sus cambios (Komar, 1988; Harding *et al.*, 1995; Rodriguez *et al.*, 2001a).

El desarrollo antropogénico mantiene una compleja interacción con la biosfera la cual comprende la parte de la atmósfera, parte de la hidrosfera y superficies continentales, particularmente a lo largo de la línea de costa.

Las modificaciones naturales y antropogénicas pueden modificar ecosistemas con signos como: ríos desviados, nuevas especies introducidas, otras especies extintas o en peligro de extinción. En zonas donde se han monitoreado continuamente ecosistema, es difícil distinguir entre los cambios antropogénicos y los naturales (Harding *et al.*, 1995; Grimes y Kingsford 1996; Carriquiry y Sánchez, 1999).

La principal causa del enmascaramiento de los efectos antropogénicos en un ecosistema, es el desconocimiento de las condiciones ambientales y

ecológicas previas a la alteración humana (Harding *et al.*, 1995; Villarreal *et al.*, 1999 y Rodríguez *et al.*, 2001a).

El Delta del Río Colorado, es uno de los casos más dramáticos de impacto ecológico pues desde el primer tercio del siglo XX, su flujo fue artificialmente modificado por pequeñas represas agrícolas, hasta grandes presas que se utilizan como fuente de energía, recreación, irrigación y uso urbano (Harding *et al.*, 1995; Kowalewski *et al.*, 2000). Actualmente es el mayor estuario en Norte América, con un total de 60,000 hectáreas de humedales, que proveen la interfase o frontera crítica del ecosistema marino del Alto Golfo de California. Hay más de 160,000 aves costeras, 60,000 aves acuáticas y 12 especies de plantas y animales amenazadas o en peligro de extinción que habitan estos humedales, así como 200,000 personas que viven en estos suelos aluviales (Carrillo *et al.*, 2001).

El estudio de los depósitos naturales o cambios artificiales de moluscos en el área del delta del Río Colorado, pueden proveer una alternativa para evaluar las fluctuaciones poblacionales cuando había descarga continua del río y el impacto en el ecosistema (Kidwell y Flessa, 1995). La importancia radical de esto es completar estudios de dinámica poblacional en las situaciones extremas en el delta (Rodríguez *et al.*, 2001b).

Basándonos en el concepto de Paleoecología Aplicada, en este trabajo se comparó la taxocenosis o clasificación taxonómica en los depósitos de moluscos bentónicos de la biocenosis (organismos vivos) y tanatocenosis (organismos muertos). En esta última, se nombró tanatocenosis reciente a los moluscos de las planicies de marea, y tanatocenosis antigua a los de los cheniers y concheros.

OBJETIVO GENERAL

Determinar el impacto ecológico que tuvo el cambio de las descargas en el Delta del Colorado, sobre la comunidad de moluscos bentónicos.

OBJETIVOS PARTICULARES

- 1) Describir la estructura espacial y temporal de la biocenosis (organismos vivos).
- 2) Describir la estructura espacial y temporal de la tanatocenosis, moluscos muertos recientes y antiguos (cheniers y concheros).
- 3) Comparar los moluscos de la biocenosis con la tanatocenosis del delta del Colorado.

HIPÓTESIS

- 1) La diferencia entre la abundancia de la biocenosis y tanatocenosis, puede reflejar los cambios del Río Colorado.

ÁREA DE ESTUDIO.

El Río Colorado drena un área aproximada de 630,000 km² al oeste de Norteamérica y desemboca en la parte Norte de México, en el Golfo de California, recorriendo una extensión aproximada de 2,300 Km desde su nacimiento en el estado de Colorado, Estados Unidos de Norteamérica, hasta su desembocadura en el Alto Golfo de California, México (Carrillo *et al.*, 2001).

El área de estudio se localiza en la Zona de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado (Fig. 1), entre los 31° 45' 06" a 31° 11' 14" N y 114° 33' 12" a 114° 52' 43" W, incluyendo los poblados de Golfo de Santa Clara, Sonora, y San Felipe, Baja California.

Es una región árida y caliente con una precipitación promedio anual de 68 mm, y una evaporación de de 250 cm/año. Los intervalos de marea pueden llegar entre los 10 a 12 m en la parte Norte durante mareas vivas (Meckel, 1975; Thompson, 1968; Miranda-Reyes *et al.*, 1990; Eisma, 1998).

La alta evaporación ayuda a incrementa la salinidad en las aguas del delta de Norte a Sur, así como hacia las bahías y estuarios. Esto ocasiona que el agua salada más densa se hunda y fluya hacia el Sur, que es remplazada por el flujo superficial hacia el Norte (Lepley *et al.* 1975).

La temperatura promedio del aire es de 14°C durante Enero y de 34°C durante Julio (Thompson, 1968; Ezcurra y Rodríguez, 1986).



Figura 1.- Localización del área de estudio en el norte del Golfo de California. En círculos rojos la ubicación de los concheros; en amarillo los transectos de las planicies de marea; entre comillas los cheniers.

Las corrientes de marea son mayores en la desembocadura del Río Colorado (Carvajal y Montaño, 1999), tienen una dirección al Sur en el lado de la costa de Baja California, y hacia el Este en el lado de Sonora, donde no hay influencia considerable del río. En la parte central la corriente es hacia el Sur

(Galindo-Bect, 2003), presentando de manera general un giro contrario a las manecillas del reloj. Este patrón también ha sido reportado por Álvarez-Borrego y Galindo-Bect (1974), y Lepley *et al.* (1975), quienes además señalan que dos veces al año se invierte por el calentamiento y enfriamiento del estuario salino del Río Colorado, así como por la desviación de la fuerza de Coriolis. Del lado de Baja California, Galindo-Bect (2003) observó lengüetas por transporte litoral alrededor de Isla Vega (norte de San Felipe) en dirección Norte, lo cual coincide con lo observado por Lepley *et al.* (1975) y García-Silva y Marinone (2000), quienes explican que los giros superficiales se producen por la turbidez, ondas internas, velocidades con fase de mareas y las capas superficiales que son movidas por el viento.

En 1999, el Delta del Colorado presentó las características de un estuario (Galindo-Bect, 2003). La temperatura medida fue de 29°C a 30°C, en el canal de lado de Sonora 27°C; mientras que la salinidad menor fue 35.2‰ y la mayor de 40.6‰. Estos valores coinciden con los reportados estacionalmente por Rodríguez *et al.* (2001a), de 35‰ a 40‰, y la temperatura durante verano llegó a los 30°C, pero en invierno bajó hasta los 15°C. A su vez, estos autores mencionan que los valores de temperatura coinciden con los tomados por Thompson (1979) y los de salinidad con los que obtuvo Roden (1964).

1. BIOCENOSIS

RESUMEN

En 1999 y 2000 se determinó la composición y distribución de la fauna macrobentónica (moluscos, equinodermos y braquiópodos) en la zona intermareal del Delta del Río Colorado, al norte del Golfo de California, México. Los muestreos se realizaron a lo largo de diez transectos de la zona intermareal desde la parte superior a inferior, en dos épocas del año para determinar la variación estacional de la fauna. Fueron identificadas 26 especies en 112 muestras con un total de 1,954 individuos. Dominó el gasterópodo epifaunal *Nassarius moestus*, bivalvos y equinoideos infaunales así como el braquiópodo linguloide *Glottidia palmeri*. La densidad de la fauna fue mayor hacia la parte inferior de la zona intermareal. La riqueza de las especies no varió significativamente a lo largo de los transectos, pero la diversidad (índice de Shannon) y equitatividad fueron mayores en los transectos del sur, los más alejados de la boca del río. La composición de las especies (diversidad y equitatividad) de los transectos del sur, puede explicarse por la variación en la región de la salinidad y tipo del sustrato. Actualmente la densidad de la fauna es de tres a siete individuos/m², mucho menor a la reportada antes de la construcción de las presas y que afectó los hábitat en el Delta del Río Colorado. La densidad de las poblaciones es menor en poblaciones de macrofauna, principalmente por la disminución en la población del bivalvo *Mulinia coloradoensis*.

INTRODUCCIÓN

A partir de 1935, el Delta del Colorado comenzó su acelerada transformación tras la construcción de la presa Hoover. Las obras posteriores han ocasionado que actualmente su flujo sea casi nulo hacia el delta, debido al intenso uso del agua para los fines humanos.

La consecuencia del uso del agua, produjo que la ecología se altere produciendo pérdida de la biodiversidad y degradación en las funciones del ecosistema, así como ausencia de agua que fluya hacia el Alto Golfo de California (Carrillo *et al.*, 2001).

Por otra parte, la política del manejo de agua de Estados Unidos de Norteamérica ha impactado considerablemente el delta, ya que la disminución del flujo del río hace 40 años, ha ocasionado un incremento de la salinidad en las aguas del delta (Cohen y Henges-Jeck, 2001). Esto también se ha reflejado en las tierras aledañas al río afectando la calidad del suelo, sobretodo del lado mexicano, ya que el aumento de sal y otros factores han destruido el potencial agrícola en algunas áreas, dando como resultado que alrededor del 20% de los campos hayan sido abandonados (Carrillo *et al.*, 2001).

Ecológicamente el Delta del Río Colorado es muy valioso por ser un área de reproducción y cría de especies económicamente importantes, como el camarón blanco y oscuro (*Litopenaeus stylirostris* y *Farfantepenaeus californiensis*, respectivamente) (Galindo-Bect, 2003), así como la corvina golfina (*Cynoscion othonopterus*) (Rowell *et al.*, 2005). Además, es un hábitat de especies en peligro de extinción, como la vaquita marina (*Phocoena sinus*), la

totoaba (*Totoaba macdonaldi*) (Millán-Núñez *et al.* 1999), y el bivalvo *Mulinia coloradoensis* (Rodríguez *et al.*, 2001a; Flessa, 2002; Avila-Serrano *et al.*, 2005; Cintra-Buenrostro *et al.*, 2005).

En diferentes partes del mundo se han realizado monitoreos ecológicos o ambientales durante décadas, esto ha permitido evaluar los procesos que alteran el ambiente natural y artificialmente. Donde no hay estos monitoreos, se frustran los esfuerzos para las restauraciones ecológicas (Harding *et al.*, 1995). La información básica de la estructura de las comunidades, sus cambios estacionales tanto en ciclos de mediano como largo plazo, son información básica a considerar en programas exitosos de restauración ecológica. Por otra parte, se ha visto que donde se realizan restauraciones ecológicas sin éxito, además de lo mencionado, es por la falta de adecuados antecedentes (Harding *et al.*, 1995; Rodríguez *et al.*, 2001a).

La productividad en el Alto Golfo de California es alta aún con la falta de flujo de agua del Río Colorado (Hernández-Ayón *et al.* 1993; Millán-Núñez *et al.* 1999), pero Kowalewski *et al.* (2000) muestran que la fauna de moluscos ha disminuido hasta un 90%. Sus conclusiones se basan con la comparación de la abundancia de las conchas depositadas en la playa, y de fauna viva. Cintra-Buenrostro *et al.* (2005) también determinan la interacción trófica con el efecto antropogénico, basados en registros de predación para *Mulinia coloradoensis*, y concluyen que la disminución de abundancia y diversidad de especies es a partir de la construcción de las presas.

La diversidad de la fauna deltaica ha disminuido pero no se ha estudiado

completamente, particularmente la macrobentónica. Solo existen unos estudios muy generales, como los de Villarreal-Chávez y Carmona-Cedillo (1999), quienes determinaron la infauna bentónica al sur del delta (costa de Sonora). Encontraron que la estructura de la comunidad está muy influenciada por la bioturbación y tamaño del sedimento.

En este estudio se reporta por primera vez un análisis cualitativo y cuantitativo de la distribución de la macrofauna viva intermareal de moluscos, braquiópodos y equinodermos en las planicies del Delta del Colorado. Esto proporcionará un punto de comparación de la fauna presente con la de antes de la construcción de las presas, por medio de la tanatocenosis reciente y antigua. Además, proporcionará una alternativa para evaluar el impacto ambiental de las planicies deltaicas por la desviación de las aguas del río.

ÁREA DE ESTUDIO

Las planicies de marea del Delta del Colorado son subaéreas y cubren alrededor de 2,000 km², las más expuestas están en la parte norte (Eisma, 1998). Predominantemente están dominadas por mareas de rango semidiurno y oleaje tipo "sea" que proviene del sureste, lo que produce transporte litoral al norte (Cupul y Téllez, 1997). La forma como inunda el agua la costa es por: 1) agua muy alta a agua alta baja; 2) agua muy alta a agua baja alta; y 3) agua muy alta a agua muy baja (Eisma, 1998).

Para los muestreos de la biocenosis, se seleccionaron seis localidades en el área deltaica: Campo Don Abel, Isla Vega, Isla Sacatosa, Isla Montague en Estero Chayo y frente la Estación de la Reserva de la Biosfera del Río Colorado, 5 Km al norte del poblado pesquero Golfo de Santa Clara, Son. (Fig. 1, localidades en amarillo y Tabla I). Esta Tabla muestra las localidades de recolecta para la biocenosis y tanatocenosis reciente (Fig. 1), indicando el código utilizado en el texto, figuras y tablas que se realizaron. Según la ubicación de las cinco localidades, se puede dividir el área de estudio en Zona Sur (CDA e IVE) y Zona Norte (ISA, ECH y GSC).

La planicie deltaica de CDA tiene una extensión de 500 m durante marea baja y los sedimentos son lodos arenosos (Fig. 2a). Las otras dos planicies más al Norte, IVE e ISA (Fig.1, 2b y 2c, respectivamente), predomina lodo arcilloso y llegan a tener de 1,500 m hasta poco más de 2,000 m de longitud durante mareas vivas. La planicie de ECH, entre Baja California y Sonora (Fig.1 y 2d), también

tiene lodo arcilloso, pero a diferencia de las anteriores, presenta lentes de aire y una longitud de 500 a 800 m en dirección a la costa limitada por pasto marino (*Distichlis palmeri*). En la costa de Sonora, al norte del poblado Golfo Santa Clara, la planicie lodosa-arcillosa tiene una extensión de hasta 800 m (Fig.1 y 2e).

Tabla I. Localidades de las planicies de marea muestreadas, con el código usado en el texto y sus características.

ESTACIÓN	CÓDIGO	CARACTERÍSTICA
Campo Don Abel	CDA	Biocenosis y tanatocenosis reciente de Zona Sur
Isla Vega	IVE	Biocenosis y tanatocenosis reciente de Zona Sur
Isla Sacarosa	ISA	Biocenosis y tanatocenosis reciente de Zona Norte
Estero Chayo	ECH	Biocenosis y tanatocenosis reciente de Zona Norte
Golfo Santa Clara	GSC	Biocenosis y tanatocenosis reciente de Zona Norte

TRABAJO DE CAMPO Y LABORATORIO

La selección de las estaciones de recolecta en las planicies del Delta del Colorado, se realizó después de una prospección y se ubicaron de Norte a Sur (Fig. 1). Como se hicieron muestreos estacionales, se posicionaron mediante un GPS para hacerlos en el mismo sitio.

Debido a los cambios de extensión y sustrato de las planicies de marea, los transectos fueron de diferente longitud (Tabla II). Por lo que cada localidad la zona mesomareal tiene distinta extensión, y se dividieron de acuerdo a la

influencia de la marea en: superior, media e inferior (Tabla II).

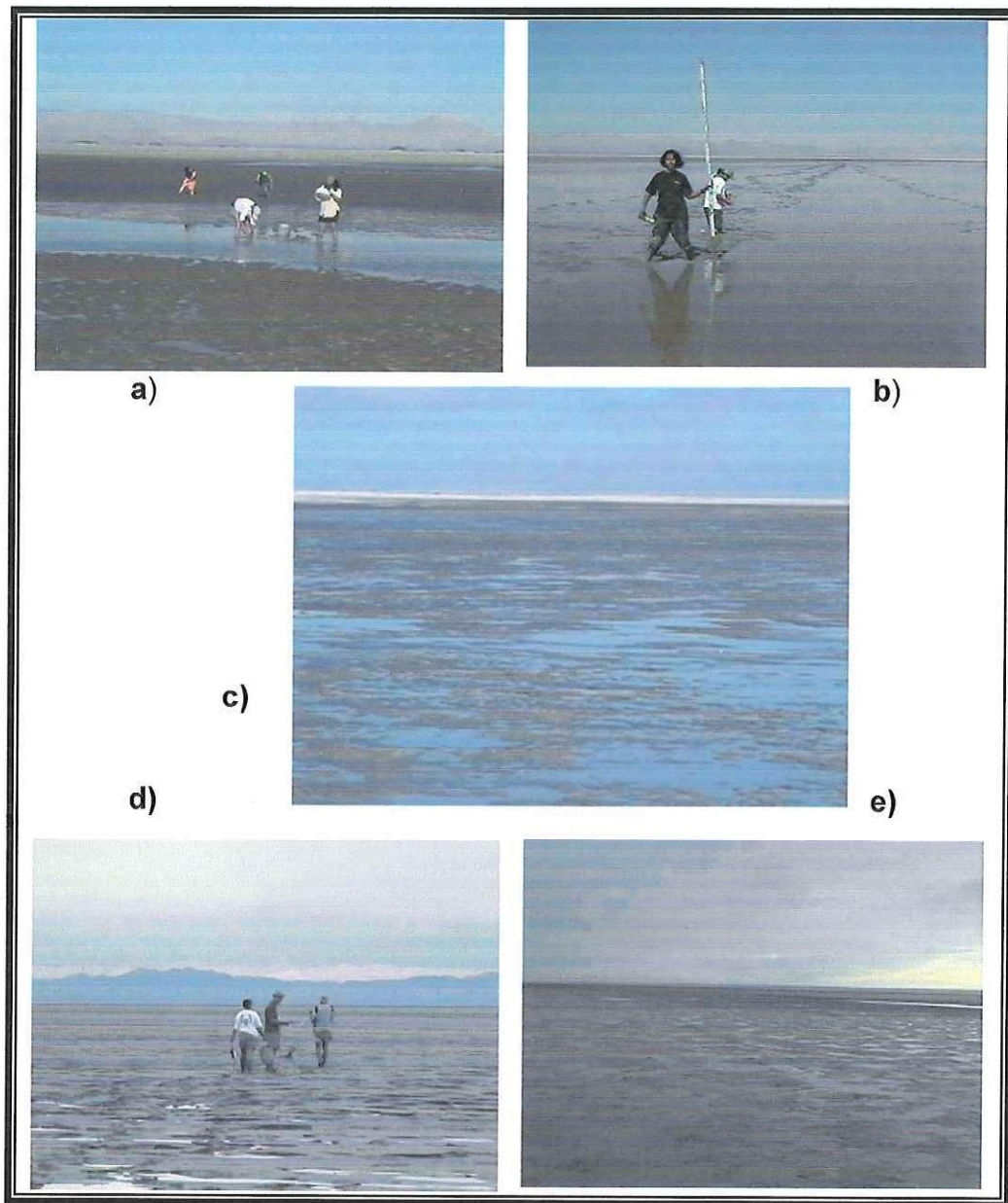


Figura 2.- Panorámica de las planicies de marea de las cinco localidades donde se realizó el muestreo de las biocenosis y tanatocenosis reciente. a) CDA, b) IVE, c) ISA, d) ECH y e) GSC.

En CDA se realizaron dos transectos perpendiculares a la línea de costa separados 50 m (denominados Norte y Sur). En cada transecto se ubicó

estaciones a 50 m y en las otras localidades (IVE, ISA, ECH y GSC) cada 100 m por lo extenso de las planicies de marea. Para cada estación, se realizó un muestreo aleatorio con un cuadrante de 1 m² y su réplica recolectada a un lado.

Tabla II. Localidades muestreadas con longitud de las planicies de marea, y el número de estaciones de cada una de las zonas mesomareales.

LOCALIDAD	LONGITUD (m)	MESOMAREAL SUPERIOR	MESOMAREAL MEDIO	MESOMAREAL INFERIOR
CDA	500	1 a 3	4 a 6	7 a 10
IVE	2,200	1 a 7	8 a 14	15 a 22
ISA	1,600	1 a 5	6 a 10	11 a 16
ECH	800	1 a 3	4 a 6	7 a 8
GSC	800	1 a 3	4 a 6	7 a 8

Para detectar si hay cambio estacional en la composición de la biocenosis, se realizaron dos muestreos en la localidad de CDA (Zona Sur) e ISA (Zona Norte), uno en otoño-invierno de 1999-2000 y el otro en primavera-verano del 2000. En ambas zonas se realizaron 5 transectos perpendiculares a la playa (entre 500 y 2,000 m de longitud), con un total de 59 estaciones al Sur y 53 en el Norte.

El muestreo se hizo con un cuadrante de 1 m² hasta 10 cm de profundidad en cada estación con su réplica (Fursich y Flessa, 1987; Brower y Zar, 1977). Previamente se hicieron pruebas con luz de malla diferente para determinar la apropiada y obtener poblaciones representativas, así como la forma más adecuada para tamizar el lodo por ser muy cohesivo (Fig. 3). Lo más efectivo fue presión hidráulica manual (PHM), consistió en lavar a presión y que los lodos

fluyeran. Esto permitió aprovechar mejor el ciclo de marea que es corto, con relación a lo extenso de las planicies y el número de transectos así como estaciones donde se recolectó. Las muestras se tamizaron con una luz de malla de 0.6 cm, para obtener las asociaciones de organismos representativos del medio.

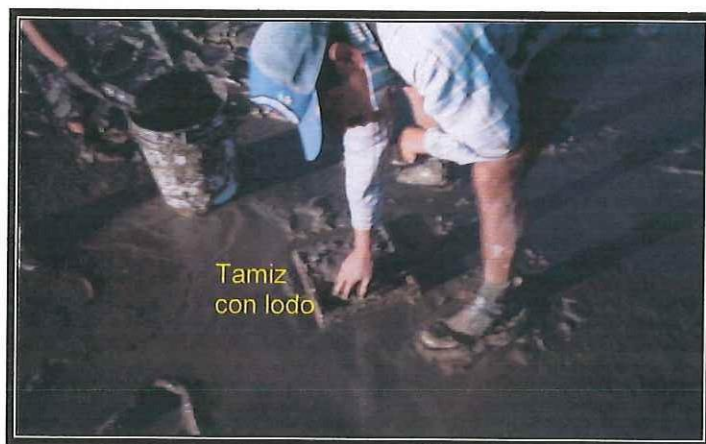


Figura 3.- Tamizado de una muestra lodosa. Se muestra lo cohesivo del material, y no se distinguen las conchas de los organismos presentes.

Durante el tamizado se separaron los organismos vivos de los muertos. Con el fin de no alterar el medio, se hizo muestreo con reemplazo, previa identificación y conteo. De los organismos no identificados o dudosos, se colectó un ejemplar para clasificarlo en laboratorio.

Para evitar conteos repetidos de fragmentos de bivalvos, sólo se contaron quienes conservaran el umbo de las valvas. Para los gasterópodos, se contó los fragmentados con ápice.

En la identificación de los moluscos se utilizó el libro de Keen (1971), y la

colección de referencia de la Universidad de Arizona y del Museo de Historia Natural de San Diego.

Con las especies identificadas se elaboró una colección de referencia que se depositó en la Colección Paleontológica de Referencia de la Universidad Autónoma de Baja California.

ANÁLISIS DE DATOS

Las especies encontradas en la biocenosis, se acomodaron con el conteo. Con el fin de determinar las más dominantes, se ordenaron por abundancia para cada estación, transecto y localidad con sus respectivos totales. Después de este arreglo, se procedió al análisis estadístico descrito a continuación, para comparar las estaciones, transectos y localidades.

1) Basados en el orden de abundancia se determinó el número de individuos/ m², como un indicador de la diversidad de la comunidad.

2) Con los datos estandarizados se hizo análisis de agrupamiento modo Q y se graficó en un dendograma para las diferentes especies. El agrupamiento se hizo con ligamiento promedio entre las diferentes especies en cada estación y localidad, con el fin de poder notar su composición entre las distintas localidades. En los dendogramas se utilizó distancia Euclidiana, se define como la distancia significativa a partir de donde se relacionan los grupos analizados, los valores más bajos indican mayor relación de los grupos comparados (Krebs, 1998).

3) Para la diversidad de las especies, se calculó con el índice de Shannon-Weaver, por medio de la ecuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i, \quad (1)$$

donde H' es el índice de Shannon-Weaver, la sumatoria ($\sum$) va de 1 hasta n individuos y P_i , es la razón entre n_i , el número de individuos de la i -ésima especie, y n , el total de individuos en la muestra (Dodd y Staton, 1990).

El principal objetivo del índice Shannon-Weaver, es medir al sistema en orden o desorden. Es una medida de la heterogeneidad o de la manera en que está estructurada la comunidad, y solo se debe de usar en muestreos al azar de una comunidad grande o con gran cantidad de organismos donde se puede conocer el total de especies (Krebs, 1998), como es nuestro caso de estudio.

4) El índice de equitatividad de especies, se basa en el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') con relación al valor máximo hipotético (Krebs, 1998). Este índice permite ver la distribución de las especies considerando las dominantes y raras (Krebs, 1998). Es decir, cuantifica una comunidad hipotética donde todas las especies son igual de abundantes. Su ecuación es:

$$E = \frac{H'}{H_{\max}}, \quad (2)$$

donde H' es el valor de la diversidad (Shannon-Weaver) y $H_{\max}$ el valor de la diversidad máximo de la comunidad hipotética (Dodd y Staton, 1990). Esta

comunidad se obtiene con el logaritmo natural del número de especies que tiene la muestra ($\ln S$).

Los valores de la equitatividad se obtuvieron en lo que Hurlbert (1971) llama V' y que es la más utilizada, el valor es de 0 a 1 (Kreb, 1998). Si es uno, indica que son igual de abundantes las especies en la comunidad, menores o más pequeñas indica diferencia en la abundancia de las especies (Dodd y Staton, 1990 y Krebs, 1998). Este valor busca cuantificar la desigualdad de las pocas especies dominantes con las pocas comunes y que generalmente son menos, por lo que es una representación de una comunidad hipotética en donde todas las especies son igualmente de comunes (Krebs, 1998; Dodd y Staton, 1990).

5) Se calculó la disimilitud mediante el índice de Bray-Curtis (B) para comparar las comunidades muestreadas. Este índice es un coeficiente estandarizado del método métrico de Manhattan, tiene un rango de 0 (similar) a 1 (no similar) y que varios autores prefieren definirla con el complemento ($1 - B$), por lo que su resultado es lo inverso a lo mencionado (Krebs, 1998). Se calcula con la fórmula:

$$BC_{ij} = \frac{(b + c)}{(2a + b + c)}, \quad (3)$$

donde **BC** es el índice de Bray-Curtis; **a** es el número de taxa en las dos muestras (i-j); **b** es el número de taxa para la muestra i, y **c** es el número de taxa de la muestra j (Pandolfi y Minchin, 1995). Los valores obtenidos se presentan en gráficas, donde se indican los grupos por su disimilitud.

La disimilitud del índice de Bray-Curtis (B) muestra cambios relativos de la abundancia entre especies y su correlación, indicando la diferencia de dicha abundancia (Pandolfi y Minchin, 1965; Krebs, 1998). Ignora casos donde las especies están ausentes y hay influencia de especies dominantes. Por lo tanto, especies raras afectan muy poco su valor, de tal forma que resaltan las especies importantes de la comunidad y se considera una herramienta con peso estadístico y confiable (Krebs, 1998 y Cintra-Buenrostro, 2000).

Se utilizó este coeficiente por ser estadísticamente robusto y efectivo para los datos del análisis en la composición taxonómica, ya que es menor el sesgo y muestra la comunidad más representativa (Pandolfi y Minchin, 1995; Cintra-Buenrostro, 2000).

RESULTADOS

Los resultados están por localidad con el siguiente orden: 1) Número de individuos y especies; 2) Distribución a lo largo del transecto; c) Individuos/m²; 3) Análisis de agrupamiento de las especies; 4) Diversidad de las especies (índice de Shannon-Weaver); 5) Equitatividad de las especies y; 6) Disimilitud entre las estaciones y localidades (índice de Bray-Curtis).

CAMPO DON ABEL

Se hicieron transectos perpendiculares a la playa separados 50 m, dos en Octubre de 1999 y dos en Mayo del 2000, 19 y 18 estaciones, respectivamente

(Tabla III y Tabla I en Anexos). Fue la localidad con la mayor cantidad de especies, 20 de las 26 encontradas y 1,064 organismos de los 1,954 (Tabla IV). Esto es más del 50% a lo encontrado en el área de estudio (76.9 y 54.4%, respectivamente).

Tabla III. Localidades de la planicie de marea muestreada para la biocenosis y tanatocenosis reciente con su ubicación geográfica, fecha, número de transectos, de estaciones, y de especies. Nota: El total del número de especies no es la suma de la columna, sino el total de las que se encontraron en cada localidad.

Localidad	Fecha de Muestreo	Número de Transectos	Número de Estaciones	No. de Especies Bioce – Tanato	
CDA N 31° 11' 45" 114° 53' 53"	Octubre de 1999	2 CDA 1 CDA 2	10 9	4	53
				7	64
IVE N 31° 20' 29" W 114° 52' 25"	Noviembre de 1999	1 IVE	22	8	65
ISA N 31° 30' 2" W 114° 51' 24"	Diciembre de 1999	1 ISA 1	16	5	42
ECH N 31° 39.948' W 114° 41.704'	Febrero de 2000	2 ECH 1 ECH 2	6 8	3	17
				3	9
GSC N 31° 45.061' W 114° 33.528"	Febrero de 2000	1 GSC	8	4	21
CDA N 31° 11' 45" 114° 53' 53"	Mayo de 2000	2 CDA 3 CDA 4	9 9	13	96
				9	101
ISA N 31° 30' 2" W 114° 51' 24"	Agosto de 2000	1 ISA 2	15	0	51
	TOTAL	10	112	26	122

Es mayor el número de organismos y especies en Mayo (813 y 16, respectivamente; Tabla V), en Octubre disminuyó a 251 organismos y 8 especies

(Tabla IV).

De las especie dominantes, el equinoideo *Mellita longifissa* mantuvo su abundancia. En Mayo aumentó el gasterópodo *Nassarius moestus*, además apareció el bivalvo *Tellina meropsis* con gran abundancia y de manera dominante (Tabla IV).

El número de individuos a lo largo de los transectos es diferente en los dos meses muestreados (Fig. 4). Fue mayor en Mayo (CDA3 y CDA4), en el transecto Norte (CDA4) hay más organismo (438) que el Sur (375, CDA3), y sobresale el mesomareal superior (estaciones 1 a 3 en Fig. 4). También en Octubre el transecto Norte (CDA2) tiene más organismos que el Sur (139 y 112, respectivamente, Fig. 4). En general, el número de los individuos en los dos meses es más homogéneo en la zona mesomareal media e inferior (estación 4 a 10).

La densidad promedio de individuos en CDA fue $28/\text{m}^2$ y es la mayor de la localidad (Tabla V). En ambos muestreos los dos transectos tienen valores parecidos, pero aumentó mucho durante Mayo (CDA 3 y 4, Tabla V), el transecto Sur (CDA3) tiene el mayor valor ($48/\text{m}^2$).

El dendograma de análisis de agrupamiento modo Q del número de organismos de cada especie en CDA (Fig. 5), se hizo considerando los muestreos de Octubre y Mayo independientemente. Son cuatro grupos de la distancia significativa de 100 (línea discontinua); los primeros tres aglutinan (de abajo hacia arriba) las especies más abundantes (*Tellina meropsis*, *Mellita longifissa* y *Nassarius moestus*), las otras 17 especies forman el cuarto grupo que divide en 2

subgrupos. El primero de estos agrupa a los bivalvos *Donax navicula* y *Chione pulicardia*, en el otro están las 15 especies menos abundantes.

Tabla IV.- Orden de abundancia de las especies en las cinco localidades de la biocenosis con sus totales. CDA de Octubre, Mayo y el total de ellos (CDAO, CDAM, CDA, respectivamente).

ESPECIE	CDAO	CDAM	CDA	IVE	ISA	ECH	GSC
<i>Nassarius moestus</i>	51	140	191	188	5	166	170
<i>Tellina meropsis</i>		430	430				
<i>Mellita longifissa</i>	156	164	320				
<i>Chione fluctifraga</i>				91	75	28	20
<i>Glottidia palmeri</i>				109			2
<i>Donax navicula</i>		45	45				
<i>Chione pulicardia</i>	27	11	38				
<i>Mulinia coloradoensis</i>		1	1	11	3		
<i>Encope grandis</i>	11		11				
<i>Pitar concinnus</i>		6	6				
<i>Strigilla interrupta</i>				6			
<i>Natica chemnitzii</i>		2	2	3			
<i>Solenosteira capitanea</i>	2		2		2		
<i>Nuculana impar</i>	1	3	4				
<i>Protothaca grata</i>		1	1	3			
<i>Tagelus affinis</i>							4
<i>Tellina amianta</i>		3	3				
Cangrejo ermitaño	2		2				
<i>Cumingia pacifica</i>					1	1	
<i>Epilucina californica</i>		2	2				
<i>Felaniella sericata</i>		1	1			1	
<i>Macoma siliqua siliqua</i>		2	2				
Bivalvo sp.				1			
<i>Olivella zanoeta</i>	1		1				
<i>Saxicava pacifica</i>		1	1				
Veneridae		1	1				
Total	251	813	1064	412	86	196	196

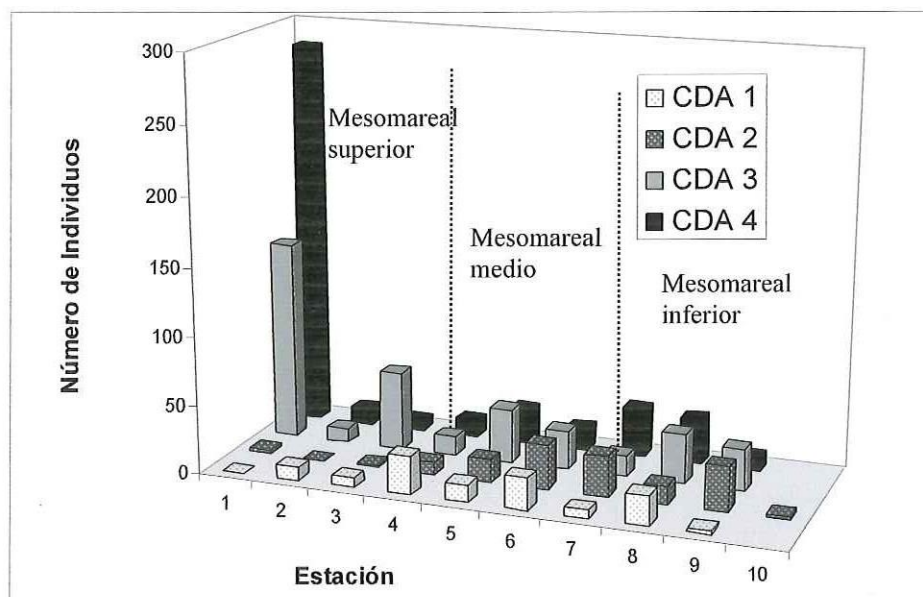


Figura 4.- Abundancia de organismos en la biocenosis de CDA durante Octubre (CDA1 Norte y CDA2 Sur) y Mayo (CDA3 Sur y CDA4 Norte), a lo largo de los dos transectos con las estaciones muestreadas (1 a 10) y zona mesomareal.

Tabla V.- Densidad promedio de individuos/m², para la biocenosis en cada uno de los transectos y localidades (subrayadas).

Transecto	Densidad	Transecto	Densidad
CDA 1	12.44	ISA2	0
CDA 2	13.90	<u>ISA</u>	<u>5.38</u>
CDA 3	48.66	ECH1	26.66
CDA 4	41.66	ECH2	4.50
<u>CDA</u>	<u>28.76</u>	<u>ECH</u>	<u>14.00</u>
<u>IVE</u>	<u>18.72</u>	<u>GSC</u>	<u>24.50</u>
ISA1	5.38	TOTAL	17.45

La diversidad de especies obtenida con el índice de Shannon-Weaver en CDA, es alta con respecto a los otros transectos y localidades de la biocenosis (Fig. 6, círculos) con diferencia entre Octubre y Mayo. En general sus valores

varían alrededor de 0.5, el transecto Norte de Octubre (CDA1) es el menor (0.41) y Norte de Mayo (CDA4) es mayor (0.62). Los transectos Sur de Octubre y Mayo (CDA2 y CDA3, respectivamente) sus valores son similares (0.51 y 0.50, respectivamente).

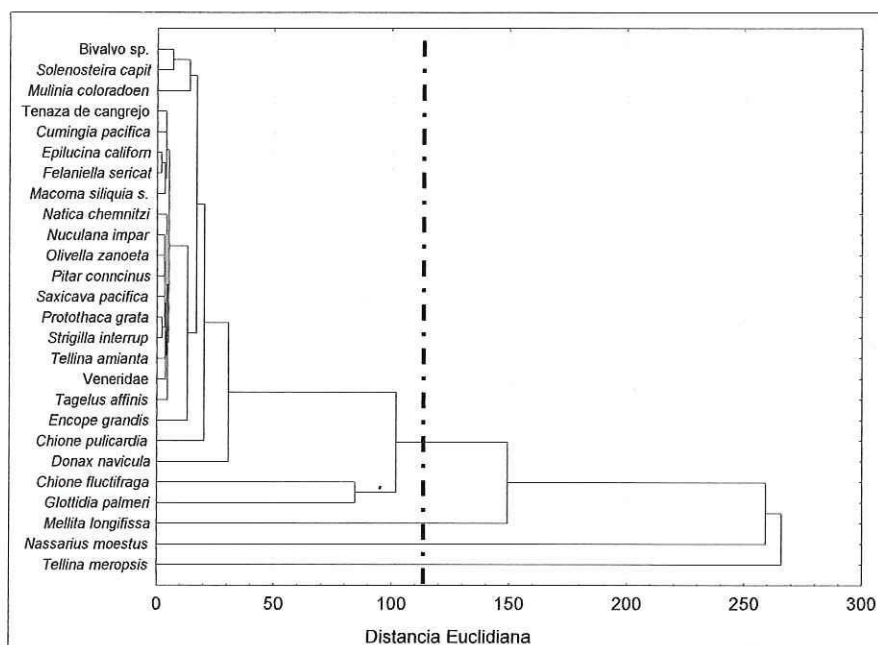


Figura 5.- Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendrograma del análisis de agrupamiento modo Q de la biocenosis para CDA, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación. La línea discontinua remarcada es la distancia significativa de donde se consideran los cuatro grupos de mayor similitud.

En la equitatividad de especies en la biocenosis de CDA (Fig. 7, círculos), el transecto Sur de Mayo (CDA3) tiene el valor más bajo (0.45) y el mayor (0.68) fue para el Norte de Octubre (CDA1). Por otra parte, el transecto Norte de Mayo y Sur de Octubre (CDA4 y CDA2, respectivamente), tuvieron valores parecidos (0.60 y 0.65, respectivamente), así como el total de Octubre y Mayo (0.54 y 0.49, respectivamente).

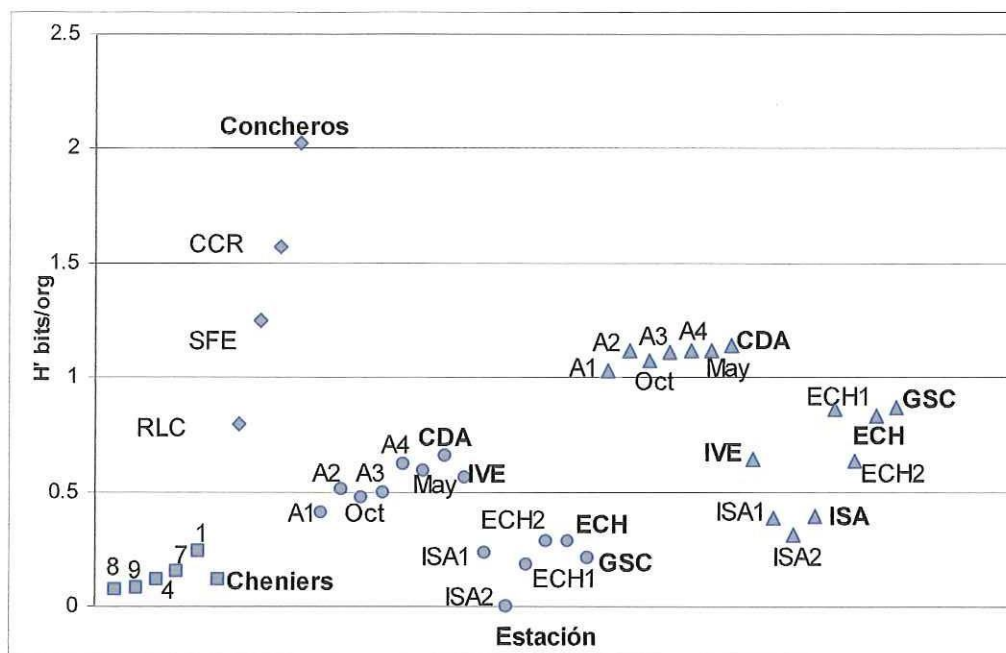


Figura 6.- Índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') para la biocenosis y tanatocenosis: biocenosis (círculos), tanatocenosis reciente (triángulos), cheniers modernos (cuadros), y concheros (rombos).

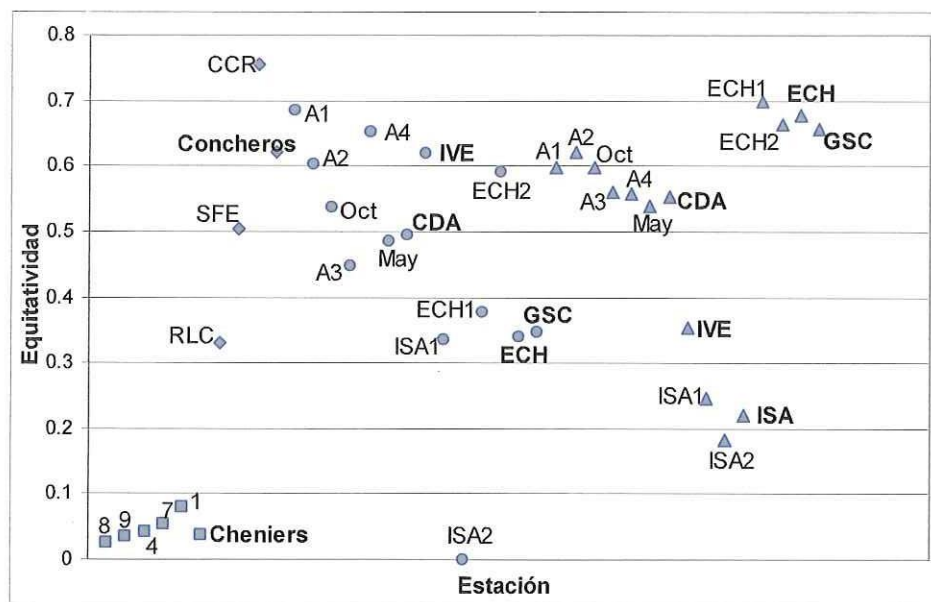


Figura 7.- Equitatividad de para la biocenosis y tanatocenosis en base a su comunidad hipotética para: biocenosis (círculos), tanatocenosis reciente (triángulos), cheniers modernos (cuadros) y concheros (rombos).

La disimilitud del índice de Bray-Curtis se calculó para los transectos de Octubre, Mayo, el total de cada mes y el total de la localidad (Fig. 8). Los transectos del Sur de Mayo y el total de la localidad (CDA), fueron valores mayores a 0.50. Se agrupan cinco transectos que indican similitud (Fig. 8 círculo), pero el total de la localidad (CDA) y el transecto Norte de Mayo muestran disimilitud con ellos.

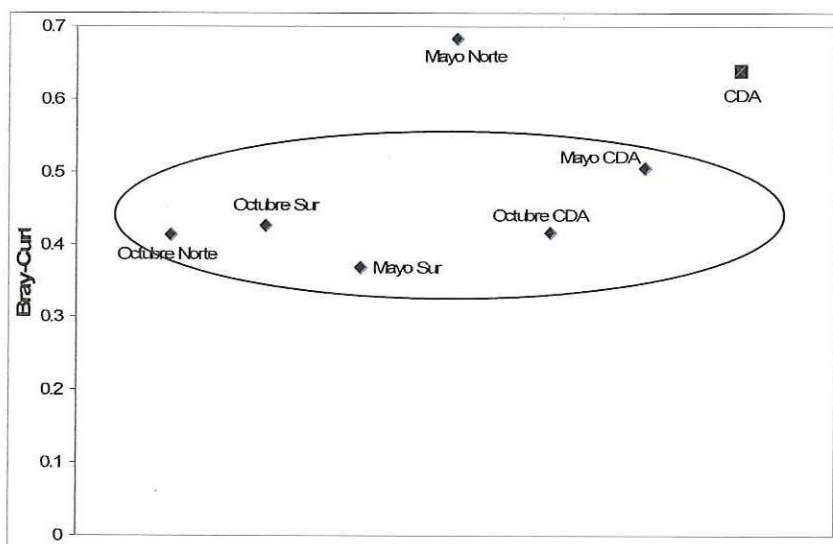


Figura 8.- Índice de disimilitud de Bray-Curtis para la biocenosis de Campo Don Abel en los diferentes meses y el total de la localidad (CDA).

Al comparar la disimilitud de Bray-Curtis de la biocenosis con las otras localidades (Fig. 9), la Zona Sur (CDA e IVE) tiene los valores altos (0.64 y 0.65, respectivamente) que conforman el Grupo I, y se separa de la Zona Norte (ISA, ECH y GSC) con los valores más bajos (de 0.13 a 0.26) quienes conforman el Grupo III. Mientras que en el Grupo II están los valores intermedios (de 0.40 a 0.50) de los dos meses muestreados en CDA y el segundo transecto de ECH (ECH2). Esta discriminación de los tres grupos indica disimilitud entre ellos.

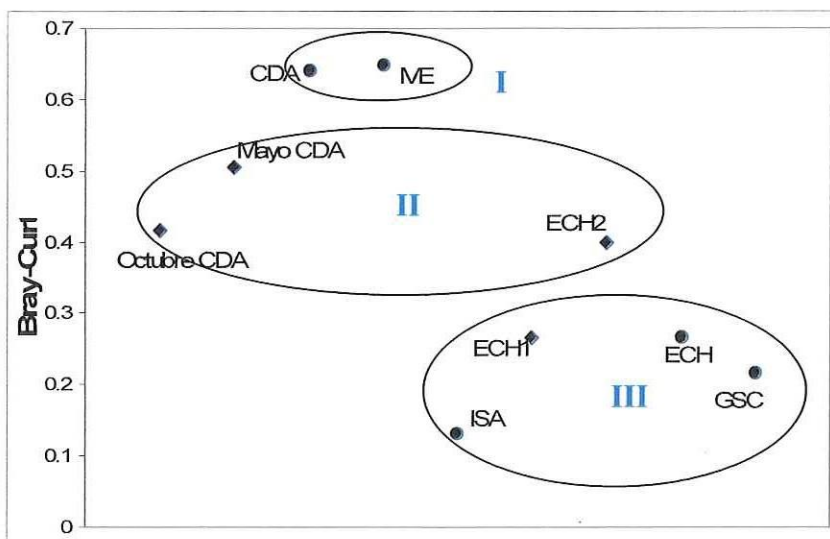


Figura 9.- Gráfica del índice de disimilitud de Bray-Curtis para la biocenosis en todos los transectos y localidades donde se discriminan tres grupos no similares (I, II y III).

ISLA VEGA

La localidad de IVE también se conoce como Las Isletas, fue el transecto más extenso con 22 estaciones y 8 especies (Tabla III), con un total de 412 individuos (Tabla IV).

Dos especies dominaron en esta localidad, el gasterópodo *Nassarius moestus* y el braquiópodo *Glottidia palmeri* (Tabla IV). Este último se caracteriza por preferir ésta localidad, y el bivalvo *Strigilla interrupta* no fue muy abundante pero solo se encontró aquí (Tabla IV).

El número de individuos a lo largo del transecto, fue mayor en la zona mesomareal inferior (Fig. 10). La estación 17 presentó el mayor número de organismos (82), corresponde a la parte superior del mesomareal inferior y disminuye su abundancia hacia el mesomareal medio. La densidad es $18/m^2$ y no

está entre las altas (Tabla V).

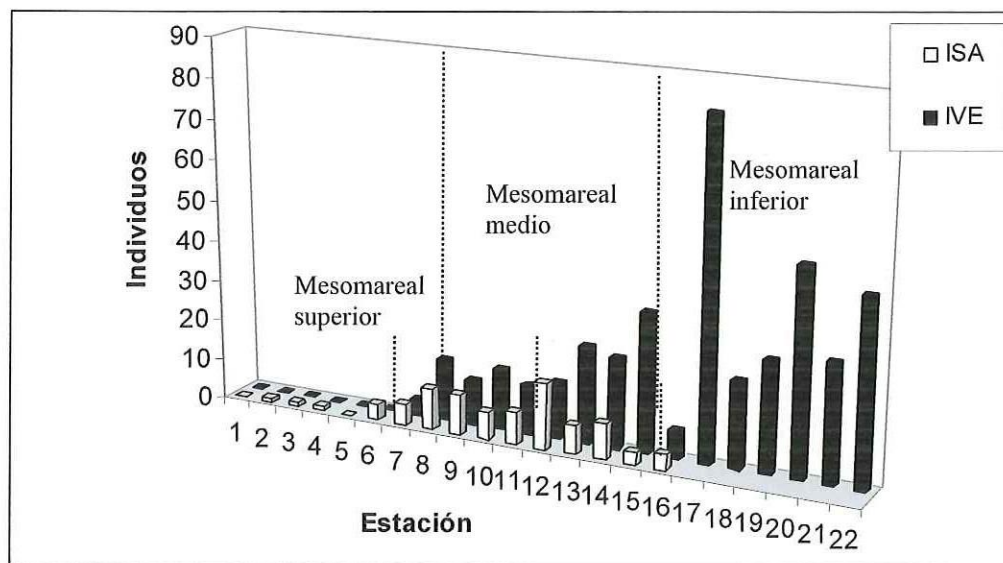


Figura 10.- Abundancia de organismos en la biocenosis a lo largo de los transectos de ISA e IVE, con sus respectivas estaciones y zona mesomareal.

El análisis de agrupamiento modo Q para las especies de IVE, generó un dendograma a partir de la distancia significativa de 1.01 y define tres grupos (Fig. 11, línea discontinua). En el primero (de arriba hacia abajo) está el gasterópodo *Nassarius moestus*, la especie más abundante; el siguiente grupo lo compone el braquiópodo *Glottidia palmeri* y el bivalvo *Chione fluctifraga*; y en el último grupo están cinco especies, donde las cuatro menos abundantes forman un subgrupo que incluye a *Mulinia coloradoensis*.

La diversidad de especies de esta localidad (Fig. 6, IVE círculo) está con los valores altos que corresponde con la Zona Norte (0.57). Lo mismo sucede con la equitatividad (Fig. 7, IVE círculo), cuyo valor de 0.62 está con tres transectos de CDA.

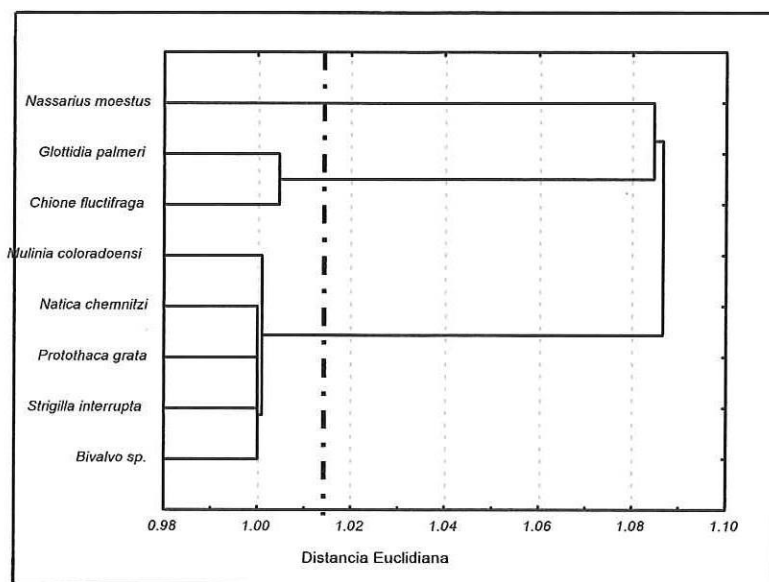


Figura 11.- Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q de la biocenosis para IVE, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación. La línea discontinua remarcada indica la distancia significativa a partir de donde se consideran los tres grupos.

En los valores de la disimilitud de Bray-Curtis entre localidades (Fig. 9), IVE está en el Grupo I junto con CDA, quienes tienen los más altos valores y presentan disimilitud con los otros dos grupos.

ISLA SACATOSA

La localidad de ISA también se conoce como Isla Orca, en el transecto de Agosto (verano) no se encontró ningún organismo vivo. Se hicieron 16 estaciones en invierno y 15 en verano donde se encontraron 5 especies (Tabla III), 86 organismos, y es la localidad con el menor número de organismos (Tabla IV).

El número de individuos a lo largo de esta localidad fue menor que IVE (Fig. 10) y la mayor cantidad de organismos se presentó en el mesomareal inferior, igual que IVE, donde sobresale la estación 12 con 16 individuos.

Esta localidad presentó la más baja densidad en los dos transectos realizados y por lo tanto también de las localidades (Tabla V). En Diciembre fue 5 individuos/m² y durante Agosto cero.

El análisis de agrupamiento modo Q graficados en un dendograma (Fig. 12), tiene una distancia significativa de uno (línea discontinua) y discrimina dos grupos. El primero (de arriba hacia abajo) agrupa las dos especies más abundantes: el bivalvo *Chione fluctifraga* y el gasterópodo *Nassarius moestus*; el segundo grupo lo forman las otras tres especies menos abundantes.

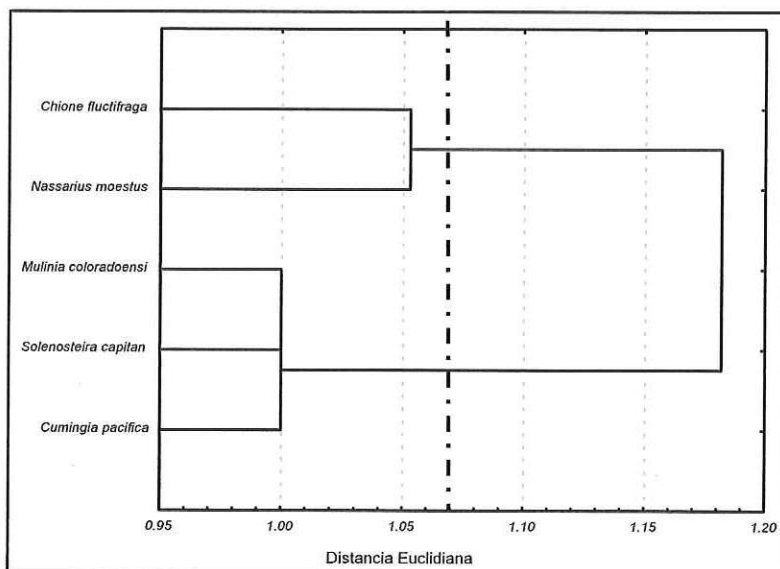


Figura 12.- Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q de la biocenosis para ISA, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación. La línea discontinua remarcada indica la distancia significativa a partir de donde se consideran los tres grupos.

La diversidad de especies y la equitatividad (Fig. 6 y 7, IOSA círculos), fue de 0.23 y 0.33, respectivamente, que son de los valores más bajos en la biocenosis y se encuentra con las otras dos localidades de la zona norte (ECH y

GSC).

En el resultado de la disimilitud con el índice de Bray-Curtis (Fig. 9), ISA está en el Grupo III con las estaciones de la zona norte (ECH y GSC) y además, también es el más bajo valor (0.13).

ESTERO CHAYO

Está ubicada en la parte media del área de estudio, entre la costa de Baja California y de Sonora (Fig.1) y se caracteriza por tener sustrato de lodo fino con lentes de aire (espacios de aire por la porosidad del material), lo cual no se encontró en otra localidad. Se hicieron dos transectos durante invierno con 6 y 8 estaciones, 160 y 36 organismos (ECH1 y ECH2, respectivamente; Tabla III y Tabla I en Anexos). Se encontraron 3 especies en cada transecto, un total de 4 y 196 organismos (Tabla III y IV).

La abundancia a lo largo del transecto fue de 160 individuos en ECH1, y 36 en ECH2 (Fig. 13). La distribución de las tres zonas mesomareales en ECH1 es de dos estaciones para cada una; para ECH2 son tres estaciones en el mesomareal superior y medio (1 a 3 y 4 a 6, respectivamente), y en el mesomareal inferior las dos últimas (estación 7 y 8). El mayor número de organismos se encontró en la zona mesomareal inferior en ambos transectos (Fig. 13), sobresale la estación 5 con 63 en ECH1 y la estación 7 con 24 en ECH2. En el transecto ECH1 se presenta una disminución gradual del mesomareal medio a inferior, mientras que en el ECH2 tienden a desaparecer.

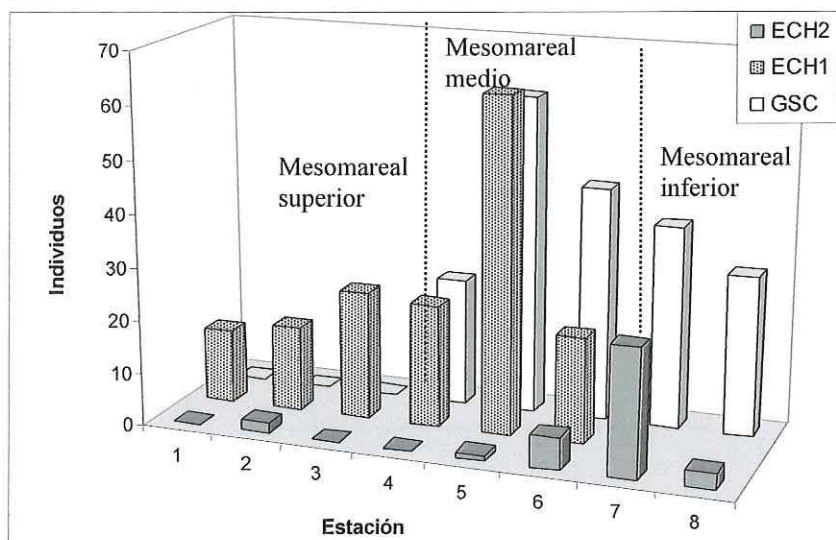


Figura 13.- Abundancia de organismos a lo largo de los transectos en la biocenosis de ECH1, ECH2 y GSC, con las estaciones y zona mesomareal.

La densidad en ECH1 está con los valores altos ($26/m^2$) pero ECH2 es más bajo que ISA1 ($4/m^2$), y $14/m^2$ es el promedio de la localidad. Este promedio está con los valores de CDA de Octubre y menor a IVE.

El análisis de agrupamiento modo Q graficado en dendrograma (Fig. 14), muestra tres grupos a partir de la distancia significativa de uno (línea discontinua). En el primero (de arriba hacia abajo) está el gasterópodo *Nassarius moestus* como la especie dominante; el segundo el bivalvo *Chione fluctifraga*, y el tercero las otras dos especies de bivalvos, *Cumingia pacifica* y *Felaniella sericata*, que son pocos individuos.

La diversidad de especies en ECH es baja (Tabla V), está con las otras dos localidades de la Zona Norte (IVE y GSC, Fig. 6 círculos). El transecto ECH1 es el menor en toda el área de estudio (0.17), ECH2 y el total de la localidad (ECH) tienen el mismo valor (0.28).

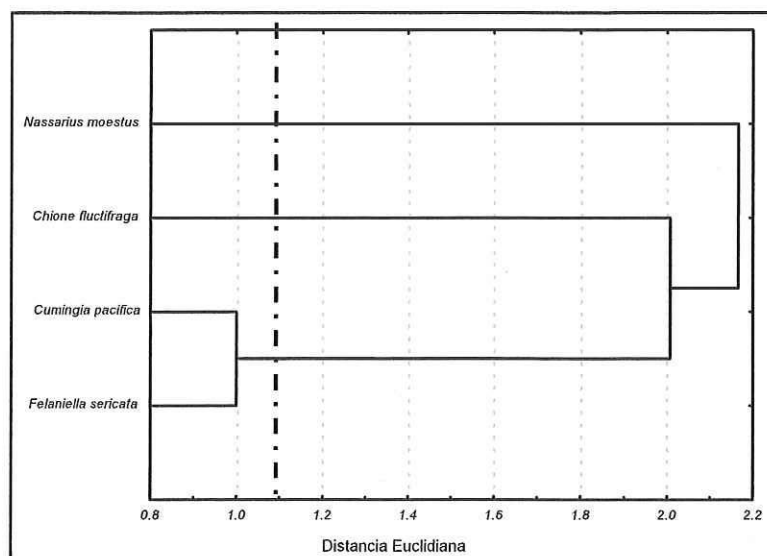


Figura 14.- Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendrograma del análisis de agrupamiento modo Q de la biocenosis para ECH, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación. La línea discontinua remarcada indica la distancia significativa a partir de donde se consideran tres grupos.

La equitatividad (Fig. 7, ECH círculos) fue alta para ECH2 (0.59), incluso se encuentra con las localidades del Sur (CDA e IVE). Por otra parte, el transecto ECH1 está con los totales de la Zona Norte (IV, ECH y GSC).

La disimilitud de Bray-Curtis para la biocenosis (Fig. 9), muestra a ECH2 en el Grupo II (0.40) con los valores intermedios, pero ECH1 y ECH están con el Grupo III que son los más bajos, además son similares (0.27).

GOLFO SANTA CLARA.

En esta localidad se realizaron 8 estaciones y se encontraron 4 especies a lo largo de un transecto (Tabla III) con 196 individuos, igual a ECH (Tabla IV).

El transecto de GSC presentó la misma división de la zona mesomareal

que ECH2, mesomareal superior y medio comprende tres estaciones (1 a 3 y 4 a 6, respectivamente), y dos estaciones en el mesomareal inferior (7 y 8). El mayor número de individuos ocurre en la zona mesomareal media donde sobresale la estación 5 con 60 organismos, disminuyen hacia el mesomareal inferior y están ausentes en la mesomareal superior (Fig. 13).

La densidad de GSC (Tabla V) está con los valores altos ($24/m^2$), menor a ECH1 ($26/m^2$), y por localidades solo es más bajo que CDA ($28/m^2$).

En el análisis de agrupamiento modo Q del dendograma obtenido (Fig. 15), discrimina dos grupos a partir de la distancia significativa de uno (línea discontinua). En el primero (de arriba hacia abajo) está el gasterópodo *Nassarius moestus* que es la especie dominante, y en el segundo grupo está *Tagelus affinis*, *Chione fluctifraga* y *Glottidia palmeri*, distintas especies a las de la localidad más próxima de la Zona Norte (ECH).

Los valores de la diversidad y equitatividad de especies (Fig. 6 y 7, GSC círculos) también fueron bajos (0.21 y 0.35, respectivamente), pero están con las localidades de la Zona Norte.

La disimilitud con el índice de Bray-Curtis para la biocenosis (Fig. 9), muestra que GSC está en el Grupo III quien tiene los valores más bajos (0.21).

De los resultados de la biocenosis, se puede resumir que la riqueza de especies y abundancia (Tabla VI) fue mayor en los transectos de CDA e IVE, en la Zona Sur del área de estudio. La máxima riqueza y abundancia se presentó en CDA3 con 13 especies, y la mínima en IS2 por no encontrarse organismos vivos. Los valores de la diversidad de especies del índice de Shannon-Weaver (H'),

fueron mayores en los cinco transectos del Sur. La equitatividad (**E**) también fue alta en cuatro de estos transectos (CDA e IVE), no obstante su baja abundancia en CDA1 y CDA2. En los cinco transectos del norte (ISA1, ISA2, ECH1, ECH2 y GSC), los valores de la diversidad y equitatividad son bajos.

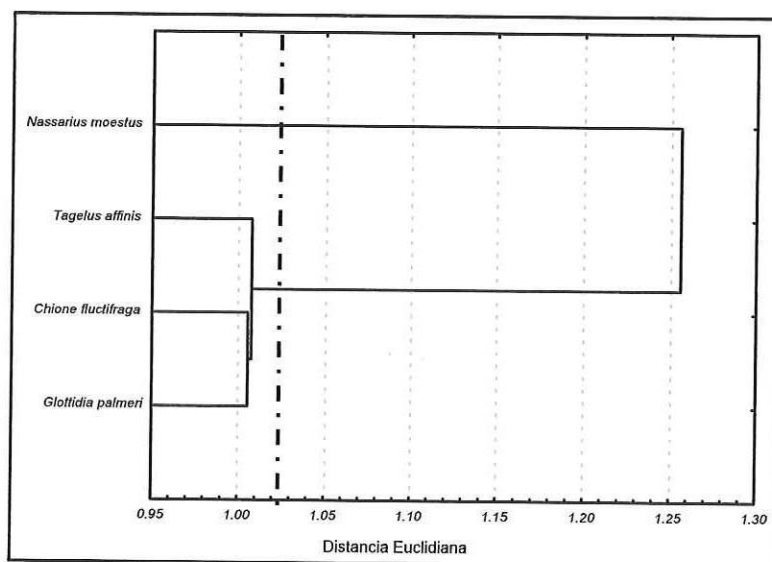


Figura 15.- Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendrograma del análisis de agrupamiento modo Q de la biocenosis para GSC, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación. La línea discontinua remarcada indica la distancia significativa a partir de donde se consideran tres grupos.

DISCUSIÓN

COMPOSICIÓN DE ESPECIES

La biocenosis en el norte del delta, disminuyó mucho el número de organismos siendo ISA el mínimo (Tabla IV). Lo más notable ocurrió en el mes de Agosto por la ausencia de organismos. Esto se atribuye a las condiciones climáticas que se presentaron durante dos semanas, las llamadas "tormentas impredecibles" (Lepley *et al.*, 1975), que coincidieron con el muestreo. Una

semana previa al muestreo se generaron vientos intermitentes con alta velocidad que producen oleaje tipo swell, tiene periodo corto y altura mayor a la normal. En esta área el oleaje regularmente no es mayor de 1 m pero durante el muestreo superó éste valor, no se midió pero la referencia se obtuvo durante la travesía en lancha. Antes del quiebre de playa alcanzaban 2.0 m de altura y rompían alrededor de 1.0 m. Esto se debe a que la topografía de planicie de marea es suave, con poca pendiente, y aumenta en el quiebre de la base de la cara de la playa, es un perfil reflectivo a disipativo (Cupul, 1994; Juárez, 2002).

Tabla VI.- Riqueza, diversidad (H') y equitatividad (E) para cada uno de los transectos y localidades (subrayadas).

Localidad	Estaciones	Abundancia	No. de especies	(H')	E
CDA1	9	112	4	0.4125	0.6851
CDA2	10	139	7	0.5095	0.6029
CDA3	9	438	13	0.4979	0.4469
CDA4	9	375	9	0.6227	0.6525
<u>CDA</u>	<u>37</u>	<u>1,064</u>	<u>20</u>	<u>0.6548</u>	<u>0.4952</u>
<u>IVE</u>	<u>22</u>	<u>412</u>	<u>8</u>	<u>0.5594</u>	<u>0.6194</u>
ISA1	16	86	5	0.2350	0.3362
ISA2	15	0	0	0	0
<u>ISA</u>	<u>31</u>	<u>86</u>	<u>5</u>	<u>0.3250</u>	<u>0.3363</u>
ECH1	6	160	3	0.1797	0.3767
ECH2	8	36	3	0.2821	0.5913
<u>ECH</u>	<u>14</u>	<u>196</u>	<u>4</u>	<u>0.2848</u>	<u>0.3409</u>
<u>GSC</u>	<u>8</u>	<u>196</u>	<u>4</u>	<u>0.2096</u>	<u>0.3481</u>

Las características morfológicas mencionadas, determinan que la altura de la ola disminuya considerablemente tanto al momento de romper como cuando se

desliza hacia la cara de la playa. Este incremento de la energía hace que la dinámica en las planicies de marea donde el sedimento es fino, como IVE e ISA, tenga gran remoción e incluso es evidente con el color del agua, un tanto densa así como café.

Una posible explicación en el comportamiento de los organismos, es que se entierran para protegerse de ser removidos y podemos afirmar que no son transportados ya que no se encontraron en la playa, a diferencia del material que es removido (pedazos de redes, palos y plásticos, entre los más abundantes). Otro factor es que coincide con la época del año cuando las temperaturas son más elevadas (Thompson, 1968; Ecurra y Rodríguez, 1986; Rodríguez *et al.*, 2001a y 2001b), por lo que los organismos buscan refugiarse y se entierran para que el nivel freático de la marea disminuya la alta temperatura superficial (Defeo *et al.*, 1992).

En la fauna intermareal del Delta del Colorado domina el gasterópodo *Nassarius moestus*, tiene la propiedad de poseer un amplio rango ecológico tanto de la zona mareal como tipo de sustrato. Se caracteriza por ser oportunista en su alimentación e incluso carroñero (Keen y Coan, 1974; Defeo *et al.*, 1992). La biocenosis de la Zona Norte tiene menor número de organismos que la Zona Sur y predomina este gasterópodo (Tabla IV). Su abundancia fue igual en las dos zonas, probablemente por soportar expuesto periodos largos intermareales en las planicies, por el sustrato, así como el hecho de poder compartir alimento. Esto es posible por que son organismos pequeños y varios se pueden alimentar de una

presa (Fig. 16). *Nassarius moestus*.



Figura 16.- Foto que muestra a *Nassarius moestus* consumiendo restos de *Mulinia coloradoensis* en la planicie de marea de IVE.

La explicación de la gran diferencia del número de organismos para las dos zonas, es que bivalvos juveniles (*Tellina meropsis*) predominaron en CDA durante Mayo (Tabla IV y Tabla I en Anexos), y no se presenta en otra localidad. *Donax navicula* también tuvo la misma distribución, es posible que sea su temporada de reclutamiento por la presencia temporal debido al corto tiempo de vida y por distribuirse en parches. La otra especie que solo está en CDA es el equinoideo *Mellita longiffisa*, su presencia se explica por estar en los límites de su distribución de acuerdo al tipo de sustrato (Keen y Coan, 1974), puesto que al sur es abundante (Cupul y Téllez, 1997) y al norte cambian las características de sustrato (Marrón, 2003).

Los equinoideos sedimentívoros, someros e infaunales, *Mellita longiffisa* y *Encope grandis* son abundantes localmente, pero es raro el gasterópodo *Natica chemnitzii* quien preda bivalvos sedimentívoros (Fig. 17).



Figura 17.- Foto que muestra la predación de *N. chemnitzii* sobre *Mulinia coloradoensis* en la planicie de marea de ISA.

Mulinia coloradoensis tiene el menor porcentaje en la fauna viva, pero las conchas de esta especie aportan hasta un 84% de las conchas a los depósitos de las playas adyacentes, quienes se formaron antes de la construcción de las presas (Kowalewski *et al.* 1994). Este dramático cambio de abundancia puede atribuirse a la alteración ambiental por la reducción del flujo del río hacia su delta, desaparece las condiciones estuarinas del pasado e indica que *M. coloradoensis* prosperaba en aguas menos salobres (Rodríguez *et al.* 2001a y 2001b).

En la otra localidad del sur (IVE), el gasterópodo *Nassarius moestus* fue la especie dominante seguida del braquiópodo *Glottidia palmeri*. Solo en esta localidad abunda *G. palmeri* y pocos organismos GSC, en la costa de Sonora (Tabla IV), por lo que su rango de distribución está limitado en esta zona. Los braquiópodos son organismos suspensívoros, pertenecen a la infauna y habitan en sustrato blando (arenas finas y lodos). Se fijan con un pedúnculo (Fig. 18), y permiten a las valvas estar ligeramente enterradas verticalmente (Kazlev, 2002;

Kowalewski, 1995). *G. palmeri* es una especie endémica del Golfo de California, se distribuye en parches en la zona intermareal y cuando hay eventos de alta energía como tormentas, son transportados hacia la playa (Kowalewski, 1995). Tal vez también hubo reclutamiento y su distribución se está restringiendo, ya que recientemente se presentaban poblaciones grandes hasta CDA (Kowalewski, 1995), por lo que muy probablemente es otra de las especies amenazadas por los cambios ecológicos en el delta.

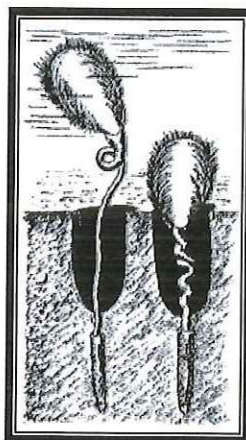


Figura 18.- Forma en que los braquiópodos viven en el sustrato, se fijan o anclan por medio de un pedúnculo quedando sobre el sustrato sus valvas (Tomado de Kazlev, 2002).

A partir de IVE aparece el bivalvo *Chione fluctifraga* (Tabla III), quien es abundante. Su hábitat es de arenas a lodos y viven enterrados (Fig. 19 a), es filtroalimentador y forma parte de la infauna bentónica (Keen y Coan, 1974; Defeo *et al.*, 1992). Por lo que esta área es adecuada para que sobreviva, siendo su ventaja el poder desplazarse mejor en sustrato blando, así como el hecho de que no falta alimento por que las mareas resuspenden material orgánico. El

comportamiento en la abundancia de organismos se asocia al tamaño de sedimento (Defeo *et al.*, 1992) y es evidente en esta localidad por presentar lodos, mientras que CDA está conformada de arenas (Marrón, 2003).

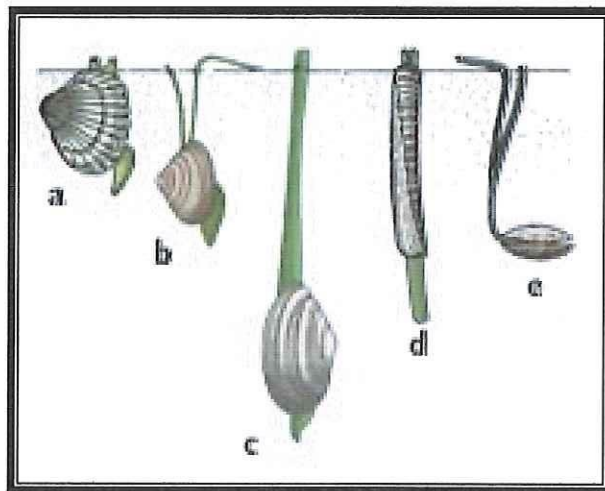


Figura 19.- Representación de especies de bivalvos que habitan enterradas en sustrato lodoso. **a**, *Cardium*; **b**, *Macoma*; **c**, *Mya*; **d**, *Ensis*; **e**, *Tellina* (Tomado de Molluscs, 2001).

El bivalvo *Tagelus affinis* solo se encontró en la Zona Norte (Tabla IV y Tabla I en Anexos), seguramente por tener preferencia por sustratos lodosos y somero (Fig. 38 **d**), es un organismos filtroalimentador de la infauna con valvas frágiles, alargadas y delgadas (Keen y Coan, 1974; Coan *et al.*, 2000).

Se mencionan estas especies para hacer notar que existe diferencia en ambas zonas, además muestran que las planicies tienen características propias que permiten el desarrollo de comunidades con propiedades específicas. Unas especies abundantes se limitan a la Zona Sur (Tabla IV y Tabla I en Anexo), en donde las planicies de marea son arenosas y solo se hallaron en el muestreo de verano.

El gasterópodo *Nassarius moestus* presenta un intervalo más amplio de distribución en sustrato y profundidad que las otras especies (Keen y Coan, 1974). También se ha observado que la macrofauna incrementa el número de especies y la abundancia según la dinámica de la playa, así como el que los organismos típicos están asociados a un tamaño de grano particular (Defeo *et al*, 1992). Con lo anterior se confirma que cada organismo tiene su propio ambiente, que están interrelacionados con los factores tanto biológicos como físicos, y que todo esto regula su hábitat.

DENSIDAD

Se encontró que la densidad de organismos aumenta hacia la zona intermareal media e inferior, probablemente por el mayor tiempo que están cubiertos por el agua. En el intermareal inferior, los organismos están menos tiempo expuestos, las temperaturas son menos extremas y son capaces de alimentarse mejor que la población de la zona intermareal superior.

No hay un claro patrón geográfico en el cambio de densidad de organismos para el área de estudio (Tabla IV y V; Tabla I en Anexos). En unos transectos del Norte (ECH1, GSC) con sustrato lodoso, disminuye la densidad con respecto a los arenosos de la parte Sur, pero otros de sustrato lodosos en el Norte (ISA1, ISA2, ECH2) muestran una mayor variación por la densidad tan baja.

La disminución en la densidad de ECH2 (Tabla V), puede ser por su alta posición en la zona intermareal. En el campo es difícil precisar su nivel de la

altura, pero la presencia de la vegetación de marisma (*Distichlys palmeri*) confirma dicha posición intermareal.

La baja densidad en los dos transectos de ISA (ISA1 e ISA2), puede ser consecuencia de que el área recibe agua del canal de Baja California con una salinidad $\approx 39\text{‰}$, siendo de 3 a 4 ‰ más alta que en los transectos aledaños (Carriquiry y Sánchez 1999). La ausencia de organismos vivos en ISA2 es sorprendente, se muestreó durante la temporada más cálida del año (Agosto), en condiciones de “tormentas impredecibles”, con viento caliente y seco procedente del norte que produce mucha turbidez (Lepley *et al.*, 1975). Por este alto rigor ambiental, probablemente los organismos infaunales se entierran más hondo para evitar las altas temperaturas y poder desplazarse a la zona mesomareal inferior. Para resolver ésta interrogante, es necesario un muestreo frecuente e intensivo.

Se obtuvo un promedio de abundancia de 17 individuos/m² (Tabla V). Esta densidad no se puede comparar directamente con la de 25 a 50/m² obtenida por Kowalewski *et al.* (2000) para antes de la construcción de las presas, por que se utilizó tamaño de malla diferente. Kowalewski *et al.* (2000) basaron sus estimaciones en organismos mayores a 12.5 mm, nosotros utilizamos una abertura de malla de 6 mm. Sin considerar las especies menores a 12.5 mm, *Nassarius moestus*, *Tellina meropsis* y *Donax navicula*, la densidad es aproximadamente 7/m². Los dos valores obtenidos deberían ser mayores a los de Kowalewski *et al.* (2000), ya que en nuestras estimaciones incluimos especies como *Mellita longifissa* y *Glottidia palmeri*, las cuales son muy frágiles para preservarse en los depósitos muestreados por ellos. Al eliminar las especies

frágiles y pequeñas del muestreo que realizamos, la densidad es de 3 /m². Por lo tanto, se concluye que a partir de que las aguas del Río Colorado fueron confinadas y desviadas, la densidad de la macrofauna intermareal, se redujo de 25 a 50 individuos/m², hasta 3 a 7/m². Esto representa una disminución del 72% (de 25/m² a 7/m²) hasta 94 % (de 50/m² a 3/m²).

La causa en la disminución de la densidad no es muy clara, pero con esto se puede afirmar que influye el flujo del río hacia el delta. Debió aportar nutrientes al delta y al norte del Alto Golfo de California en cantidades tales, para mantener las densas poblaciones de organismos del pasado. Sin embargo, en la actualidad el norte del Golfo es altamente productivo, y parece ser limitado por la cantidad de luz con que disponen los nutrientes (Hernández-Ayón *et al.*, 1993 y Millán-Núñez *et al.*, 1999). Por lo tanto, el aumento de la salinidad desde que no llega agua del río, puede ser la causa que explique la disminución de la densidad de fauna macrobentónica, como es el caso específico del bivalvo *Mulinia coloradoensis*. Rodríguez *et al.* (2001a y 2001b) argumentan que esta especie vivía en aguas con más baja salinidad que la que actualmente se presenta. La falta de sedimento que no llega por la presencia de las presas río arriba, así como la ausencia en su descarga, da como resultado que el sedimento sea erosionado y resuspendido sobre toda la planicie del delta (Carriquiry y Sánchez, 1999).

Si en el estudio de Kowalewski *et al.* (2000) se elimina *Mulinia coloradoensis*, el cálculo de la densidad es de 4 a 8 individuos/m², muy cerca del ajuste realizado a nuestros resultados que fue de 3 a 7/m². Por lo tanto, la disminución en la densidad de individuos desde que se alteró el aporte del río,

puede explicar la drástica reducción de la población de *M. coloradoensis*.

RIQUEZA, DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD DE ESPECIES

Las estaciones ECH, GSC, IS1 y CDA1 tienen más baja diversidad (Fig. 6 y Tabla VI), se puede traducir como las localidades que presentan condiciones ambientales más rigurosas. CDA3, CDA4, CDA2 e IVE, indican condiciones ambientales menos rigurosas donde se da un mayor número de interacciones biológicas, y se manifiesta en una mayor diversidad (Fig. 6 y Tabla VI). Esto se puede esperar, por ser las estaciones donde existe menor variabilidad en los parámetros ambientales de la zona intermareal, como salinidad, temperatura y tiempo de exposición en las planicies de mareas.

En Mayo ocurrió el doble de especies a Octubre (Tabla III) y la diversidad es mayor (Fig. 6 y Tabla VI), por lo que aumenta el número de especies (Krebs, 1998). Además, los valores altos con respecto a las otras localidades, muestran que el número de individuos está más distribuido dentro de las diferentes especies. Por otra parte, Octubre es menor e indica que las comunidades son parecidas pero menos distribuidas (Krebs, 1998).

Los bajos valores de diversidad en la Zona Sur, en cierta forma se hacen esperar puesto que es menor el número de especies y muestra una pobre distribución de los individuos en cada una de las especies (Krebs, 1998). También se nota la poca homogeneidad de la abundancia, es decir que las especies presentes en esta localidad no tienen la misma abundancia. Sin embargo, cabe

mentonar que la ausencia de organismos en ISA durante Mayo, pudo haber sido un factor en las diferencias mencionadas, pues fue la localidad más pobre en el número de organismos de la zona norte (Tabla IV).

En la equitatividad de las especies, los valores altos indican que todas las especies tienen la misma abundancia. Es precisamente lo que sucede en CDA durante Octubre (Fig. 7 y Tabla VI), hay menor número de especies en un hábitat homogéneo con mayor dominancia de unas (Dodd, 1990). En Mayo hacen la diferencia las especies oportunistas y/o que se reclutan (*Tellina meropsis* y *Donax navicula*), así como el que estén expuestas a mayor temperatura (Thompson, 1968; Ecurra y Rodríguez, 1986; Villarreal-Chávez y García-Domínguez, 1999; Rodríguez et al., 2001b), lo que es una limitación para la comunidad.

La equitatividad para IVE está con los valores altos de las localidades (Fig. 6 y Tabla VI), indica que la abundancia de las especies es homogénea y en cierta forma ayuda la poca cantidad de especies.

Los valores bajos de equitatividad en la Zona Norte (Fig. 7 y Tabla VI), muestran que no hay buena distribución de los individuos en las diferentes especies, seguramente por el poco número de organismos y especies, además que una mostró total dominancia (Tabla IV) (Krebs, 1998).

CONCLUSIONES

El número de organismos es mayor en la Zona Sur que la Norte, la mayor cantidad está en la localidad CDA, la más Sur.

Son diferentes especies las que predominan en la Zona Sur y Norte debido

a la diferencias del hábitat, principalmente sustrato, extensión de las planicies y condiciones dinámicas que las rigen.

Hay diferencia estacional en el número de organismos y de especies. Es mayor en Mayo, disminuye más del cincuenta por ciento durante Octubre.

Disminuye considerablemente el bivalvo *Mulinia coloradoensis* y predomina especies de condiciones marinas (*Nassarius moestus*, *Tellina meropsis*, *Mellita longifissa*, *Chione fluctifraga* y *Glottidia palmeri*), lo que muestra alteración ambiental por la reducción del flujo del Río Colorado.

2. TANATOCENOSIS

RESUMEN

En 1999 y 2000 se determinó la composición y distribución de la tanatocenosis reciente (moluscos, equinodermos y braquiópodos) en la zona intermareal del Delta del Río Colorado, al norte del Golfo de California, México. Se recolectó muestras en diez transectos para dos épocas del año y poder determinar la variación estacional de la zona intermareal. Se identificaron 122 especies en 112 muestras con un total de 101,779 individuos. El bivalvo *Mulinia coloradoensis* predominó. Otras especies abundantes son los bivalvos *Tellina amianta* y *Saxicava pacifica* así como el gasterópodo *Nassarius moestus*. La riqueza de las especies varió poco a lo largo de los transectos. La diversidad (índice de Shannon) fue mayor en una localidad del Sur y la equitatividad en los transectos de los extremos. La composición de las especies (diversidad y equitatividad) de los transectos se puede explicar por la variación en la longitud de las planicies, tipo del sustrato y proceso dinámico. Para la tanatocenosis antigua se trabajó con cheniers modernos y concheros en la misma zona deltaica. Se recolectaron 6,515.5 individuos (6,415.5 valvas de pelecípodos y 100 conchas de gasterópodos) que comprenden 32 especies de las cuales 21 son bivalvos y 11 gasterópodos, 98% de bivalvos y 2% gasterópodos. Del total de los bivalvos el 91% corresponde a *Mulinia coloradoensis*, fue la especie dominante por sus características biológicas y/o los efectos tafonómicos. Existe diferencia entre los cheniers por su ubicación en la línea de costa, separándose las estaciones 1 y 7 de la 4, 8 y 9 por estar en las planicies más alejadas del mar. En los concheros se recolectaron 975 individuos e identificaron 26 especies, 12 de bivalvos, 11 de gasterópodos, y tres identificadas como *Balanus*, gusanos y tenazas de cangrejo. Corresponden 88% a los bivalvos (859), 7% a gasterópodos (68), y el 5% restante son *Balanus* (27), cangrejos (18) y gusanos (3). *Chione cortezi* es la especie más abundante, 37% del total de los organismos y 42% de los bivalvos, seguida de *Ostrea angelica* con 22% del total de los organismos y 25% de los bivalvos. Cada uno de los concheros presentó distintas especies dominantes. La densidad de la fauna para la tanatocenosis reciente es 908/m², para los cheniers 50/m² y los concheros 123/m². La densidad de las poblaciones está regulada por los procesos de desgaste en las planicies, las características de las conchas y la acumulación temporal.

INTRODUCCIÓN

El área del Delta del Río Colorado se caracteriza por ser una zona económicamente muy atractiva por la abundancia de recursos pesqueros. Además, es un área única por sus paisajes naturales y las numerosas especies endémicas que existen en el área, algunas de ellas en grave peligro de extinción. Estas características llevaron a declarar la zona deltaica como Reserva de la Biosfera, en cuyos límites y fuera de ella existen ecosistemas que se deben considerar dentro del Plan de Manejo de la Reserva (Téllez *et al.*, 2002a y b).

Antes de la construcción de las presas, el Río Colorado aportaba de 16 a $18 \times 10^9 \text{ m}^3$ de agua por año y ahora solo es una mínima cantidad en años de intensas lluvias. Esto incrementó la salinidad, cambió la circulación y eliminó el aporte de sedimento, lo que redujo la productividad y población de moluscos (Cintra-Buenrostro *et al.*, 2005).

Actualmente, a excepción de los flujos extremos, las aguas ya no llegan a las planicies deltaicas. Una situación especial se presentó en 1998, durante el evento de El Niño 97-98, donde los escurrimientos de agua fluyeron hasta el mar por primera vez en 15 años (Lavín y Sanchez, *et al.*, 1999).

Durante los períodos de flujo del Río Colorado, la descarga de sedimentos en la planicie del delta ocasionó que avanzara en dirección al mar, lo que se conoce como progradación. La progradación deltaica es producto del sedimento que aportan los ríos, formando extensas planicies en su desembocadura y tanto su tamaño como la variación morfológica, va a depender de la interrelación

dinámica que presente el delta (Thompson, 1968; Meckel, 1975; Eisma, 1998).

La progradación se debe a que sin el flujo de agua del río, el oleaje y las corrientes de marea, removieron el sedimento fino concentrando el material grueso. En el caso del Delta del Colorado, conchas de moluscos quedaron acumuladas y/o depositadas en cordilleras paralelas a la línea de costa (Eisma, 1998). Estos depósitos se conocen como cheniers, los cuales se definen como acumulaciones de conchas que se forman en la línea de costa (Eisma, 1998). Los cheniers son evidencia de que las aguas del río han sido desviadas en el pasado hacia el Mar de Salton (norte de Brawley, USA.) y el Lago Cahuilla (de Brawley, USA. hasta Baja California) (Blake, 1907).

Los moluscos por sí solos, proveen mucha información ecológica en base a la composición de la fauna, abundancia relativa de los organismos, factores dinámicos que transportan y depositan las conchas, que se pueden utilizar como indicadores de cambios ambientales (Kidwell y Flessa, 1995). Estos indicadores también pueden ser aplicados a los concheros arqueológicos, los cuales son depósitos de conchas dejados por los nativos como vestigio de su alimentación (Téllez-Duarte *et al.*, 2001a y 2001b). Dan información de las características ecológicas del entorno donde subsistieron grupos humanos, y son una valiosa fuente de información para comprender el impacto que han sufrido desde entonces los ambientes naturales (Téllez-Duarte *et al.*, 2001a).

Se ha podido determinar con los concheros que están en el área del Delta del Colorado, que los primeros habitantes permanentes llegaron hace unos 2,000 años (Cucapá y Quechán), cuando los valles de Mexicali, Imperial y Yuma

formaban parte del Lago Cahuilla, el cual se secó definitivamente poco antes de la llegada de los primeros europeos (Álvarez de Williams, 1994). Al secarse el lago, los Cucapá se hicieron agricultores, utilizando mariscos y otros recursos del mar de manera secundaria (Sykes, 1937).

Los concheros difieren de los cheniers en tres aspectos: 1) la densidad de acumulación de conchas es menor; 2) mayor número de conchas fragmentadas y de tallas adultas; 3) se encuentran asociados a fragmentos de cerámica y materiales líticos (Téllez-Duarte *et al.*, 2001a y 2001b). Por lo tanto, los concheros contribuyen al conocimiento de las características poblacionales de moluscos y, además, de los hábitos alimenticios que tuvieron los primeros habitantes del Delta del Colorado (Téllez-Duarte, *et. al.*, 2001a y 2001b; Laylander, 2002).

Como no se realizaron estudios ecológicos en las planicies del Delta del Colorado antes de la construcción de las presas y del control de sus aguas, una aproximación paleoecológica puede proporcionar características del ecosistema para ése tiempo (Cintra-Buenrostro *et al.*, 2005). Es por ello que se determinó la composición y distribución de la tanatocenosis (moluscos, equinodermos y braquiópodos) en la zona intermareal del Delta del Río Colorado, al norte del Golfo de California, México.

En este trabajo se considera tanatocenosis reciente a los moluscos muertos recolectados en las planicies de marea; la tanatocenosis antigua comprende los cheniers modernos descritos por Kowalewski *et al.* (1994) y los concheros muestreados al Sur y Norte del área deltaica (Fig. 1).

ÁREA DE ESTUDIO

Desde 1960 la descarga del río y sedimento que aportan es muy baja, lo que produjo efectos considerables en la dinámica del Alto Golfo de California que ahora tiene las características de un estuario negativo. Esto es por que del agua marina que entra tiene un incremento de la salinidad en la cabecera o parte norte, por la alta evaporación (Lavín y Sanchez *et al.*, 1999). El sedimento que hay en sus amplias planicies, lodos y limos así como de los cheniers, es resultado de la progradación antes de la construcción de las presas (Thompson, 1968; Kowalewski *et al.*, 1994)

Para los muestreos de la tanatocenosis reciente, se consideraron las mismas localidades en donde se realizó la biocenosis (Fig. 1, localidades en amarillo; Fig. 4 y Tabla I). Las características de cada planicie deltaica (CDA, IVE, ISA, ECH y GSC), ya fueron descritas en el capítulo anterior (Tabla II) y se consideró la misma división de la Zona Sur (CDA e IVE) y Norte (ISA, ECH y GSC).

Los cheniers se localizan al Norte de la costa de Baja California (Fig. 1, entre comillas). Las planicies del lado Este de la Península de Baja California y al Norte de San Felipe, se caracterizan por estar asociadas a depósitos que forman cordilleras alargadas, semicontinuas y subparalelas compuestas principalmente de conchas. Estos cheniers, tienen un rango de 0.6 a 1.5 m de altura sobre el nivel medio del mar y son interrumpidos por canales de acceso con 1 a 2 m de profundidad, pudiendo extenderse hasta 6 Km (Eisma, 1998).

En éste estudio se trabajó con los cheniers modernos (Fig. 20, flechas rojas) definidos por Kowalewski *et al.* (1994) como las estaciones 1, 4, 7, 8 y 9, las cuales coinciden con las de este trabajo por que se muestreó en las planicies de Isla Sacatosa (Fig. 21) e Isla Vega. Las estaciones de estos cheniers se ubican de Sur a Norte de la siguiente forma: a) 1 está al Norte de Campo Don Abel; b) 4 al Sur de Isla Sacatosa; c) 8 y 9 se encuentran en Isla Sacatosa, y d) 7 en Isla Vega (Fig. 20).

Los concheros muestreados se encuentran en los extremos del área de estudio (Fig. 1, localidades en rojo). Campo Cristina y San Felipe están al Sur en la costa de Baja California, los concheros de Rancho La Ciénega están al Norte, en la costa de Sonora (Fig. 1). Rancho La Ciénega está en la Zona de Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California, 5 Km al Norte de la Estación de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y del Delta del Río Colorado. El conchero Norte de esta localidad, se encuentra 200 m al Norte del Rancho Ciénaga de Santa Clara ($31^{\circ} 51.275' N$ y $114^{\circ} 38.396' W$), y el Sur a 3 Km. al Sur ($31^{\circ} 49.503' N$ y $114^{\circ} 36.716' W$) siguiendo el borde de los cantiles (Fig. 1). Esta zona se caracteriza por presentar una línea de costa que conforma las planicies del Delta del Colorado, seguido de cantiles con una altura de hasta 25 m, en lo que se conoce como la Mesa de Sonora, compuestos de material sedimentario del Pleistoceno (Téllez-Duarte *et al.*, 2001b). Los concheros están en pequeñas terrazas de aproximadamente 8 m de ancho que han sido formadas por la erosión diferencial, siendo el principal agente erosivo el escurrimiento, ya que su material es arenisca pobremente consolidada (Téllez-Duarte *et al.*, 2001a y 2001b).

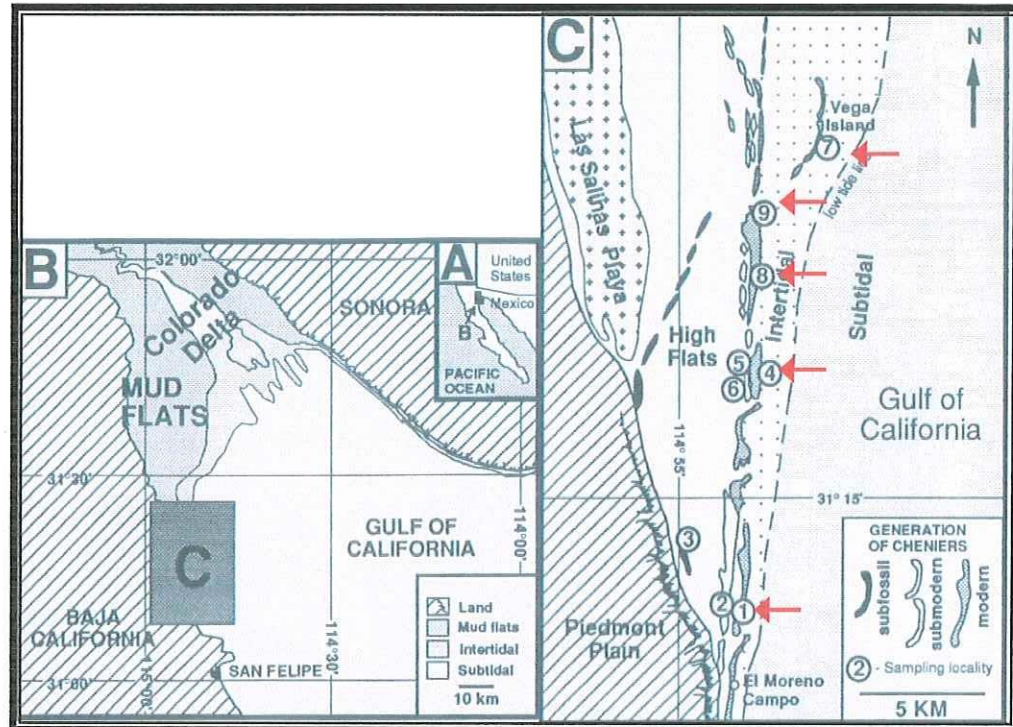


Figura 20.- Ubicación de los cheniers en las planicies de marea al noroeste del Golfo de California. A indica la ubicación en el Alto Golfo de California; B el delta del Colorado con sus planicies de marea; C el área donde están los cheniers. Las flechas rojas indican la ubicación de los cheniers modernos (Tomado de Kowalewski *et al.*, 1994).

El conchero San Felipe (Fig. 1, zona Sur) se encuentra en el poblado del mismo nombre. Actualmente, fue destruido por que construyeron en él un restaurante y solo quedan pequeños afloramientos.

El conchero Campo Cristina está contiguo al campo turístico del mismo nombre, al Sur del área deltaica y aproximadamente a 60 Km al Sur del poblado de San Felipe (30° 51' 17.3" N y 114° 39' 18.8" W, Fig. 1). Se encuentra sobre colinas costeras, la cuales presentan una altura de hasta 30 m, ha sido expuesto por efectos del intemperismo y en menor grado, por vías de acceso (terracerías) que se han construido para poder llegar a los distintos campos turísticos que

continúan en desarrollo.



Figura 21.- Vista aérea de los cheniers modernos en Isla Sacatosa (círculos rojos). La parte superior de la foto es el Oeste, donde están los cheniers antiguos (cuadro rojo).

TRABAJO DE CAMPO Y LABORATORIO

La técnica de recolecta para la tanatocenosis reciente fue la misma descrita en la biocenosis (uso de cuadrante y el tamizado). Las muestras de conchas se guardaron en bolsas de plástico y se les agregó cloro comercial hasta cubrirlas, con el propósito de que el lodo pierda cohesión y sea más sencillo el lavado y separación de las conchas. Ya lavada la muestra se secó, y al igual que la biocenosis, se separaron los organismos e identificaron hasta nivel especie.

Para detectar si existen diferencia estacional en la composición de la tanatocenosis, también se hicieron dos muestreos en la Zona Sur y Norte (CDA e

naturales de transporte o acumulación selectiva (Avila-Serrano y Téllez-Duarte, 2000). Se usa en depósitos de bivalvos para determinar la distribución de los procesos naturales tafonómicos. Cuando el índice la relación difiere (menor a uno), indica que estuvieron sujetas a diferentes procesos naturales de transporte (Martín-Kaye, 1951; Menard y Boucot, 1951; Kelling y Williams, 1967; Beherenes y Watson, 1969; Dent y Uhens, 1993).

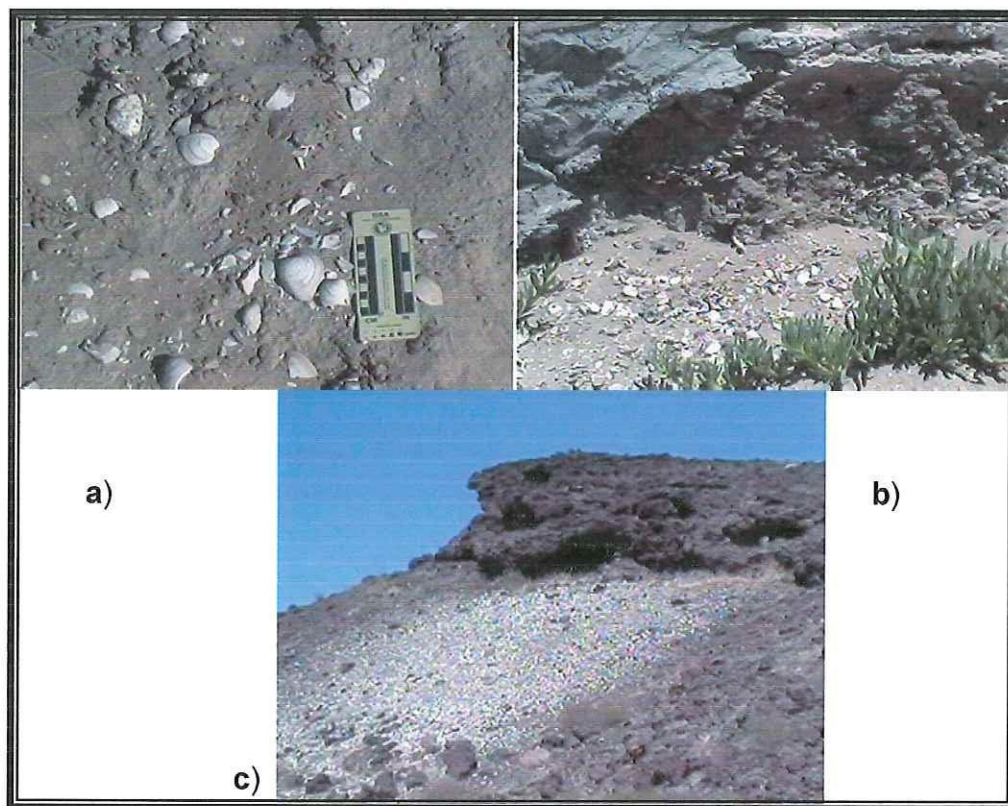


Figura 22.- Aspecto de los concheros muestreados: a) Rancho Ciénega, b) San Felipe y c) Campo Cristina.

ANÁLISIS DE DATOS

El análisis y cálculo de datos para toda la tanatocenosis, fue el mismo al de la biocenosis. A la composición taxonómica de los cheniers obtenida por

Kowalewski *et al.* (1994), solo se tomó los datos de los modernos y se realizó la abundancia total con el porcentaje relativo, para conocer la dominancia de las especies. Como en los cheniers y concheros el muestreo fue puntual, se hizo el análisis de distribución de estaciones y no a lo largo de transectos.

4.- RESULTADOS

El orden que se presentan los resultados es el mismo a la biocenosis: 1) Número de individuos y de especies; 2) Distribución a lo largo del transecto; c) Individuos/m²; 3) Análisis de agrupamiento de las especies; 4) Diversidad de las especies (índice de Shannon-Weaver); 5) Equitatividad de las especies y; 6) Disimilitud entre las estaciones y localidades (índice de Bray-Curtis).

CAMPO DON ABEL.

Los cuatro transectos de ésta localidad tienen el mismo número de estaciones a la biocenosis y se encontraron 53 especies en CDA1, 64 en CDA2, 96 en CDA3 y 101 en CDA4 (Tabla III). Lo que hace un total de 65 especies en Octubre, 114 en Mayo, 117 para la localidad, y en toda la tanatocenosis de área de estudio fueron 122 especies (Tabla III y Tabla II en Apéndice). Es más de 50%, 95.9% de las especies y 51.9% de los organismos

Se recolectaron 6,722 individuos en Octubre y 46,164 en Mayo (Tabla II en Anexos). La abundancia de organismos en cada transecto fue muy similar entre los dos de Octubre (3,385.5 y 3,338.5 organismos), y los dos de Mayo (22,429.5 y

23,734.5 organismos; Tabla II en Anexos).

La especie que dominó abrumadoramente fue el bivalvo *Mulinia coloradoensis* (Fig. 23), 43.2% del total (Tabla VII). Le sigue también el bivalvo *Tellina amianta* con solo el 14.2% y continúan disminuyendo las demás especies.



Figura 23.- *Mulinia coloradoensis*, el bivalvo más abundante en los cheniers modernos. Se muestran dos tamaños de valvas: **a)** exterior convexa (valva izquierda) e **b)** interior cóncava (valva derecha).

El número de individuos a lo largo de los cuatro transectos de CDA, se concentró en la zona mesomareal superior e inferior (Fig. 24 y 25). El mayor número en Octubre fue la estación 3 y 8 (CDA1 y CDA2, respectivamente) con 1,500, corresponden al mesomareal superior inferior y mesomareal inferior superior, respectivamente (Fig. 24).

Para Mayo es mayor la abundancia y en especial el transecto norte (CDA4). La estación 9 de ambos transectos, parte baja del mesomareal inferior (Fig. 25), presentó más organismos (9,543 organismos CDA4 y 6,053 CDA3). Igual a los transectos de Octubre, Mayo tiene el menor número de organismos en la zona mesomareal media (estación 4 a 6 en Fig. 24 y 25).

Tabla VII.- Abundancia relativa y total de las 26 especies más comunes en la biocenosis y tanatocenosis reciente.

BIOCENOSIS			TANATOCENOSIS		
ESPECIE	TOTAL	%	ESPECIE	TOTAL	%
<i>Nassarius moestus</i>	720	36.85	<i>Mulinia coloradoensis</i>	43996	43.22
<i>Tellina meropsis</i>	430	22.01	<i>Tellina amianta</i>	14514	14.26
<i>Mellita longifissa</i>	320	16.37	<i>Saxicava pacifica</i>	10064	9.88
<i>Chione fluctifraga</i>	214	10.95	<i>Nassarius moestus</i>	5105	5.01
<i>Glottidia palmeri</i>	111	5.68	<i>Chione gnidia</i>	3262	3.20
<i>Donax navicula</i>	45	2.30	<i>Donax navicula</i>	2449	2.40
<i>Chione pulicardia</i>	38	1.94	<i>Nuculana impar</i>	2018	1.98
<i>Mulinia coloradoensis</i>	15	0.77	<i>Tagelus affinis</i>	1525	1.50
<i>Encope grandis</i>	11	0.56	<i>Cumingia pacifica</i>	1374	1.35
<i>Pitar concinnus</i>	6	0.31	<i>Semele guymasensis</i>	1303	1.28
<i>Strigilla interrupta</i>	6	0.31	<i>Aligena cf nucea</i>	998	0.98
<i>Natica chemnitzii</i>	5	0.26	<i>Calyptra mamillaris</i>	898	0.88
<i>Solenosteira capitanea</i>	4	0.21	<i>Nassarius gallegosi</i>	877	0.86
<i>Nuculana impar</i>	4	0.21	<i>Anomia adamas</i>	760	0.74
<i>Protothaca grata</i>	4	0.21	<i>Macoma siliqua siliqua</i>	742	0.73
<i>Tagelus affinis</i>	4	0.21	<i>Leptopecten palmeri</i>	726	0.71
<i>Tellina amianta</i>	3	0.15	<i>Strigilla interrupta</i>	720	0.70
<i>Cangrejo ermitaño</i>	2	0.10	<i>Mellita longifissa</i>	682	0.67
<i>Cumingia pacifica</i>	2	0.10	<i>Protothaca grata</i>	665	0.65
<i>Epilucina californica</i>	2	0.10	<i>Felaniella sericata</i>	631	0.62
<i>Felaniella sericata</i>	2	0.10	<i>Polinices reclusianus</i>	609	0.60
<i>Macoma siliqua siliqua</i>	2	0.10	<i>Nassarius ioides</i>	575	0.56
<i>Bivalvo</i>	1	0.05	<i>Pitar concinnus</i>	575	0.56
<i>Olivella zanoeta</i>	1	0.05	<i>Crepidula striolata</i>	501	0.49
<i>Saxicava pacifica</i>	1	0.05	<i>Chione sp. (umbos)</i>	478	0.47
<i>Veneridae</i>	1	0.05	<i>Ostrea palmula</i>	448	0.44

La densidad promedio de individuos en CDA fue 1,429/m², de las más latas para el área de estudio. En ambos muestreos los dos transectos tienen valores parecidos (Tabla VIII), pero son más altos los del norte (CDA 1 y CDA4). Además, en Mayo aumentó considerablemente, de 350/m² a 2,500/m² en promedio.

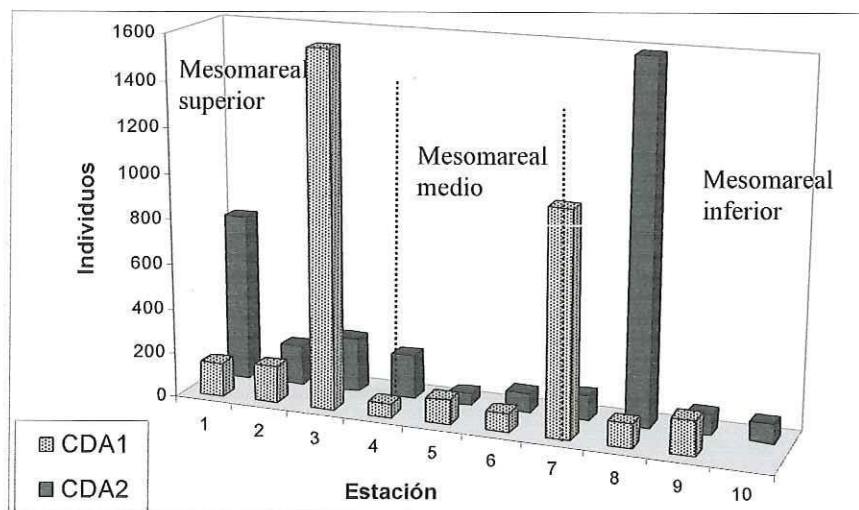


Figura 24.- Abundancia de organismos a lo largo de los dos transectos de Octubre para la tanatocenosis reciente de CDA: Norte (CDA1) y Sur (CDA2).

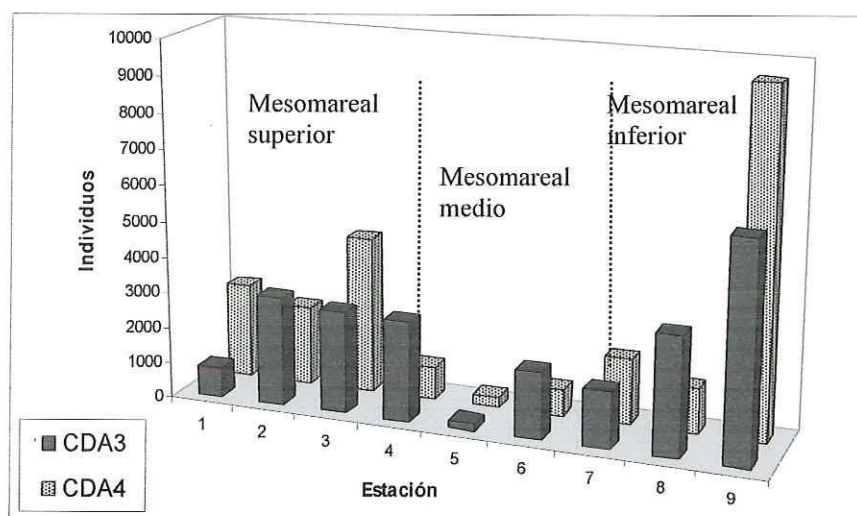


Figura 25.- Abundancia de organismos a lo largo de los dos transectos de Mayo para la tanatocenosis reciente de CDA: Norte (CDA4) y Sur (CDA3), con las estaciones y zona mesomareal.

El dendograma de análisis de agrupamiento modo Q de CDA (Fig. 26), se hizo con las primeras 38 especies de los muestreos de Octubre y Mayo. Hay dos grupos a partir de la distancia significativa de 1.05 (línea discontinua). De arriba hacia abajo, el primero lo forman seis especies donde están las tres más

abundantes (*Tellina meropsis*, *Saxicava pacífica* y *Mulinia coloradoensis*), en el segundo grupo están las 32 restantes.

Tabla VIII.- Densidad promedio de individuos/m², para la tanatocenosis reciente en cada uno de los transectos y localidades (subrayadas).

Transecto	Densidad	Transecto	Densidad
CDA 1	376.16	ISA2	241.13
CDA 2	333.65	<u>ISA</u>	<u>536.18</u>
CDA 3	2,492.16	ECH1	35.00
CDA 4	2,637.16	ECH2	8.31
<u>CDA</u>	<u>1,429.35</u>	<u>ECH</u>	<u>19.75</u>
<u>IVE</u>	<u>1,427.66</u>	<u>GSC</u>	<u>73.38</u>
ISA1	812.78	TOTAL	908.74

La diversidad de especies en esta localidad fue la más alta que se registró en la zona de estudio, valores entre 1.0 y 1.2 (Fig. 6, CDA triángulos). En Octubre y Mayo hay poca diferencia, el valor más bajo fue para el transecto norte de Octubre (CDA1). El total de la localidad (CDA, triángulo) fue similar a los transectos CDA2, CDA3 y CDA4 (Fig. 6, triángulos).

La equitatividad de especies en los transectos de CDA fue alrededor de 0.60 (Fig. 7, triángulos). El de Mayo (cuadro) y el total de la localidad fueron los más bajos (CDA, triángulo), el transecto Sur de Octubre (CDA2) fue el mayor de la localidad y de la Zona Sur.

La disimilitud de la tanatocenosis con el índice de Bray-Curtis se calculó con los dos transectos de Octubre y Mayo, los totales de los meses y el total de la localidad (CDA). Los valores discriminan dos grupos (Fig. 27), en el Grupo I están los de Octubre y en el Grupo II los de Mayo con el total de la localidad (CDA).

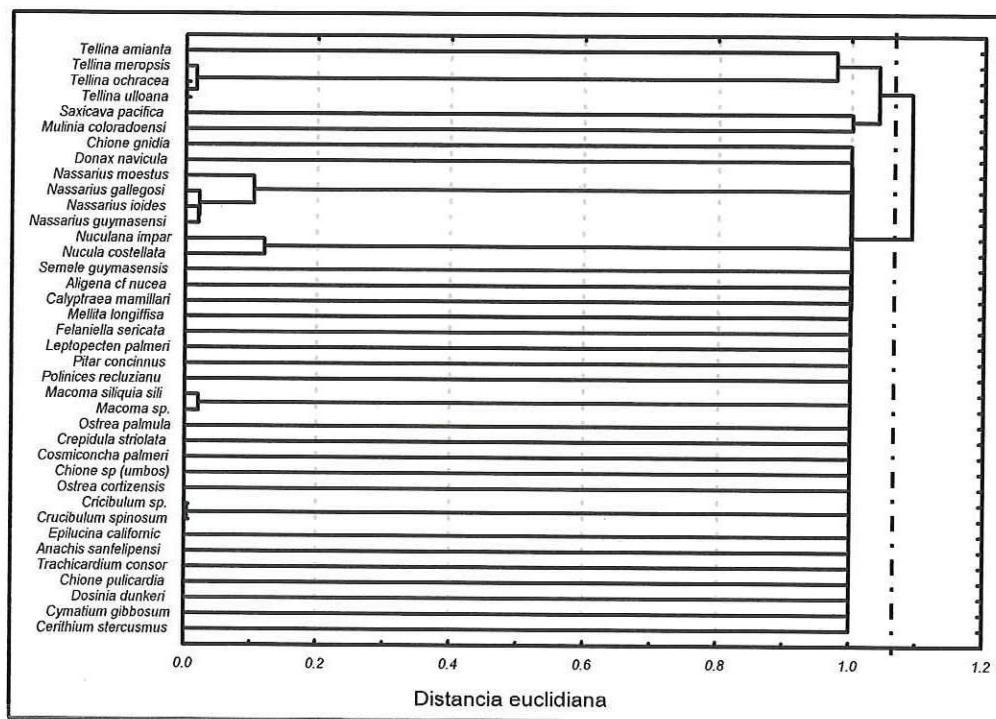


Figura 26.- Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q de la tanatocenosis reciente para las primeras 38 especies de CDA, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación. La línea discontinua remarcada indica la distancia significativa a partir de donde se consideran dos grupos.

Al comparar la disimilitud de la tanatocenosis reciente, se discriminan dos grupos (Fig. 28). CDA está en el Grupo II con dos localidades (IVE e ISA), y son las otras del Sur. Esto muestra disimilitud entre la Zona Norte y Sur, y similitud entre sus transectos.

ISLA VEGA.

Esta localidad presentó 65 especies (Tabla III) con 31,408 individuos (Tabla II en Anexos), más de los que presentó CDA durante Mayo. Además de los dos bivalvos dominantes en este depósito (*Mulinia coloradoensis* y *Tellina*

Amianta), destaca también el bivalvo *Cumingia pacifica*.

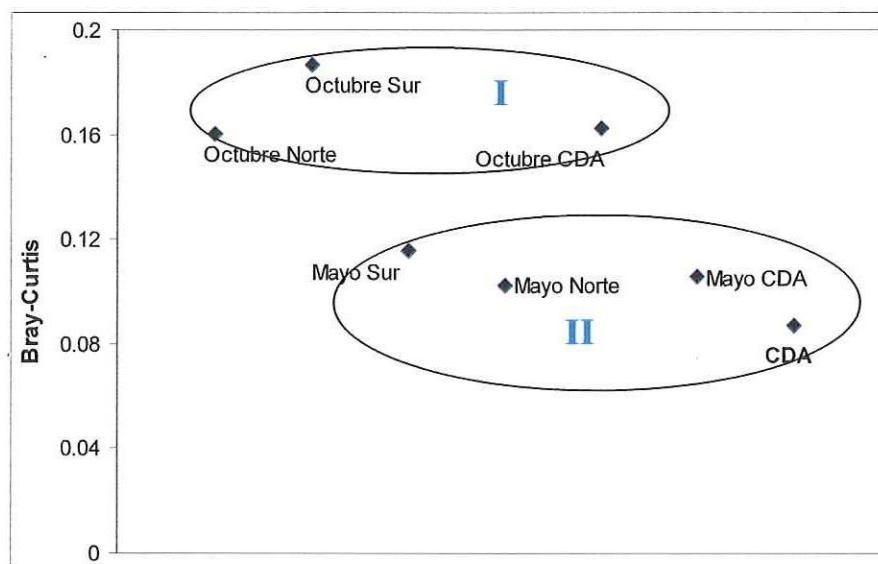


Figura 27.- Gráfica del índice de disimilitud de Bray-Curtis para la tanatocenosis reciente en todos los transectos de CDA, donde se discriminan dos grupos no similares (I y II).

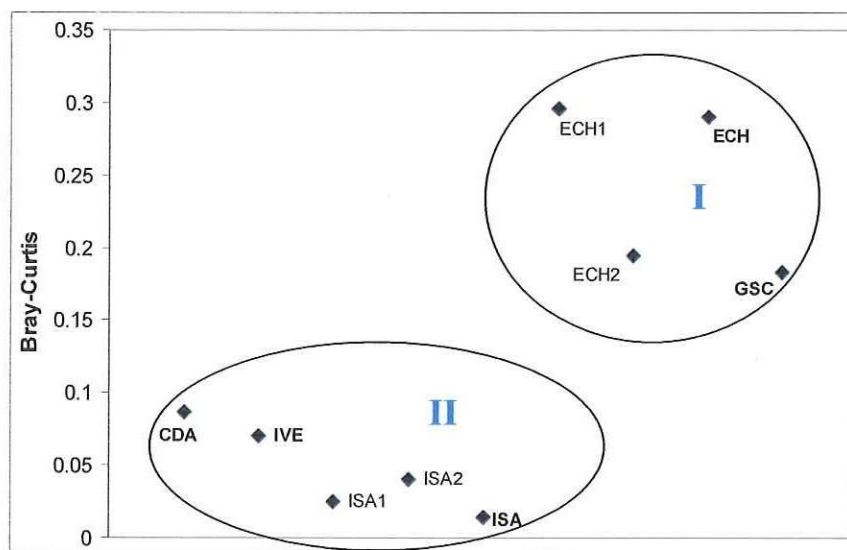


Figura 28.- Gráfica del índice de disimilitud de Bray-Curtis para la tanatocenosis reciente en todas las localidades, donde se discriminan dos grupos no similares (I y II).

A lo largo del transecto (Fig. 29), la mayor abundancia de individuos está en el mesomareal superior (primeras siete estaciones), en la zona mesomareal media e inferior la distribución es más homogénea. En la zona mesomareal inferior destaca la estación 16 por la gran abundancia de organismos (1,975), la cual duplica a las otras seis estaciones (menos de 900 organismos). La estación 12 (mesomareal media) y 21 (mesomareal inferior) son las que tienen la menor cantidad de organismos (264 y 126, respectivamente).

La densidad de IVE es $1,427/\text{m}^2$ (Tabla XVI), casi la misma al promedio de CDA ($1,429/\text{m}^2$), y estuvieron muy por encima de las tres localidades de la Zona Norte.

En el dendograma de análisis de agrupamiento modo Q se distinguen dos grupos a partir de la distancia significativa 1.02 (Fig. 30, línea discontinua). En el primero (de arriba hacia abajo) está el bivalvo *Mulinia coloradoensis* quien dominó con más de 22 mil individuos, y el segundo grupo es uniforme debido a que aglutina las especies en cuanto a su abundancia (Tabla II en Anexos). El gasterópodo *Nassarius moestus* encabeza el segundo grupo con 1,520 individuos (Tabla II en Anexos), lo que muestra la gran diferencia con el primer grupo.

La diversidad de especies (Fig. 6, IVE triángulo) está con los valores intermedios (0.63), a diferencia de la biocenosis, se separa de la otra localidad del sur (CDA). La equitatividad (Fig. 7, IVE triángulo) muestra un comportamiento similar al de la diversidad y su valor es 0.35.

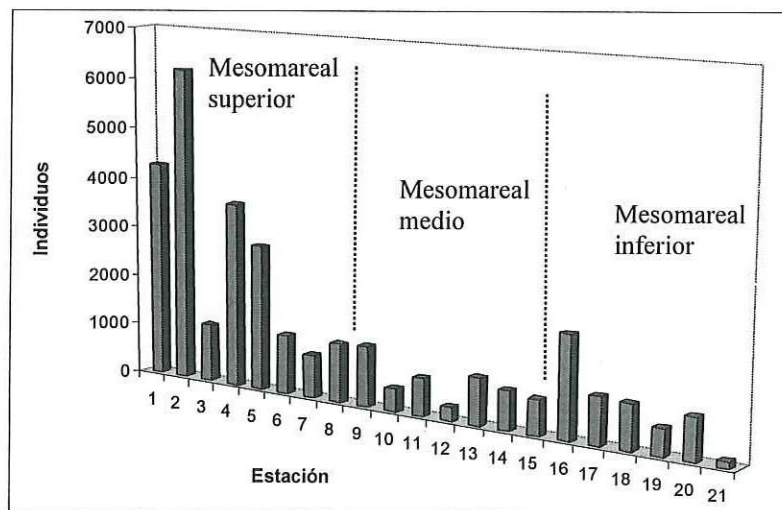


Figura 29.- Abundancia de organismos a lo largo del transecto de IVE para la tanatocenosis reciente, con las estaciones y zona mesomareal.

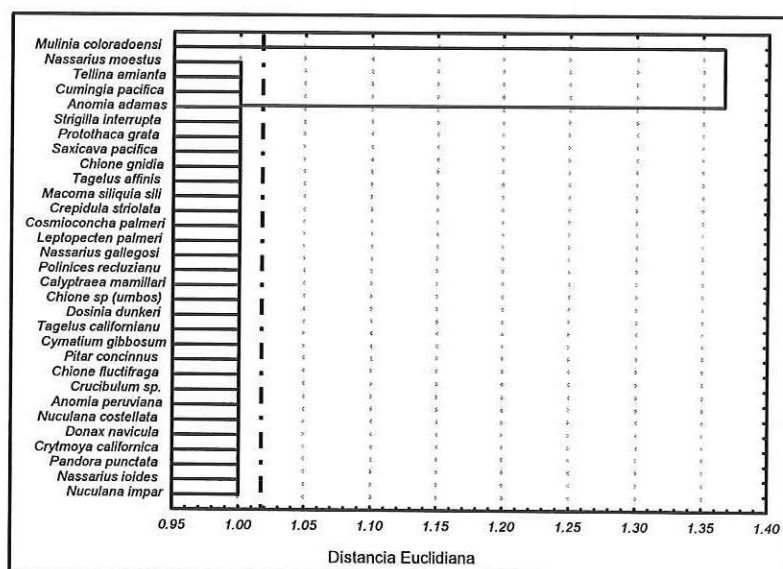


Figura 30.- Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendrograma del análisis de agrupamiento modo Q de la tanatocenosis reciente para las primeras 31 especies de IVE, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación. La línea remarcada discontinua indica la distancia significativa a partir de donde se consideran tres grupos.

La disimilitud por el índice de Bray-Curtis (Fig. 30), IVE está con el Grupo II, son de los valores bajos y está con los transectos del Sur.

ISLA SACATOSA.

En esta localidad se realizó un transecto durante Diciembre de 1999 y otro en Agosto de 2000 con 16 y 15 estaciones, respectivamente (Tabla III). En el muestreo de Diciembre se encontraron 42 especies y en Agosto 51 (Tabla III), un total de 13,004.5 y 3,617 individuos, respectivamente, lo que muestra mayor abundancia y riqueza de especies durante Diciembre (Tabla II en Anexos).

Aparte de *Mulinia coloradoensis*, las especies que le siguieron en abundancia son: el gasterópodo *Nassarius moestus* (1,335), los bivalvos *Tagelus affinis* (980) y *Anomia adamas* (726) (Tabla II en Anexos).

La abundancia en cada estación de IVE disminuye mucho de Diciembre a Agosto (Fig. 31). Es mayor en Diciembre (ISA1), sobresale la estación 2 y 3 con 1,700 y 1600 organismos, respectivamente. En Agosto la estación 5 es la más abundante con 800 organismos, la mitad de los dos transectos anteriores. En Diciembre, la zona mesomareal superior e inferior tiene la mayor cantidad de organismos (Fig. 31), y en Agosto es la zona mesomareal superior, disminuyendo hacia el mesomareal medio e inferior.

La densidad promedio de individuo es $536/\text{m}^2$ (Tabla XIV), está muy arriba de las otras localidades del Norte (ECH y GSC), pero casi es una tercera parte de las dos localidades de la Zona Sur (CDA e IVE).

El dendograma de análisis de agrupamiento modo Q (Fig. 32), a partir de la distancia significativa 1.0 (línea discontinua) discrimina dos grupos. El primero separa la especie más abundante, el bivalvo *Mulinia coloradoensis*, quien predomina abrumadoramente (13,205 individuos) sobre las demás. El otro grupo

está compuesto por la mayoría de las especies (Fig. 32), siendo gasterópodo *Nassarius moestus* quien lo inicia por ser el segundo más abundante.

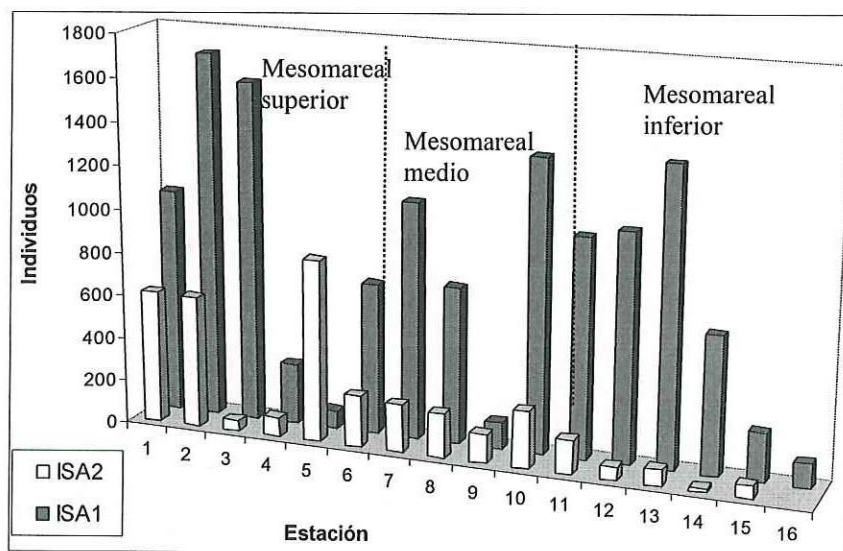


Figura 31.-. Abundancia de organismos a lo largo de los dos transecto de ISA para la tanatocenosis reciente, con las estaciones y zona mesomareal.

Tanto la diversidad de especies (alrededor 0.4) como la equitatividad (alrededor de 0.2) tienen los valores más bajos del área de estudio, por transectos y por localidades (Fig. 6 y 7, ISA triángulos). En ambos índices es el transecto de Agosto (ISA2) el más bajo.

También los valores de disimilitud de Bray-Curtis para los dos transectos de ISA, presentan los valores más bajos (<0.05) del área de estudio, están con el Grupo II (Fig. 28) junto con CDA e IVE que son de la Zona Sur.

ESTERO CHAYO.

En los dos transectos muestreados durante invierno se obtuvo 17 y 9 especies, ECH1 y ECH2, respectivamente (Tabla III). Hay un total de 17 especies

y 276 organismos, la mitad de GSC y la localidad que le sigue (Tabla II en Anexo). Existe una notable diferencia en la abundancia de sus dos transectos, 210 en ECH1 y 66 en ECH2 (Tabla II en Anexos).

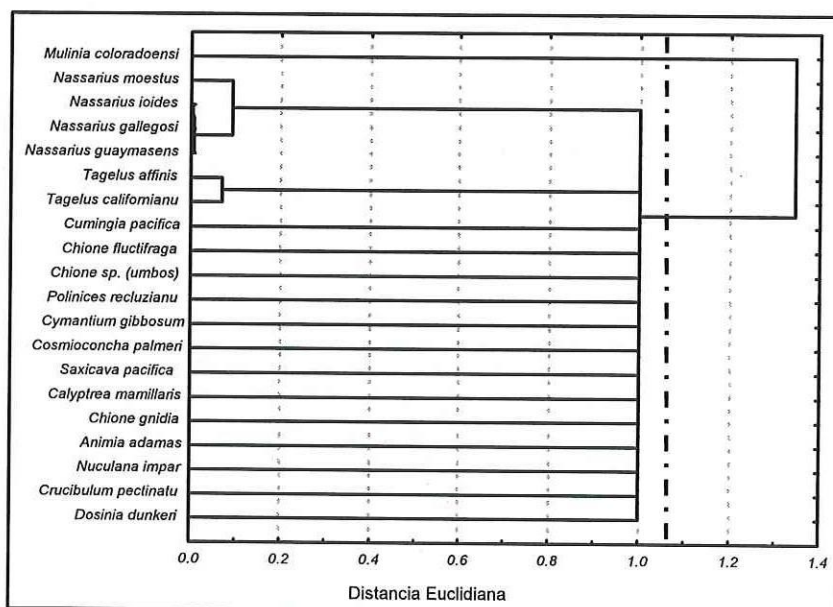


Figura 32.- Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendrograma del análisis de agrupamiento modo Q de la tanatocenosis reciente para las primeras 20 especies de ISA, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación. La línea discontinua remarcada indica la distancia significativa a partir de donde se consideran dos grupos.

A diferencia de las anteriores localidades, en ECH el bivalvo *Tagelus affinis* (112) es la especie más abundante (Tabla II de Anexos). Le siguen *Mulinia coloradoensis* con 43 organismos y *Chione fluctifraga* con 34.

La densidad promedio de individuos en ECH es $19/m^2$ (Tabla XIV), las más bajas de toda la zona de estudio. Pero es notable la diferencia en ambos transectos, en ECH1 es $35/m^2$ y en ECH2 solo $8/m^2$.

En la abundancia a lo largo de los transectos (Fig. 33), es evidente la diferencia de su distribución. La mayor abundancia de ECH1 es en la zona

mesomareal superior (estación 1 y 2) con 102 individuos, le sigue mesomareal medio con 56 (estaciones 3 y 4), el mesomareal inferior (estaciones 5 y 6) con 51 individuos y están mejor distribuidos. En el transecto ECH2 cambia la distribución, la mayor cantidad está en el mesomareal inferior (47 individuos en las estaciones 7 y 8), continuando el mesomareal medio con 18 individuos (estaciones 4 a 6), y prácticamente se ausentan en el mesomareal superior (estación 1 a 3), solo hay un individuo (Fig. 33).

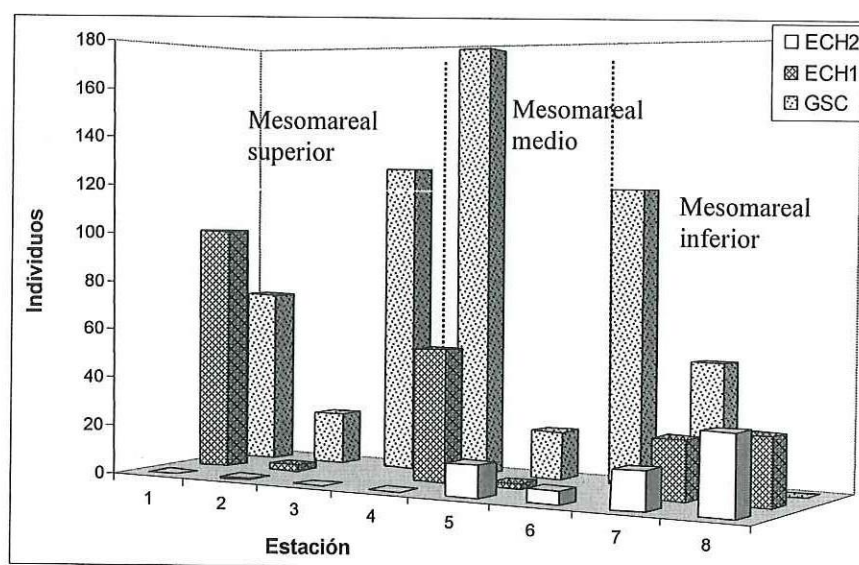


Figura 33.- Abundancia de organismos a lo largo del transecto de ECH (ECH1 y 2) y GSC, para la tanatocenosis reciente con las estaciones y zona mesomareal.

El dendograma del análisis de agrupamiento modo Q para los dos transectos de ECH (Fig. 34), discrimina dos grupos a partir de la distancia significativa de 1.05 (línea discontinua). El primer grupo (de arriba hacia abajo), lo compone el bivalvo *Tagelus affinis*, que es la especie más abundante, y el otro grupo está compuesto por el resto de las especies, en donde están separadas del resto las tres especies que siguen en abundancia (*Mulinia coloradoensis*, *Chione*

fluctifraga y *Nassarius moestus*).

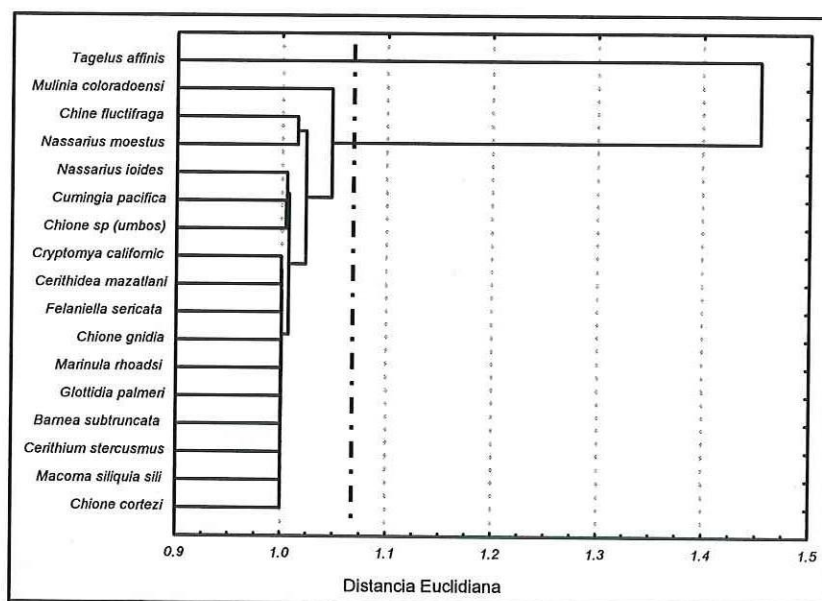


Figura 34.- Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendrograma del análisis de agrupamiento modo Q de la tanatocenosis reciente para el total de las especies de ECH, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación. La línea discontinua remarcada indica la distancia significativa a partir de donde se consideran dos grupos.

Los valores de la diversidad de especies en ECH (Fig. 6, triángulos) son intermedios en la tanatocenosis reciente, tanto los dos transectos (0.86 en ECH1 y 0.63 en ECH2), como el total (0.84 en ECH). Por otro lado, los valores de equitatividad (Fig. 7, triángulos) son de los más altos para los transectos, 0.70 en ECH1 y 0.66 en ECH2, así como en su total (ECH) que es 0.68.

En la de disimilitud de Bray-Curtis (Fig. 28), los valores de los transectos de ECH, son los más altos y está en el Grupo I. Este grupo muestra disimilitud con las tres localidades anteriores (CDA, IVE, e ISA), y similitud con la otra localidad del Norte (GSC).

GOLFO SANTA CLARA.

El transecto muestreado durante invierno tuvo 7 estaciones, 21 especies y 587 individuos (Tabla III y Tabla II en Anexos). El gasterópodo *Nassarius moestus* fue la especie dominante con 175 organismos, sigue el bivalvo *Tagelus affinis* con 123, y *Mulinia coloradoensis* con 53 (Tabla II en Anexos).

La abundancia a lo largo del transecto tiene diferente distribución (Fig. 33). La mayor cantidad de organismos está en la zona mesomareal media y superior (316 y 219, respectivamente), en la primera sobresale la estación 4 con 177 individuos, y la más pobre fue el mesomareal inferior (51 organismos).

El valor de la densidad promedio de individuo en ECH, está con los de la Zona Norte (Tabla XIV). Es de $73/\text{m}^2$, mayor a ECH pero menor a ISA, la otra localidad del Norte.

El dendograma del análisis de agrupamiento modo Q (Fig. 35), discrimina tres grupos a partir de la distancia significativa 1.01 (línea discontinua). El primero y segundo grupo (de arriba hacia abajo) está compuestos por las especies más abundantes, el gasterópodo *Nassarius moestus* y el bivalvo *Tagelus affinis*, respectivamente. El otro grupo lo conformado las 19 especies restantes, quienes hacen subgrupos (Fig. 35).

La diversidad de especies para GSC (Fig. 6, GSC triángulo) está con los valores intermedios (0.87) junto con ECH, mientras que la equitatividad (Fig. 7, GSC triángulo) está también con la misma localidad del Norte en los valores altos (0.66). Esto es a pesar de que ambas localidades tienen abundancia y número de especies bajo con respecto a las localidades del Sur.

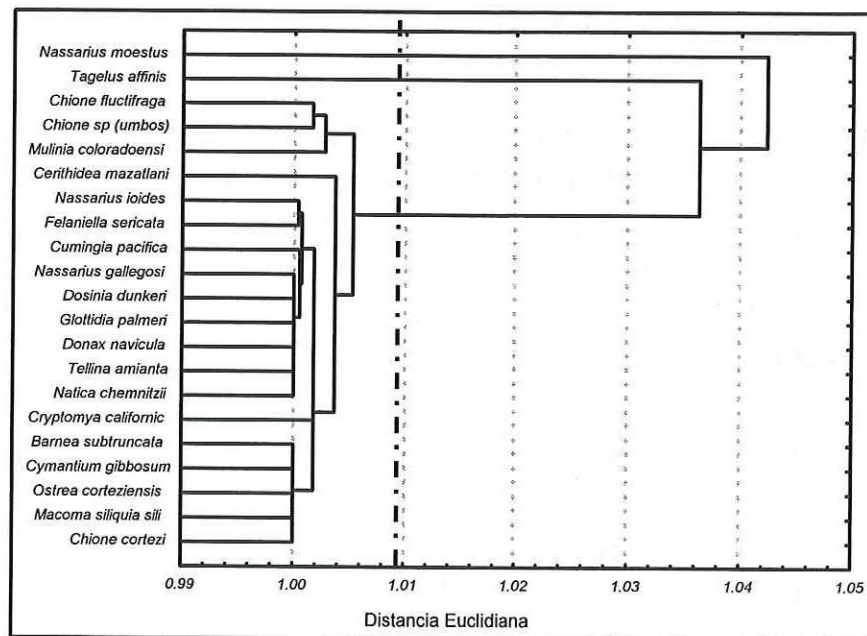


Figura 35.- Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendrograma del análisis de agrupamiento modo Q de la tanatocenosis reciente para el total de las especies de GSC, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación. La línea discontinua remarcada indica la distancia significativa a partir de donde se consideran dos grupos.

El valor de disimilitud de Bray-Curtis de GSC está con ECH en el Grupo I (Fig. 28), se caracteriza por tener los valores altos del área de estudio, y muestra disimilitud con las localidades del Sur.

De los resultados de la tanatocenosis moderna, se resume que la riqueza de especies y abundancia relativa (Tabla IX), igual que la biocenosis, fue mayor en los transectos de CDA e IVE, en la Zona Sur del área de estudio. La máxima riqueza y abundancia relativa se presentó en CDA4 con 101 especies, y la mínima en ECH2 con 9. Los valores de la diversidad de especies mediante el índice de Shannon-Weaver (H'), fueron mayores en los cuatro transectos de CDA seguidos por los de ECH. La equitatividad (E) más alta fue para ECH y GSC, las dos

localidades más al Norte del área de estudio, a pesar de su baja abundancia.

Tabla IX.- Riqueza, diversidad (H') y equitatividad (E) para cada una de los transectos y en la diferentes localidades (subrayadas).

Localidad	Estaciones	Abundancia	No. de especies	(H')	E
CDA1	9	3,385.5	53	1.0320	0.5985
CDA2	10	3,336.5	54	1.1203	0.6224
CDA3	9	22,429.5	96	1.1100	0.5599
CDA4	9	23,734.5	101	1.1171	0.5574
<u>CDA</u>	37	52,886.00	117	1.1425	0.5524
<u>IVE</u>	22	31,408.0	65	0.6443	0.3540
ISA1	16	13,004.5	42	0.3983	0.2453
ISA2	15	3,617.0	51	0.3132	0.1834
<u>ISA</u>	31	16,621.5	62	0.3993	0.2170
ECH1	6	210.0	17	0.8624	0.7009
ECH2	8	66.5	9	0.6346	0.6650
<u>ECH</u>	14	276.5	17	0.8363	0.6797
<u>GSC</u>	8	587.0	21	0.8721	0.6596

La densidad promedio de individuos en el área de estudio fue de $908/m^2$ (Tabla VIII). Al igual que la biocenosis de CDA, la mayor densidad fue durante Mayo en los transectos 3 y 4, pero el promedio total de esta localidad es parecido a IVE ($1,429/m^2$ y $1,427/m^2$, respectivamente). La Zona Norte fue más baja: ISA con $536/m^2$, GSC con $73/m^2$ y ECH con $19/m^2$.

TANATOCENOSIS ANTIGUA

En esta sección se presentarán los resultados de los cheniers modernos y los concheros en el mismo orden que la biocenosis y tanatocenosis reciente.

En los cheniers modernos se colectaron 6,515.5 individuos (6,415.5 valvas de pelecípodos y 100 conchas de gasterópodos), totalizan 32 especies, de las cuales 21 son bivalvos y 11 gasterópodos (Tabla X). Del total de los individuos el 98% son bivalvos y el 2% gasterópodos, además del total de los bivalvos el 91% corresponde a *Mulinia coloradoensis* (Fig. 23).

En los concheros se recolectaron 975 individuos, 26 especies donde 12 fueron bivalvos, 11 gasterópodos, y tres especies identificadas como *Balanus*, gusanos y tenazas o quelas de cangrejo (Tabla XI). Del total de individuos el 88% son bivalvos (859), 7% gasterópodos (68), y el 5% restante son *Balanus* (27), cangrejos (18) y gusanos (3). La especie más abundante es *Chione cortezi* comprendiendo el 37% del total de los organismos y 42% de los bivalvos, le continúa *Ostrea angelica* con 22% del total de los organismos y 25% de los bivalvos (Tabla XI).

En ambos concheros de RLC se encontró número de individuos parecido (209 en el Norte y 244 al Sur) pero con diferencia en el número de especies, 3 y 11 respectivamente (Tabla XII). La especie dominante fue el bivalvo *Chione cortezi* y disminuyen considerablemente las otras especies. El conchero del Norte fue el más pobre de los cuatro en el número de especies, además del dominio total de una especie.

En el conchero CCR, al sur del poblado de San Felipe (Fig. 1), de 197 individuos muestreados se encontró 8 especies (Tabla XIII). Dominó el bivalvo *Cardita californica* y a diferencia de los otros concheros, la distribución de

individuos fue más equitativa.

Tabla X.- Abundancia total y porcentaje relativo de las especies identificadas en las cinco localidades de los cheniers modernos. **B** son bivalvos; **G** gasterópodos (Datos obtenidos de Kowalewski *et al.*, 1994).

ESPECIE		Loc. 1	Loc. 4	Loc. 7	Loc. 8	Loc. 9	TOTAL	%
<i>Mulinia coloradoensis</i>	B	759.5	1040	1150	2473.5	510.5	5933.5	91.06
<i>Chione fluctifraga</i>	B	53.5	15.5	114.5	57.5	1.5	242.5	3.72
<i>Tagelus affinis</i>	B	1	4.5	44	39.5	3	92	1.40
<i>Anomia adamas</i>	B	1.5	12.5	3	5	12.5	34.5	0.53
<i>Ostrea sp.</i>	B	27	0.5	0.5		0.5	28.5	0.43
<i>Polinices sp.</i>	G		4	14	8	1	27	0.41
<i>Calyptraea sp.</i>	G	5	2	3	5	6	21	0.32
<i>Argopecten sp.</i>	B	11.5	5.5	0.5	1.5	1	20	0.30
<i>Chione gnidia</i>	B	6	4.5	6	3	0.5	20	0.30
<i>Cymantium gibbosum</i>	G	1	4	7	8		20	0.30
<i>Mytella guayanensis</i>	B	1	0.5	12.5	5		19	0.29
<i>Crucibulum sp.</i>	G	11	1			4	16	0.25
<i>Protothaca grata</i>	B	9.5	0.5	0.5	1.5		12	0.18
<i>Solenosteira sp.</i>	G			4	1		5	0.08
<i>Crepidula excavata</i>	G	2	1		1		4	0.07
Bivalvos no identificados	B	0.5	0.5	1.5		0.5	3	0.06
<i>Trachycardium senticosum</i>	B	1	0.5			0.5	2	0.04
<i>Pitar concinnus</i>	B	1	1				2	0.04
<i>Cerithidea mazatlanica</i>	G		1	1			2	0.04
<i>Crepidula sp.</i>	G		1		1		2	0.04
<i>Chione cortezi</i>	B				1		1	0.015
<i>Cyclinella saccata</i>	B	0.5			0.5		1	0.015
<i>Lima hemphilli</i>	B	0.5				0.5	1	0.015
<i>Calliostoma palmeri</i>	B		1				1	0.015
<i>Fusinus depetithouars</i>	G			1			1	0.015
<i>Muricanthus nigritus</i>	G			1			1	0.015
<i>Turritella sp.</i>	G	1					1	0.015
<i>Trachycardium sp.</i>	B		0.5				0.5	0.007
<i>Chione pulicardia</i>	B	0.5					0.5	0.007
<i>Tellina ochracea</i>	B	0.5					0.5	0.007
<i>Tellina simulans</i>	B	0.5					0.5	0.007
<i>Felaniella sericata</i>	B	0.5					0.5	0.007
TOTAL		896	1101.5	1364	2612	542	6515.5	100

Tabla XI.- Total de especies de moluscos de los cuatro concheros con su abundancia, porcentaje total, tipo de molusco y porcentaje según el tipo.

ESPECIE	Total	%	Tipo de Molusco	% Acumulativo
<i>Chione cortezi</i>	364	37.33	Bivalvo	42.37
<i>Ostrea angelica.</i>	216	22.15	Bivalvo	25.15
<i>Cardita californica</i>	88	9.03	Bivalvo	10.24
<i>Protothaca grata</i>	74	7.59	Gasterópodo	8.61
<i>Cardita affinis</i>	48	4.92	Bivalvo	5.59
<i>Pholas chiloensis</i>	47	4.82	Bivalvo	5.47
<i>Balanus sp.</i>	27	2.77	-	-
<i>Tegula rugosa</i>	23	2.36	Gasterópodo	33.82
<i>Solenosteira capitanea</i>	19	1.95	Gasterópodo	27.49
Cangrejo (quelas)	18	1.95	-	-
<i>Pteria sterna</i>	12	1.23	Bivalvo	1.40
<i>Turbo fluctuosa</i>	9	0.92	Gasterópodo	13.23
<i>Modulus disculus</i>	5	0.51	Gasterópodo	7.36
<i>Muricanthus nigritus</i>	4	0.41	Gasterópodo	5.89
<i>Ostrea corteziensis</i>	3	0.31	Bivalvo	0.35
<i>Ostrea palmula</i>	3	0.31	Bivalvo	0.35
Gusanos	3	0.31	-	-
<i>Crucibulum spinosum</i>	2	0.21	Gasterópodo	2.94
<i>Mulinia coloradoensis</i>	2	0.21	Bivalvo	2.94
Murícidos	2	0.21	Bivalvo	2.94
<i>Laevicardium elatum</i>	1	0.10	Bivalvo	0.12
<i>Modiolus rectus</i>	1	0.10	Bivalvo	0.12
<i>Nassarius moestus</i>	1	0.10	Gasterópodo	0.12
<i>Olivella zaoneta</i>	1	0.10	Gasterópodo	0.12
<i>Polinices recluzianus</i>	1	0.10	Gasterópodo	0.12
<i>Vermetus contortus</i>	1	0.10	Gasterópodo	0.12
TOTAL	996	100		

Para el conchero SFE, en la costa de Baja California y en la zona sur del área de estudio (Fig. 1), se encontraron 12 especies y contabilizaron 325

individuos. El bivalvo *Ostrea angelica* fue la especie que dominó, y las otras especies disminuyeron considerablemente (Tabla XIV).

Tabla XII.- Abundancia total de moluscos en los concheros RLC Norte y Sur.

ESPECIE	RLC Norte	RLC Sur
<i>Chione cortezi</i>	207	157
<i>Pholas chiloensis</i>		47
<i>Tenazas de cangrejo</i>		18
<i>Solenosteira capitanea</i>		6
<i>Ostrea angelica</i>	1	4
<i>Balanus sp.</i>		3
<i>Ostrea corteziensis</i>		3
<i>Ostrea palmula</i>		3
<i>Mulinia coloradoensis</i>	1	1
<i>Laevicardium elatum</i>		1
<i>Polinices recluzianus</i>		1
TOTAL	209	244

Tabla XIII.- Abundancia total de moluscos en el conchero CCR.

ESPECIE	ABUNDANCIA
<i>Cardita californica</i>	88
<i>Cardita affinis</i>	36
<i>Protothaca grata</i>	26
<i>Tegula rugosa</i>	23
<i>Pteria sterna</i>	12
<i>Turbo fluctuosus</i>	9
<i>Murícidos</i>	2
<i>Vermetes contortus</i>	1
TOTAL	197

La densidad promedio de individuos reportada en los cheniers es 50/m². La

que se obtuvo en los concheros es $123/\text{m}^2$ (Tabla XV). En estos sobresale SFE con el valor más alto, RCC con el menor, y ambas estaciones de RLC es parecida.

Tabla XIV.- Abundancia total de moluscos en el conchero de SFE.

ESPECIE	ABUNDANCIA
<i>Ostrea angelica</i>	211
<i>Protothaca grata</i>	48
<i>Balanus sp.</i>	24
<i>Solenosteira capitanea</i>	13
<i>Cardita affinis</i>	12
<i>Modulus disculus</i>	5
<i>Muricanthus negritus</i>	4
Gusanos	3
<i>Crucibulum spinosum</i>	2
<i>Nassarius moestus</i>	1
<i>Modiolus rectus</i>	1
<i>Olivella zanoeta</i>	1
TOTAL	325

Tabla XV.- Densidad promedio de individuos/m², para los concheros (tanatocenosis antigua) en cada una de las estaciones y localidades (subrayadas), con su nomenclatura.

CONCHEROS	DENSIDAD
La Ciénega Norte (RLC1)	104.5
La Ciénega Sur (RLC2)	122.0
<u>La Ciénega (RLC)</u>	<u>138.2</u>
<u>Campo Cristina (CCR)</u>	<u>96.0</u>
<u>San Felipe (SFE)</u>	<u>162.5</u>
TOTAL	123.7

El dendograma de análisis de agrupamiento modo Q (Fig. 36) para las especies de los cheniers modernos, discriminó dos grupos con una distancia significativa de 0.28 (línea discontinua). En el primero está la especie más abundante, el bivalvo *M. coloradoensis*, y en el segundo están las otras 30 especies, entre las que sobresale el subgrupo donde está el bivalvo *Chione fluctifraga* por ser el que sigue en abundancia.

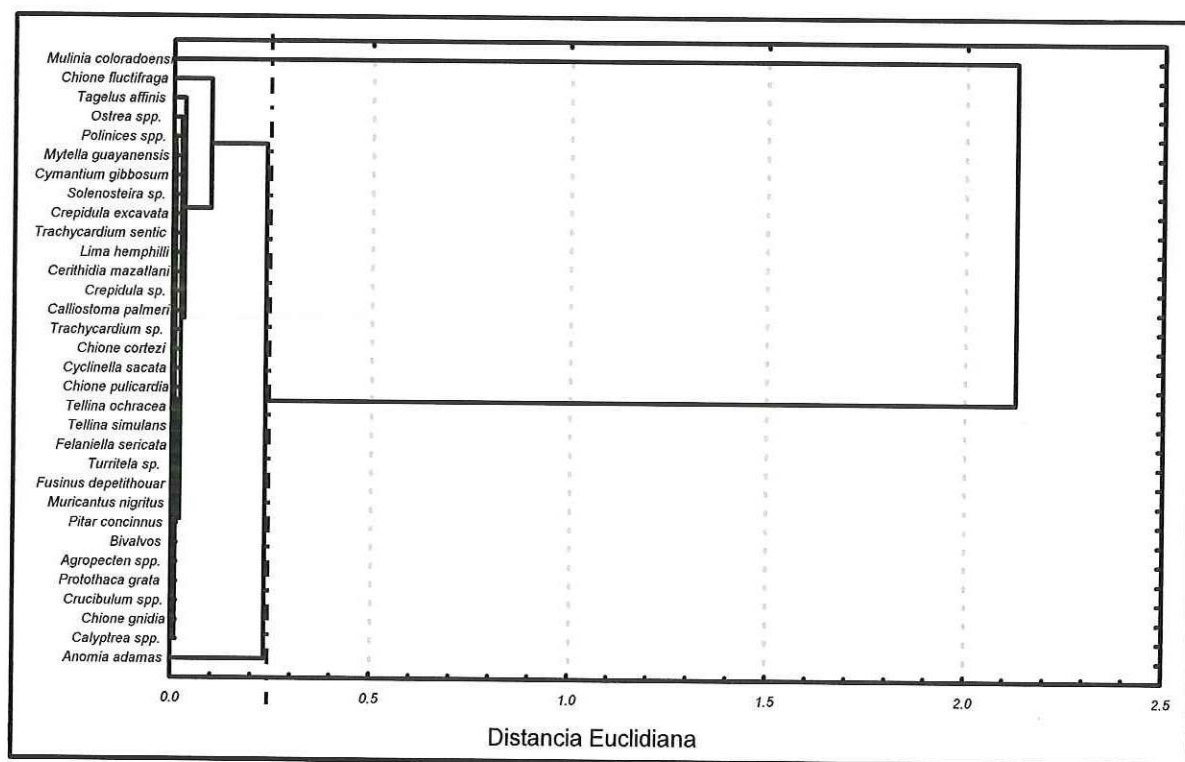


Figura 36.- Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendograma del análisis de agrupamiento modo Q de los cinco cheniers modernos, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación. La línea discontinua remarcada indica la distancia significativa a partir de donde se separan dos grupos.

El análisis de agrupamiento en el dendograma modo Q para el total de las especies de los cuatro concheros (Fig. 37), presentan tres grupos a partir de una distancia significativa de 26 (línea discontinua). En los dos primeros grupos (de

arriba hacia abajo) están los bivalvos *Chione cortezi* y *Ostrea angelica* quienes son los más abundantes, y en el tercer grupo están las 24 especies restantes que se subdividen en tres, el último subgrupo tiene la mayor cantidad de especies (Fig. 37).

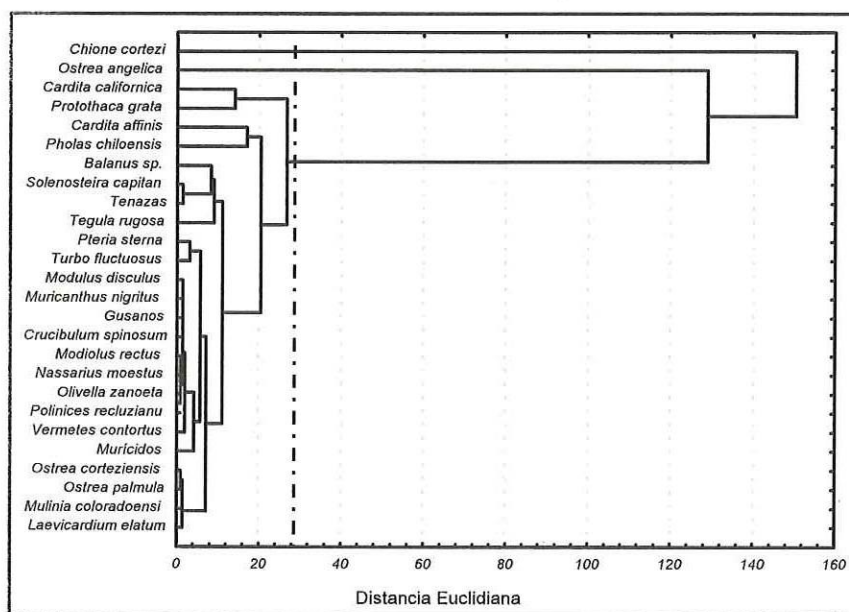


Figura 37.- Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendrograma del análisis de agrupamiento modo Q de los cuatro concheros, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación. La línea discontinua remarcada es la distancia significativa de donde se separan los tres grupos.

En el mismo análisis de los dos concheros de RLC, el dendrograma modo Q (Fig. 38), tiene dos grupos con una distancia significativa de 0.2 (línea discontinua). En el primer grupo la especie más abundante es el bivalvo *Chione cortezi* (de arriba hacia abajo), y en el segundo grupo se ramifican tres subgrupos donde se encuentran las otras 10 especies (Fig. 38).

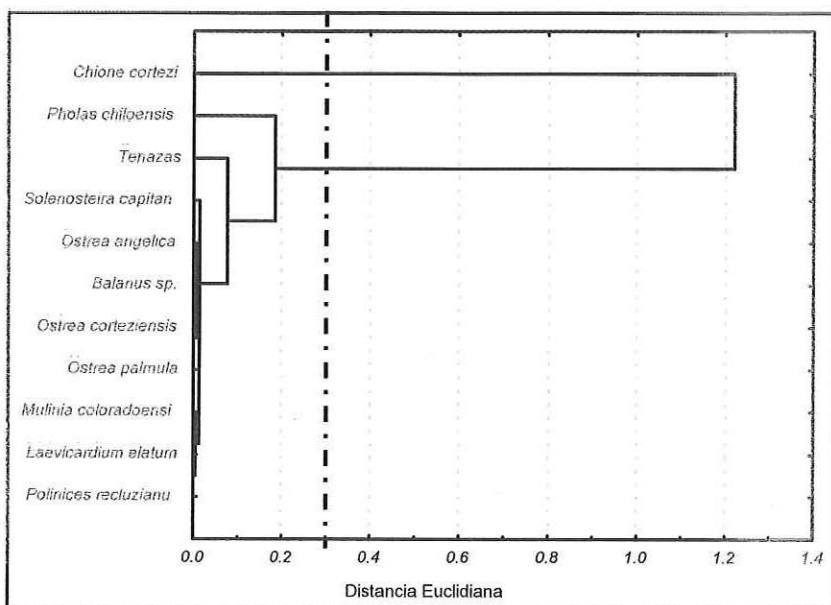


Figura 38.- Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendrograma del análisis de agrupamiento modo Q de los concheros RLC Norte y Sur, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación. La línea discontinua remarcada es la distancia significativa de donde se separan los dos grupos.

En el análisis de agrupamiento en el dendrograma modo Q para el conchero CCR (Fig. 39), hay dos grupos que se ramifican a partir de una distancia significativa de 12 (línea discontinua). En el primero la especie dominante es el bivalvo *Cardita californica* (de arriba hacia abajo), y en el segundo están las otras 7 especies que se subdividen en dos grupos, 3 especies en el primer subgrupo y 4 en el segundo (Fig. 39).

En el análisis de agrupamiento del conchero SFE, el dendrograma modo Q para las especies (Fig. 40), la distancia significativa es 25 (línea discontinua) y se presentan dos grupos. En el primero grupo la especie dominante es el bivalvo *Ostrea angelica* (de arriba hacia abajo), y el otro grupo lo forma las 11 especies restantes con tres subgrupos, siendo el último donde está el mayor número de

especies (Fig. 40).

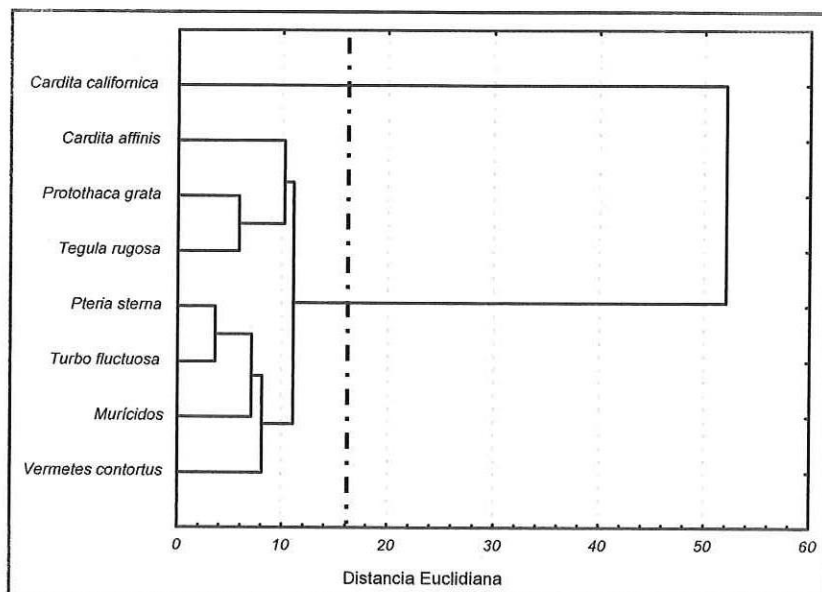


Figura 39.- Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendrograma del análisis de agrupamiento modo Q del conchero CCR, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación. La línea discontinua remarcada es la distancia significativa de donde se separan los dos grupos.

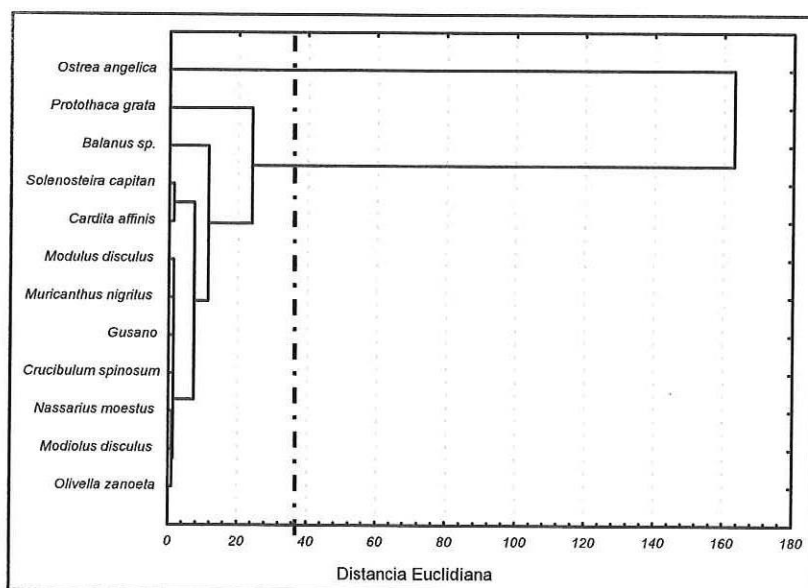


Figura 40.- Estructura poblacional expresada gráficamente por un dendrograma del análisis de agrupamiento modo Q del conchero SFE, con aproximaciones de método de ligamiento y de agrupación. La línea discontinua remarcada es la distancia significativa de donde se separan los dos grupos.

Los valores del índice diversidad de Shannon-Wever (H') son bajos en los cheniers, disminuyen de la estación 1 a 9 (Fig. 6, cuadros). El máximo lo presenta la estación 1 (0.25), le siguen las estaciones 7 y 4 (0.15 y 0.12, respectivamente) y finalmente, las estaciones 8 y 9 (0.07 y 0.08, respectivamente) con los valores más bajos. Los concheros tiene el valor más alto (2) y las tres localidades muestran un aumento gradual (RLC, SFE y RCC, respectivamente, Fig. 6, rombos).

Los valores en la equitatividad de los cheniers modernos son menores a 0.01 (Fig. 7, cuadros), y con la misma tendencia de la diversidad. El mayor lo tiene la estación 1 (0.08), le siguen las estaciones 7 y 4 (entre 0.04 y 0.06), y finalmente la 8 y 9 con los valores más bajos (0.02 y 0.03, respectivamente). En los concheros hay la misma tendencia ascendente que la diversidad pero en diferente orden. El total de los concheros no es el mayor (0.62) pero está sobre dos de las tres localidades y CCR es el mayor valor (Fig. 7, rombos).

Los valores de disimilitud de Bray-Curtis de los cheniers modernos y concheros discriminan dos grupos (Fig. 41). El Grupo I aglutina los cheniers, las estaciones 1, 7 y su total (valores de 0.16 a 0.18) se paran de las otras estaciones (4, 8 y 9) que tienen valores más bajos, de 0.04 a 0.07. El Grupo II asocia los concheros, de 0.3 a 0.8. El total es el mayor (0.77) con poca diferencia a CCR, y los valores más bajos es de CCR y SFE. Indica disimilitud entre estos dos depósitos.

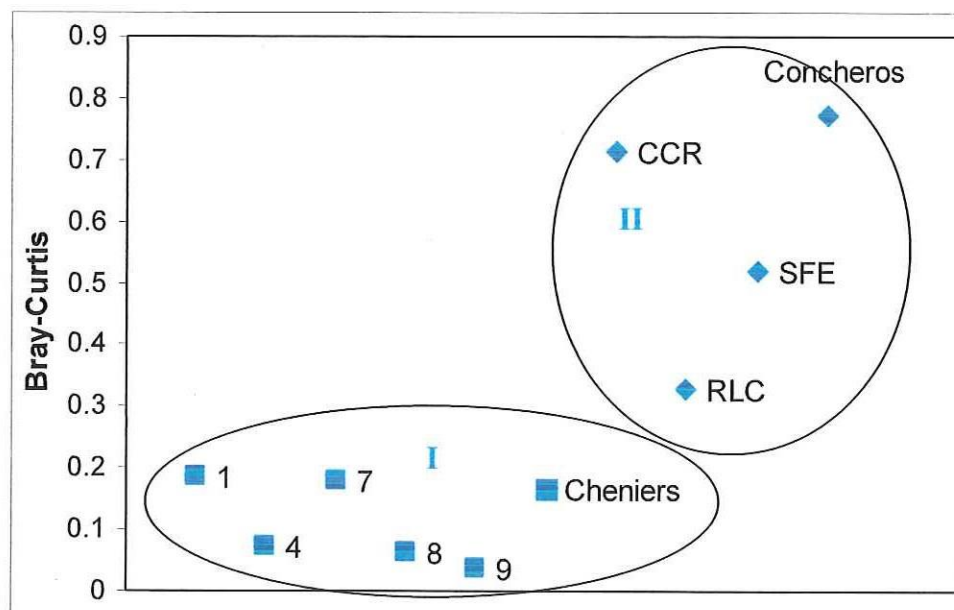


Figura 41.- Valores de disimilitud de Bray-Curtis de los cheniers modernos (cuadros) y concheros (rombos) con sus totales. Se discriminan dos grupos no similares (I y II)

FECHADO

Los resultados del fechado por radiocarbono se tomaron de diferentes autores en diferentes localidades, a cuatro especies de bivalvos (Tabla XVI). Se consideró la edad corregida por el efecto de reservorio, por ello está indicada después del presente (AP). Los datos de los cheniers modernos se obtuvieron de Kowalewski *et al.* (1994), el conchero RLC fue con *Chione cortezi*, el de SFE y CCR con *Protothaca grata* (Téllez-Duarte, *et al.*, 2001) y el bivalvo *Mulinia coloradoensis* de la planicie de marea de Campo Don Abel, tiene una edad más reciente.

Tabla XVI.- Fechado realizado en las distintas localidades con la edad, las especies usadas y el tipo de fechado.

LOCALIDAD	ESPECIE	FECHADO CON RADIOCARBONO (años)
Cheniers (Kowalewski <i>et al.</i> 1994)	<i>Chione fluctifraga</i>	1050 $\pm$ 80 AP
RLC (Téllez-Duarte <i>et al.</i> , 2001)	<i>Chione cortezi</i>	1,150 AP
SFE (Téllez-Duarte <i>et al.</i> , 2001)	<i>Protothaca grata</i>	1,025 $\pm$ 90 AP
CCR (Téllez-Duarte <i>et al.</i> , 2001)	<i>Protothaca grata</i>	1,319 $\pm$ 45 AP
CDA (Téllez-Duarte <i>et al.</i> , 2005)	<i>Mulinia coloradoensis</i>	576 $\pm$ 41 AP

DISCUSIÓN

El fechado se consideró para hacer notar que las conchas de moluscos de los organismos muertos en las planicie de marea (tantocenosis reciente), son más jóvenes que las recolectadas en los cheniers modernos y concheros (tanatocenosis antigua). Con esto sobresale el hecho de que son depósitos con diferente edad, y cuando entraron a formar parte de ellos, aún no se construían las presas que restringen el flujo del Río Colorado. Esta es la diferencia que tienen con los moluscos de la biocenosis, ya que son los que están siendo afectados por la ausencia de las agua del río.

Los concheros son contemporáneos con la formación de los cheniers modernos (Tabla XVI), pero es notable la casi ausencia de *M. coloradoensis* en los primeros así como la gran abundancia en la tanatocenosis reciente y cheniers (Tabla VII y X). Esto indica que a pesar de dominar éste bivalvo en las planicies

deltaicas, no era una fuente de alimento importante seguramente por su sabor menos agradable al de *Chione cortezi*. Se dice que el sabor de *M. coloradoensis* es poco amargo y tal vez también por su conservación durante los desplazamientos largos (Laylander, 2002).

En los concheros se encontró un índice de valvas izquierdas-derechas cercano a uno (1.2), lo cual confirma que no fueron procesos naturales de transporte y/o tafonómicos quienes los depositaron. Más bien indica que los moluscos fueron transportados vivos y consumidos en el sitio, de donde las conchas estuvieron sujetas a un transporte posterior por procesos naturales que no son del ambiente dinámico de las planicies de marea y/o playas.

Las conchas más resistentes son quienes comprueban el fracturamiento no natural, como es el caso de *Chione cortezi*, mientras que las conchas frágiles es difícil encontrarlas completas, como *Pholas chiloensis* que solamente hay en los concheros RLC donde solo los umbos se preservaron. Esta especie es la segunda en abundancia (Tabla XII), probablemente por su tamaño ya que obtenían buena cantidad de alimento (Téllez-Duarte *et al.*, 2001b; Laylander, 2002).

Se buscaron otros concheros y se encontró que estas evidencias no son muy comunes dentro del área deltaica. Es probable que esto se deba por que en ésta zona los campamentos eran estacionales durante sus migraciones desde la costa, solo trasladaban moluscos vivos como un suministro fresco de alimento (Laylander, 2002). Esto contrasta con los concheros localizados al sur de San Felipe, ya que son más abundantes e indican una ocupación por más tiempo,

atribuible a que son más accesibles los moluscos intermareales. En tanto que la parte norte, en el área de Rancho La Ciénega, las extensas planicies de marea y lo hostil del ambiente las hacía menos accesibles.

COMPOSICIÓN DE ESPECIES

En la fauna intermareal de la tanatocenosis reciente y cheniers modernos (tanatocenosis antigua) en el Delta del Colorado, domina abrumadoramente el bivalvo *Mulinia coloradoensis* (Tabla VII y Tabla II en Anexos). Su abundancia decrece hacia el norte por que son conchas removidas en las planicies durante un largo periodo de tiempo, ya sea por las mareas y/o el oleaje. Esta remoción es lo que se conoce como promediado en el tiempo y diferentes autores lo han explicado ampliamente (Fürsich y Flessa, 1987; Meldahl, 1987; Kidwell, 1995), además que los principales procesos dinámicos y extensión de las planicies son diferentes en la Zona Sur y Norte (Tabla XVII).

Tabla XVII.- Longitud de las planicies de marea de las cinco localidades, con su principal efecto energético y máxima abundancia de organismos en la zona intermareal, para la biocenosis y tanatocenosis reciente.

Localidad	Longitud de Planicie (m)	Principal Efecto Energético	Máxima Abundancia en la Zona Intermareal	
			Biocenosis	Tanatocenosis
CDA	500	Oleaje	Superior	Inferior
IVE	2,200	Marea	Inferior	Superior
ISA	1,600	Marea	Inferior	Superior
ECH	800	Marea	Inferior	Superior e Inferior
GSC	800	Marea	Medio	Medio

La gran abundancia de *M. coloradoensis* apoya el hecho de que es la principal especie que aportan conchas a los depósitos de las playas adyacentes (Kowalewski *et al.*, 1994), y precisamente el promediado en el tiempo ayuda a su acumulación puesto que están antes de la construcción de las presas. También los cheniers son evidencia del efecto de los cambios en la fuente de sedimento pues permitieron su formación durante la progradación o avance del sedimento en la formación del delta.

Las 32 especies en los cheniers, indican que su presencia es por haber soportado los procesos tafonómicos durante largo tiempo, o conocido como promediado en el tiempo (Fürsich y Flessa, 1987; Meldahl, 1987; Kidwell, 1995). Esto lo confirma Kowalewski *et al.* (1994) y se observa que la gran diferencia de bivalvos y gasterópodos, (cien de los seis mil encontrados, Tabla X), se debe a que sus conchas se desgastan más rápidamente durante el proceso erosivo en la playa (Fig. 42). Esto tiene que ver principalmente con la forma y tamaño, que ya discutieron en su momento otros autores (Behrensmeyer y Kidwell, 1985; Avila-Serrano y Téllez-Duarte, 2000). Además, también se debe considerar que actualmente el principal efecto tafonómico en los cheniers son los procesos físicos (Kowalewski *et al.*, 1994), quienes incrementan el desgaste superficial de las conchas y al parecer son más afectadas la de los gasterópodos.

Los gasterópodos encontrados en los cheniers, indican que su hábitat es de sustrato arenoso, lodoso y rocoso dentro de la zona intermareal (Keen y Coan 1974; Molluscs 2001). Aunque unos de ellos tienen un rango más amplio y/o son especies que ocurren en hábitat muy específicos, como *Epitonium bakhanstranum*

(Fig. 43), quien se asociado con anémonas (Keen y Coan 1974).

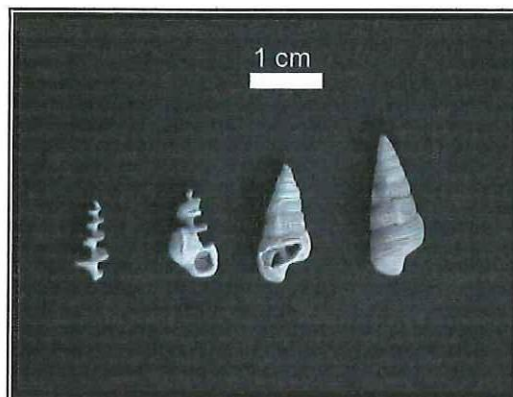


Figura 42.- Foto del gasterópodo *Cerithidea mazatlanica* en las planicies de marea de Isla Vega, muestra la secuencia del efecto de erosión (de derecha a izquierda).



Figura 43.- Vista apertural y dorsal del gasterópodo *Epitonium bakhanstranum*.

En CDA fueron dramáticos los cambios de abundancia (totales en Tabla II de Anexos), ya que en Octubre aumentó siete veces la cantidad de conchas en comparación con el mes de Mayo, esto indica que los procesos físicos de transporte y depositación varían. En la zona intermareal se forman barras arenosas que migran a lo largo del año en función del oleaje y las corrientes de

marea (Marrón, 2003), probablemente esto explica la distribución en parches a lo largo de la planicie, así como la gran diferencia en abundancia (totales de Tabla II en Anexos). También hay que hacer notar que la tanatocenosis reciente de CDA presentó 117 de las 122 especies encontradas en el área de estudio, lo cual sugiere una gran diversidad y que la zona deltaica ha experimentado cambios relevantes en su ecología por causas naturales y antropogénicas. Las causas naturales son fluctuaciones no provocadas en la descarga del río y las antropogénicas, por la obstrucción del flujo natural hacia el delta debido a la construcción de presas y canalización para sus diferentes usos.

El efecto energético explica de cierta forma la máxima abundancia tanto de organismos como de conchas y la diferencia entre la biocenosis con la tanatocenosis (Tabla XVII). También hay que considerar la longitud de las planicies, CDA es la más corta y por estar más al Sur el oleaje es el que reactiva el movimiento de las conchas, por lo que se depositan en el intermareal superior. Hacia el Norte es la marea quien controla la dinámica de la zona intermareal, pero probablemente por lo extenso de las planicies y poco oleaje, mueve las valvas depositándolas en el mesomareal superior (Fürsich y Flessa, 1987; Flessa, 1993; Avila-Serrano y Téllez-Duarte, 2000). Además, se puede decir que el transporte litoral tiene una componente hacia el Sur por la mayor acumulación de conchas, y está el hecho del desplazamiento hacia el Sur tanto por el efecto de la densidad como de las corrientes de marea (Álvarez-Borrego y Galindo-Bect, 1974; Lepley *et al.*, 1975; García-Silva y Marinone, 2000; Galindo-Bect, 2003).

No sorprende la abundancia del gasterópodo *Nassarius moestus* ya que es amplia su distribución (Keen y Coan, 1974), como se hizo notar en la biocenosis, además que al estar en sedimento fino no son tan severos los efectos tafonómicos (Fig. 42). Esto también por que en IVE e ISA hay mayor cantidad (Tabla II en Anexos) y el sedimento es más fino que CDA (Juárez, 2002; Marrón, 2003), está el hecho que durante Mayo se presentó más oleaje lo que resuspendió muchas partículas finas e hizo que *N. moestus* fuera más abundante. Por otra parte, en las localidades del Norte no hay muchos debido a que hay sedimento más fino (Thompson, 1968), lo que produce mayor remoción y probablemente estén más enterrados o se estén acumulando más allá del intermareal inferior.

Otro organismo que permite considerar aparte de su distribución el efecto energético, es el equinoideo *Mellita longifissa* (Fig. 44). Ya se mencionó que se restringe su ocurrencia en la Zona Sur, pero además encontramos más organismos en Octubre que Mayo (Tabla I y II en Anexos). Esto es por que debido a su fragilidad no se pueden conservar cuando la energía se incrementa, como sucedió en Mayo, además que cuando se contabilizaron se consideró solo los completos (Fig. 44) o que al menos tuvieron $\frac{3}{4}$ del organismo. Seguramente que durante la "tormenta impredecible" que se presentó en Mayo, hubo mayor fractura del equinoideo que no precisamente desapareció, pero con el hecho de tener mitades ya no se consideraron para no llegar a contar dos veces al mismo organismo.

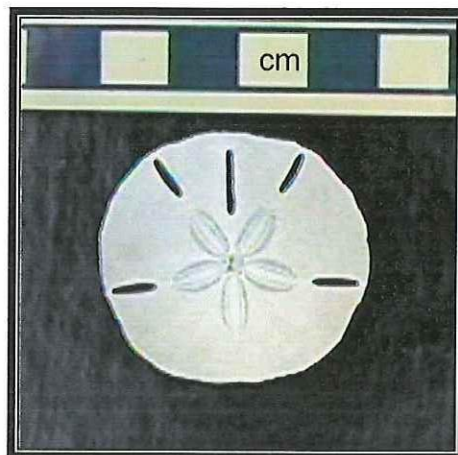


Figura 44.- Equinoideo *Mellita longifissa* de la tanatocenosis de CDA.

El bivalvo *Tagelus affinis* mostró mejor distribución en la Zona Norte, tanto para la biocenosis como tanatocenosis reciente (Tabla IV y Tabla II en Anexos). Es a partir de IVE que aparece, con la mayor abundancia en ISA durante Diciembre (ISA1 en Tabla II del Anexos). Sus valvas son alargadas y frágiles (Fig. 45), lo que ayuda a los procesos tafonómicos para su rápido desgaste (Beherenes y Watson, 1969; Behrensmeyer y Kidwel, 1985; Dent y Uhens, 1993; Avila-Serrano y Téllez-Duarte, 2000; Juárez, 2002). Es por lo mismo que en CDA solo se hacen presentes 5 organismos (Tabla II en Anexos), ya que aunque la dinámica tiene una preferencia de transporte al Sur, como ya se explicó anteriormente, prácticamente no es posible que se conserven a lo largo de las planicies.

La tanatocenosis reciente de la Zona Norte presentó menor número de organismos que la Zona Sur, al igual que la biocenosis (totales de Tabla IV y Tabla II en Anexos). Se mencionan las especies que sobresalen en los depósitos

para hacer notar que existe diferencia de la Zona Sur con la Norte y a la vez, muestran que las planicies tienen características propias que permiten la conservación de comunidades con propiedades específicas y que están relacionadas de cierta manera con la comunidad de la biocenosis.

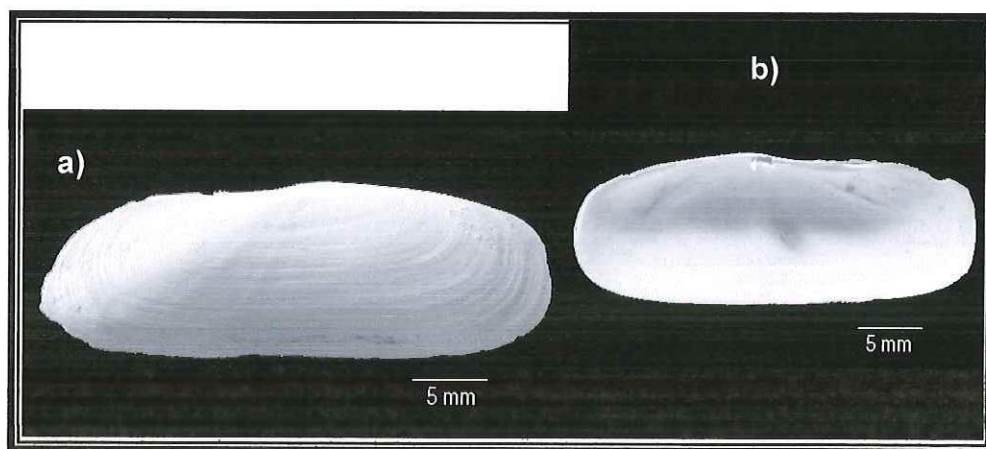


Figura 45.- Bivalvo *Tagelus* sp que muestra ambas caras: a) lateral exterior y b) lateral interior (Tomado de Molluscs, 2001).

DENSIDAD

La densidad para la tanatocenosis reciente en el área de estudio, se concentrada en la Zona Sur (Tabla II en Anexos). Esto es de acuerdo con el proceso dinámico que predomina en la zona intermareal (Tabla XVII), aunque es necesario el hacer un estudio más completo para poder describir a detalle la interacción del agua del estuario con la oceánica en las planicies deltaicas. Sin embargo, se coincide con Kowalewski *et al.* (1994) y Juárez (2002), en que los diferentes efectos tafonómicos son los que afectan a las conchas y por lo tanto no reflejan totalmente a las comunidades vivas (Behrensmeyer y Kidwel, 1985). Esto también lo mostraron los cheniers modernos y concheros.

Para la Zona Norte, las especies más abundantes son el bivalvo *Mulinia coloradoensis*, el gasterópodo *Nassarius moestus* y el bivalvo *Tagelus affinis*, donde se nota un cambio considerable en el número de organismos de las diferentes especies (Tabla II en Anexos). *M. coloradoensis* fue muy abundante en ISA y disminuyó hacia las otras dos localidades del norte (ECH y GSC). Esto muestra la gran abundancia que existía en el pasado, por que las aguas del Río Colorado llegaban hasta las planicies de la Zona Sur (Lavín y Sanchez, 1999). Con respecto al gasterópodo *N. moestus*, confirma su amplia distribución en el área de estudio por ser un organismos oportunista y con amplio rango de hábitat. Por otra parte, la mayor presencia del bivalvo *T. affinis* con respecto a la zona sur, se puede deber principalmente al probable desenterramiento por ser frágiles, delgadas y alargadas (Fig. 45), lo que indica que no soportan por mucho tiempo los procesos dinámicos y erosivos.

El cambio más marcado para la tanatocenosis reciente fue en ISA por que hay una diferencia de casi trece mil organismos de Diciembre a Agosto (Tabla II en Anexos). La disminución de organismos fue por la presencia de la "tormenta impredecible" que removió gran cantidad de sedimento a lo largo de las planicies y provocó que muchas conchas fueran sepultadas. Además, la localidad con el menor número de organismos fue ECH, se localiza en Isla Montague y probablemente sea por que sus planicies están afectadas por la inundación de las mareas así como el hecho de que las limita su topografía.

En un transecto de ECH (ECH2) la densidad de especies fue muy baja en

comparación a los demás. Esto se puede deber a que el área recibe agua del canal de Baja California (Carriquiry y Sánchez 1999) y debido a que está en la parte más interna, es menor la energía y quedan sepultadas las conchas.

El promedio de la densidad de los individuos fue $908/\text{m}^2$. Como ya se explicó en la biocenosis, no se puede comparar directamente con lo obtenida por Kowalewski *et al.* (2000), por que se utilizaron diferentes tamaños de malla. Si se hace el mismo cálculo de eliminar especies menores a 12.5 mm, donde sobresale por su mayor abundancia *Nassarius moestus*, *Tellina meropsis* y *Donax navicula*, la densidad es aproximadamente $575/\text{m}^2$. Por lo que se concluye que es mayor la densidad a la biocenosis, y considerando el promediado en el tiempo de las conchas dentro de las planicies deltaicas, se coincide que lo discutido para la biocenosis. A partir de que las aguas del Río Colorado fueron confinadas y desviadas, la densidad de la macrofauna intermareal se redujo.

Si se elimina *Mulinia coloradoensis*, el cálculo de la densidad disminuye hasta $182/\text{m}^2$, lo que representa una disminución del 80% de la población (de $908/\text{m}^2$ a $182/\text{m}^2$). Por lo que nuevamente se confirma que la disminución en la densidad de individuos desde que se alteró la influencia del río, puede ser explicada por la drástica reducción de la población de *M. coloradoensis*.

RIQUEZA, DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD DE ESPECIES

El valor de la diversidad para la tanatocenosis reciente en IVE, es menor a uno (0.64) mientras que CDA mayor a la unidad (Tabla IX). Se hace notar esto por

que el transecto de invierno en IVE y los dos de CDA tienen el mismo número de especies, e indica que a pesar de presentar un buen número de especies, la distribución de los individuos no es tan homogénea. Esto es por que es más larga la planicie mareal (XVII) y se dispersan las especies de manera no tan uniforme, tanto por las características propias de las diferentes conchas al activarse como partículas sedimentarias, como por las características dinámicas que se presentan en este perfil disipativo (XVII).

Al igual que la biocenosis, la tanatocenosis reciente de CDA en Mayo hay el doble de especies a Octubre y no varió la diversidad (Tabla XVII). Aquí no se aplica lo que dice Krebs (1998), cuando aumenta el número de especies, debido a que los organismos muertos están más sujetos a la dinámica del medio y las comunidades son distribuyen menos. Pero los valores altos de CDA con respecto a las otras localidades, indican una mejor distribución del número de individuos dentro de las diferentes especies.

Los valores bajos de diversidad en la Zona Norte, son de esperar por que el número de especies es menor y muestra una pobre distribución de los individuos en cada una de las especies (Krebs, 1998). También hay poca homogeneidad de la abundancia, es decir que las especies presentes en esta localidad no tienen la misma abundancia. Son pocas especies para la cantidad de organismos, lo que hace que la distribución de los individuos dentro las diferentes especies, no se reparta bien y seguramente se debe a que los procesos tafonómicos en la planicie de marea tanto a corto (estacional) como largo plazo

(años), alteran las condiciones naturales de la comunidad. Esto se hace evidente ya que ISA es quien además de tener la diversidad más baja, se caracteriza por presentar una planicie mucho más extensa que las otras dos localidades (Tabla XVII). ECH y GSC tienen valores más altos tanto entre los transectos como en su total (Tabla IX), a pesar de tener menos cantidad de organismos y especies (Tabla III; Tabla II de Anexos). Como este índice indica la distribución de los individuos en las diferentes especies, podemos decir que están bien distribuidos los organismos por que son las condiciones del medio ambiente así como las del hábitat, los factores que determinan a la población. Sin embargo, como se está considerando la tanatocenosis reciente, se puede decir que principalmente son las condiciones dinámicas del medio quien controla su distribución, ya que son menos severas en estas planicies menos extensas.

La alta diversidad en los concheros es un resultado que no se esperaría en una colecta selectiva, sin embargo, se explica por que en comparación con la tanatocenosis reciente y los cheniers, la abundancia total fue muy baja así como el número de especies. Además sus valores no tienen mucha diferencia en las distintas localidades.

El número de organismos y especies en los cheniers modernos indica que existe buena abundancia y baja diversidad. Esto lo confirma el dendograma de análisis de agrupamiento modo Q (Fig. 36), domina una especie sobre las demás (*Mulinia coloradoensis*), así como los valores del índice de diversidad y equitatividad (Fig. 6 y 7) para los cuatro cheniers tan bajos. La baja diversidad refleja que las condiciones no son estables debido a los efectos tafonómicos, por

lo que no se puede decir nada específico de las interacciones ecológicas. Por otra parte, la equitatividad baja muestra una distribución no uniforme de las especies, debido a la dominancia de una especie. También tienen que ver el hecho de que las especies pequeñas y frágiles, no se encuentran en estos depósitos pues han pasado a formar parte del sedimento que conforma a las planicies deltaicas (Beherenes y Watson, 1969; Dent y Uhens, 1993; Kowalewski *et al.* 1994; Juárez, 2002).

La diferencia en los valores de los cheniers modernos para la equitatividad y diversidad de las cinco estaciones, es por la ubicación en la línea de costa. Precisamente es en ese orden que están cerca de tierra (estación 8, 9, 4, 7 y 1 de menor a mayor, respectivamente, Fig. 6 y 7). Las dos estaciones con los dos valores más bajos (8 y 9), ya pasaron la máxima influencia de los procesos dinámicos y tafonómicos de la costa. Estos procesos principalmente son las mareas, oleaje y variaciones climáticas, haciendo que exista una selección de tamaño, forma y resistencia de la concha (Beherenes y Watson, 1969; Dent y Uhens, 1993; Juárez, 2002). Por otro lado, es la estación 1 la que está actualmente en la línea de costa por lo que se puede decir que sigue siendo influenciada por los procesos dinámicos, y de ahí el por qué de sus valores más altos que las otras cuatro estaciones. Además, esto lo confirman los dos grupos presentes en el análisis de disimilitud (índice de Bray-Curtis, Fig. 41), puesto que las estaciones más cercanas a la línea de costa (1 y 7) están separadas de las otras tres pegadas al continente (4, 8 y 9).

Los valores grandes en la Zona Norte de tanatocenosis reciente para la equitatividad (Tabla IX), como están más cerca de la unidad, nos muestran una mayor igualdad en la abundancia de las especies en cada transecto y su total. Al parecer esto es lo que sucede en ECH y GSC, hay menor número de especies en un hábitat homogéneo con mayor dominancia de unas (Dodd, 1990), en éste caso es *Tagelus affinis*. Esto es por que el sustrato y condiciones del hábitat son las mejores para este bivalvo (Fig. 45), como ya se explicó en el Capítulo anterior, y además se pueden preservar más por las condiciones dinámicas de menor energía (Tabla XVII).

La equitatividad de la tanatocenosis reciente en ISA e IVE, tiene los valores más bajos de la zona de estudio (Tabla IX), lo cual indica la pobre abundancia de los organismos en las diferentes especies. También se debe al poco número de organismos presentes por las condiciones que caracterizan estas extensas planicies y que determinan a la población.

La baja riqueza de especies en los concheros se explica por la colecta selectiva de los moluscos intermareales más abundantes y agradables al paladar. En este último aspecto, se explica la virtual ausencia de *Mulinia coloradoensis* en los concheros, especialmente en RLC al norte del área de estudio, por que corresponde a la zona donde normalmente habitaba.

Lo más evidente en los cheniers, es el gradiente de la equitatividad relacionado con la distancia del delta, mayor en CCR y menor en RLC, lo que se puede atribuir a una mayor diversidad de los recursos intermareales conforme se aleja del delta (hacia el sur). Esto también explica la alta dominancia de unas

pocas especies hacia el delta por su mayor rigor ambiental.

Considerando la diversidad y equitatividad, se puede notar que las localidades que están en los extremos del área de estudio (CDA, ECH y GSC) son más diversas y con alta equitatividad. Por otra parte, las localidades en la parte media (IVE e ISA) presentan baja diversidad y equitatividad. Esto comprueba que la diferencia en la extensión de las planicies (Tabla XVII), es un factor importante en la distribución de los diferentes organismos que conforman las comunidades.

CONCLUSIONES

El número de organismos es mayor en la Zona Sur con la mayor cantidad en la localidad CDA, y en la Zona Norte disminuye.

Las especies de la Zona Sur son diferentes a las de la Zona Norte, por las características del hábitat, diferente longitud de las planicies de marea y procesos dinámicos que las regulan.

Existe diferencia estacional en el número de organismos y especies. Es mayor en Mayo, durante Octubre disminuye 85% en CDA y 73% en ISA.

El tiempo que están siendo removidas las conchas en las planicies de marea (promediado en el tiempo), es determinante para su conservación y las especies más frágiles son las forman parte del sedimento deltaico.

El promediado en el tiempo y los procesos tafonómicos en las planicies, son las que reflejan parcialmente las comunidades que se presentaron en las planicies deltaicas.

Los bivalvos son la especie dominante, sobresale *Mulinia coloradoensis* y le sigue con menor abundancia *Tellina amianta*. Esto muestra la alteración ambiental a partir del control de las aguas del Río Colorado.

COMPARACIÓN DE LA BIOCENOSIS Y TANATOCENOSIS

RESUMEN

Se hizo una comparación de la macrofauna bentónica de la biocenosis con los moluscos de la tanatocenosis que incluye tanatocenosis reciente, cheniers y concheros de las planicies deltaicas del Río Colorado. En la fauna bentónica del delta predominan los bivalvos. Existe diferencia en el total de organismos y especies, sobresaliendo la tanatocenosis reciente con la mayor cantidad de especies (122) y organismos (101,779). Disminuye la abundancia de la Zona Sur a Norte y coincide con el análisis histórico. En la tanatocenosis reciente y cheniers modernos, el bivalvo *Mulinia coloradoensis* es la especie más abundante, 43% y 91%, respectivamente, en la biocenosis es 0.77% y solo aparecen unos organismos en los concheros. Existe una variación estacional en la biocenosis y tanatocenosis reciente que refleja cambio a corto y largo plazo. Los factores biológicos y climáticos en las planicies deltaicas, influyen en la distribución y/o comportamiento de la macrofauna bentónica. El efecto antropogénico influye sobre la distribución de la macrofauna, por que han sido desterradas especies que solo se encuentran en la Zona Norte. El control de las aguas del Río Colorado, es una de las causas principales de los cambios en la macrofauna bentónica de moluscos y del hábitat en las planicies deltaicas.

RESULTADOS

Sobresale la marcada diferencia en el número de organismos y especies de la tanatocenosis reciente con respecto a los demás ambientes depositacionales (Tabla XVIII). Le siguen los cheniers por una gran diferencia, luego la biocenosis y los concheros, pero estos dos últimos tienen la misma cantidad de especies que son poco menos a la de los concheros.

Tabla XVIII.- Total de organismos y especies en la biocenosis y tanatocenosis.

DEPÓSITO	TOTAL DE ORGANISMOS	TOTAL DE ESPECIES
Biocenosis	1,954	26
Tanatocenosis	101,779	122
Cheniers	6,515.5	32
Concheros	975	26

Es notable la gran abundancia del bivalvo *Mulinia coloradoensis* en la tanatocenosis reciente y los cheniers (Tabla VII, Tabla XII; Tabla II en Anexos); en los concheros de RLC casi está ausente (Tabla XII); desaparece en los dos concheros de la Zona Sur, CCR y SFE, (Tabla XIII y XIV, respectivamente), y en la biocenosis son pocos (Tabla IV y Tabla I en Anexos).

En la biocenosis predominó el gasterópodo *Nassarius moestus* (Tabla IV y Tabla I en Anexos), es poco abundante en la tanatocenosis, en comparación con las otras especies (Tabla VII y Tabla II en Anexos), y solo se presenta en el conchero de SFE (Tabla XIV).

Los resultados del análisis de la población de la biocenosis y cada depósito de la tanatocenosis, muestran que los ambientes de cada uno se componen de especies diferentes y las dominantes no son las mismas (Tabla VII, y XII a XIV).

Para comparar los cambios poblacionales de la biocenosis y tanatocenosis, se tomaron las primeras 25 especies y se compararon cualitativamente. La mejor relación es entre la biocenosis y tanatocenosis reciente, 14 de las 25 especies (Tabla XIX). Los cheniers relacionan 5 especies con los concheros y 6 con la biocenosis y tanatocenosis reciente. Los concheros y cheniers tienen más especies sin relación, 18 y 15, respectivamente. La más pobre relación es la de los concheros con la tanatocenosis reciente, sólo 3 especies.

Tabla XIX.- Relación de las 25 especies más abundantes entre los diferentes depósitos. Los cuadros sombreados indican la relación del mismo depósito.

DEPÓSITO	Sin relación	Con Cheniers	Con Concheros	Con Biocenosis	Con Tanatocenosis
Cheniers	15		5	6	6
Concheros	18	5		5	3
Biocenosis	8	6	5		14
Tanatocenosis	9	6	3	14	

En la Tabla XX se muestra la relación del total de especies de la biocenosis, cheniers y concheros, con 93 más abundantes de la tanatocenosis reciente. Únicamente están en la biocenosis y tanatocenosis 3 especies, dos bivalvos (*Mulinia coloradoensis*, *Protothaca grata*) y un gasterópodo (*Solenosteira capitanea*). En la biocenosis, tanatocenosis reciente y concheros, son 8 especies comunes: *Chione fructifraga*, *Tagelus affinis*, *Chione pulicardia*, *Polinices*

recluzianus, *Pitar concinnus*, *Chione cortezi*, *Felaniella sericata* y *Olivella zanoeta*.

Entre la biocenosis y tanatocenosis reciente hay 31 especies comunes.

Tabla XX.- Relación de todas las especies de la biocenosis (Bi), cheniers (Ch), concheros (Co) y, 93 de la tanatocenosis reciente (Ta).

Número de depósitos	Depósitos	Número de Especies
Cuatro	Ch, Co, Bi y Ta	3
Tres	Co, Bi y Ta	8
Dos	Bi y Ta	31
Uno	Ta	81

Se comparó la diversidad de especies entre cada transecto y localidad de la biocenosis y tanatocenosis (Fig. 6). Los valores más grandes es del total de los Concheros y CCR, 2.02 y 1.57, respectivamente (Fig. 7, rombos). Los cheniers (cuadros) con la Zona Norte de la biocenosis (ISA, ECH y GSC, círculos) y una localidad del Norte de la tanatocenosis reciente (ISA, triángulos), tienen los valores bajos (0.0 a 0.39). Es alrededor de 0.5 donde está la Zona Sur de la biocenosis (CDA e IVE, círculos), el conchero RLC (rombo) y la tanatocenosis reciente de IVE, ECH y GSC (triángulos). Mientras que de 1.0 a 1.14 está la tanatocenosis reciente de CDA y el conchero SFE.

En los valores de equitatividad de especies (Fig. 7), a diferencia de la diversidad, se mezclan la biocenosis y tanatocenosis. Los valores bajos (menor a 0.1) se separan de los demás, corresponden a los cheniers (cuadros) y la tanatocenosis reciente de Agosto para ISA (ISA2, círculo). De 0.2 a 0.4, está el

conchero RLC, la biocenosis de ISA1 (muestreo de Diciembre), ECH1, ECH y GSC (círculos) que corresponden a la Zona Norte, así como la tanatocenosis reciente de IVE e ISA (triángulos). En los valores mayores, de 0.45 a 0.75, están los concheros CCR, SFE y el total (rombos), la biocenosis de la Zona Sur (CDA e IVE, círculos), y la tanatocenosis reciente de CDA, ECH y GSC (triángulos).

Los valores de diversidad (Índice de Shannon-Weaver) y equitatividad (comunidad hipotética) de especies se graficaron (diversidad vs. equitatividad) para ser analizados y poder comparar las características estructurales de las comunidades (Krebs, 1998). Se mezclan transectos de la biocenosis y tanatocenosis reciente (Fig. 46); los cheniers tienen ambos valores más bajos (cuadros); el conchero CCR y el total de los cuatro concheros (rombos) presentan la mayor diversidad (1.5 y 2.01, respectivamente) y equitatividad (0.75 y 0.62, respectivamente). La tanatocenosis reciente de ISA (ISA1, ISA2 e ISA, triángulos) y la biocenosis de la zona norte (ISA1, ECH y GSC, círculos) tienen bajo valor de diversidad y equitatividad (menor de 0.5 y 0.4, respectivamente). La tanatocenosis reciente de CDA (triángulos) y el conchero SFE tienen ambos valores altos, mayores de 1.0 para la diversidad y mayor de 0.5 en la equitatividad. En la diversidad entre 0.5 y 1.0 y equitatividad de 0.4 a 0.7, está el conchero RLC (rombos), la tanatocenosis reciente de IVE, GSC, ECH (triángulos) y la biocenosis del sur (CDA e IVE, círculos). Por último la biocenosis de CDA (CDA1, CDA2 y CDA3, círculos) con diversidad menor a 0.5 y equitatividad de 0.5 a 0.7 (Fig. 46).

mayor cantidad está en el mesomareal inferior; en CDA el mesomareal superior y para GSC en mesomareal medio. La tanatocenosis reciente de IVE, ISA y ECH tiene más individuos en el mesomareal superior; aunque la última localidad presenta el mismo número de individuos el mesomareal inferior. Esta distribución a lo largo de los transectos, no se puede relacionar con los cheniers y concheros por que sus muestreos fueron puntuales, se muestreó en un lugar del depósito.

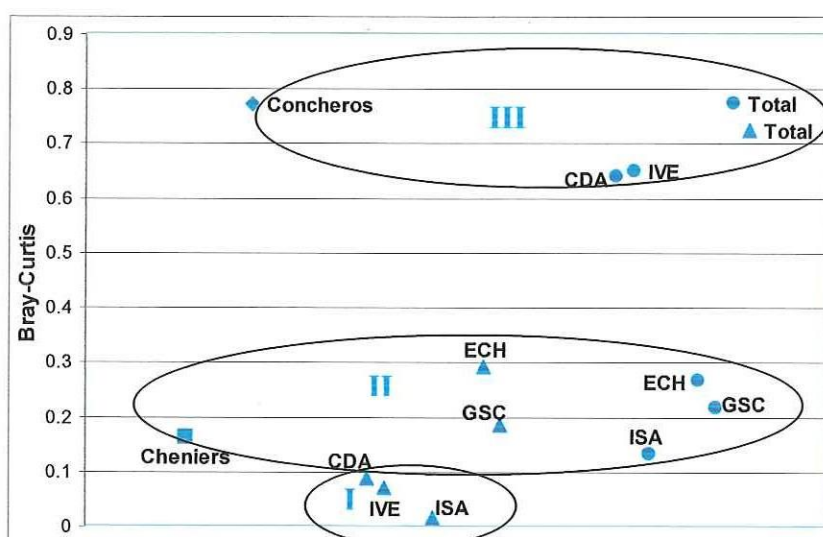


Figura 47.- Gráfica del índice de disimilitud de Bray-Curtis para la biocenosis y tanatocenosis: Cheniers (cuadros), Concheros (rombos), Biocenosis (círculos) y Tanatocenosis reciente (triángulos), donde se discriminan tres grupos no similares (I, II y III).

DISCUSIÓN

RELACIÓN DE LOS DEPÓSITOS.

El relacionar la biocenosis y tanatocenosis (cheniers, concheros, biocenosis y tanatocenosis), permite indicar la existencia de las diferentes características que controlan los factores bióticos y abióticos en las planicies de

marea del Alto Golfo de California. Estas características lo han identificado otros autores en su momento, donde sobresalen las variaciones climáticas en distinta temporada del año (verano-invierno); la dinámica hidrológica en la parte de la costa de Sonora y Baja California, afectando el transporte de sedimento en canales y planicies de marea, con las consecuencias para los depósitos de conchas y el ecosistema existente (Meckel, 1975; Thompson, 1968; Waters, 1983; Harding *et al.*, 1995; Lavin *et al.*, 1999; Rodríguez *et al.*, 2001a y 2001b; Téllez-Duarte *et al.*, 2001a y 2001b; Laylander, 2002; Wilken-Robertson, 2002, Juárez, 2002).

En el total de organismos y especies muestreadas existe diferencia sobresaliendo la mayor cantidad de especies y abundancia de organismos en la tanatocenosis reciente (Tabla XVIII). Esto se debe a que hay mayor tiempo para la acumulación de conchas, por que al comportarse como partículas que forman parte del sedimento, entran en el sistema dinámico que rige a las planicies de marea. Además, esta abundancia se puede explicar por el promediado en el tiempo (Behrensmeyer y Kidwell, 1985; Avila-Serrano *et al.*, 2000), es decir, el tiempo que permanecen en el sistema costero hasta dejar de ser afectadas por los procesos dinámicos y quedar depositadas. Muchas de ellas son sepultadas y/o removidas constantemente dentro de las mismas planicies y concentradas tanto por la remoción del sedimento más fino durante los ciclos de marea, como por el oleaje. Además, se sabe que comúnmente dicho promediado produce que no se tenga bien representada a toda la asociación de las diferentes especies que habitaban el ecosistema (Behrensmeyer y Kidwell, 1985). Se ha estimado que el

tiempo de residencia de las conchas en las planicies de marea, es desde varias décadas hasta alrededor de los 3,200 años (Fürsich y Flessa, 1987; Meldahl, 1987; Kidwell, 1991).

Los cheniers modernos siguen en abundancia (Tabla XVIII). Estas acumulaciones que forman islas de conchas separadas por canales de marea y establecidas en la línea de marea alta de las planicies mareales durante los últimos setenta años (Kowalewski *et al.*, 1994; Eisma, 1998), son cordilleras que indican la importancia de los cambios en los flujos del Río Colorado, el efecto en la ecología deltaica y como fuente de sedimento hacia el delta. En cuanto a la incertidumbre de la edad de los cheniers, Kowalewski prueba que aún estando promediados en el tiempo, las edades se incrementan en dirección hacia el continente (Kowalewski, *et al.*, 1994). Además, como están expuestas sobre el nivel medio del mar (Fig. 21; Eisma, 1998), el tiempo no está a su favor por que son los rigores climáticos quienes aceleran su desgaste, donde efecto tafonómico físico es el principal (Kowalewski, *et al.*, 1994).

Se puede afirmar que las conchas que forman parte de los cheniers modernos, son diferentes a las que están en las planicies de marea (tanatocenosis reciente), lo indica la edad (Tabla XVI), composición de especies (Tabla XIX) y abundancia en la planicie (Tabla XVII). Esto se debe a que se han presentado diferentes procesos dinámicos en el Delta del Colorado durante los dos siglos anteriores (XIX y XX), y es necesario considerar tanto los procesos naturales como antropogénicos (Blake, 1907; Thompson, 1968).

Actualmente se sabe bien que no existe influencia de las aguas del Río Colorado (Blake, 1907; Thompson, 1968; Meckel, 1975; Carrillo *et al.*, 2001), excepto en flujos extraordinarios como lo hizo notar Lavin y Sánchez (1999). Por lo que se coincide con otros autores, el agente principal que activa a las conchas como partículas sedimentarias son las mareas (García de Ballesteros y Larroque 1974; Carvajal y Montaña, 1999; García-Silva y Marinone, 2000). Esto se observó durante el muestreo, a diferencia de la biocenosis, la tanatocenosis reciente tiene la mayor acumulación de conchas en el mesomareal superior (Tabla XVII).

El oleaje es otro agente en el transporte de conchas, especialmente al presentarse el llamado "Norte", que otros autores denominan como "tormentas impredecibles" (Lepley *et al.*, 1975), y se registró en el muestreo de Agosto (2000). En este muestreo (ISA2) sorprendió la ausencia de organismos vivos y la disminución en la tanatocenosis reciente (Tabla III y Tabla II en Anexo). Esto fue por que se pudo observar la forma en que el oleaje removía mucho sedimento desde atrás del mesomareal inferior conforme subía la marea, lo que confirma a su vez la dinámica que puede presentar un perfil disipativo con sedimento fino (Lepley *et al.*, 1975; Cupul, 1994; Komar, 1998).

Las conchas de la biocenosis tienen poco número de organismos y especies (Tabla III y IV), pero con la misma cantidad de especies a los concheros (26). Por otra parte, hay que destacar la buena correspondencia composicional entre la biocenosis y la tanatocenosis reciente (Tabla XIX y XX), lo cual cabría esperar por que la primera es la que aporta los organismos a la segunda dentro

de las planicies de marea. Además, los organismos viven cierto lapso de tiempo y en diferente momento, especialmente ahora que el efecto antropogénico afecta el ecosistema de manera drástica, lo que resulta que las conchas de estos depósitos difieran un poco.

La diferencia notable del número de organismo y composición de especies entre biocenosis, tanatocenosis reciente y cheniers modernos (Tabla XVIII y XX), puede ser atribuido al escaso flujo de agua del Río Colorado, ha disminuido desde 1935 con la construcción de las presas hasta llegar a ser casi nulo (Harding *et al.*, 1995; Rodríguez *et al.*, 2000a; Carrillo *et al.*, 2001). Esto es más notable por el hecho de que en los cheniers modernos la especie dominante es el bivalvo *Mulinia coloradoensis*, 91% del total de los organismos (Tabla X;), en la tanatocenosis reciente disminuyó a 43% y en la biocenosis a solo 0.77% (Tabla VII).

La medición de la disimilitud de Bray-Curtis depende de la abundancia de las especies (Krebs, 1998; Cintra-Buenrostro, 2000), por lo que están los concheros con los valores altos (Grupo III, Fig. 47) ya que definitivamente predominan unas especies sobre las demás (Tabla IV a VI). Sin embargo, la presencia de especies que no se encuentren en la biocenosis, pueden indicar un cambio de la fauna en el tiempo ya que los concheros muestran las características del hábitat en el Delta del Río Colorado, son depósitos formados antes de ser desviadas las aguas del río (Blake, 1907; Harding *et.al.*, 1995; Laylander, 2002; Téllez-Duarte *et.al.*, 2001a y 2001b). De las 21 especies de los concheros que difieren con la biocenosis sobresalen: *Pteria sterna*, *Turbo*

fluctuosa, *Laevicardium elatum* y *Vermetus contortus*.

La baja similitud de la asociación de las especies en los concheros, comparando con la biocenosis y tanatocenosis reciente, es otro reflejo de lo selectivo de la colecta, por lo que no indican las características estructurales de las comunidades de donde provienen los moluscos. De hecho, este reflejo parcial se puede relacionar con el sepultamiento fuera de su medio, y no con los procesos tafonómicos naturales que son totalmente dinámicos y que llegan a caracterizar la biocenosis y tanatocenosis reciente (Dent y Uhens, 1993; Avila-Serrano y Téllez-Duarte, 2000).

La variación estacional de la biocenosis y tanatocenosis reciente, refleja cambio a corto y largo plazo por las características de cada localidad en el área deltaica. Además, los agentes dinámicos y morfología de las planicies son diferentes, lo que en cierta forma ayuda a la presencia de especies específicas en cada área, así como cambios del hábitat que caracterizan a sus comunidades. A largo plazo hay un cambio en las comunidades de las planicies deltaicas en el Alto Golfo de California, debido a la falta de flujo de las aguas del Río Colorado.

Por lo tanto, la principal consecuencia de la alteración en la ecología bentónica del delta, ha sido el agua del río quien sostiene el ecosistema estuarino, y cuya influencia ha sido determinada conservadoramente hasta 65 a 70 km al sur, como lo confirmó recientemente Lavin y Sánchez (1999). A esta distancia se localiza CDA, presentó disminución de *Mulinia coloradoensis* en la biocenosis con respecto a las dos localidades que le siguen al norte (IVE e ISA), incluso no fue de las especies dominantes (Tabla IV). En la medición de la salinidad durante flujo

extraordinario, representó la sexta parte a antes de la construcción de las presas. Por otra parte, en la tanatocenosis reciente fue la especie más abundante (Tabla VII) y la localidad ISA (zona norte) presentó la mayor abundancia seguida por CDA en la Zona Sur (Tabla II en Anexos). Esto es importante puesto que indica como ésta especie se encontraba distribuida más al sur por la influencia del agua del río y prácticamente ha desaparecido.

VARIACIÓN DEL HÁBITAT

Los resultados muestran que en la biocenosis y tanatocenosis reciente, disminuye la abundancia de *Mulinia coloradoensis* hacia la parte sur del Delta del Colorado (Tabla IV; Tabla I y II en Anexos). Esto coincide con el análisis histórico de la distribución de esta especie (Rodríguez *et al.*, 2001a; Cintra-Buenrostro *et al.*, 2005), y con los resultados isotópicos de los bivalvos *M. coloradoensis* y *Chione fluctifraga* (Tabla XVI). Por otra parte, *C. fluctifraga* es la actual especie dominante en el área donde las condiciones del hábitat son más salinas. Antes se tenía mayor aporte de agua con sedimento y nutrientes, principales factores que influyen en la caracterización del hábitat deltaico para que sea posible el desarrollo de las especies que lo componen (Coleman, 1985; Eisma, 1998).

La dramática disminución en la abundancia de *M. coloradoensis* se puede atribuir a la alteración del hábitat, necesita agua dulce y se alimenta de organismo suspensívoro que forma parte exclusiva de la infauna (Kowalewski *et al.*, 1994; Rodríguez *et al.*, 2001a y 2001b; Avila-Serrano *et al.*, 2005). Esto confirma el hecho de que la actual distribución solo es en las proximidades de la boca del Río

Colorado.

Otra posible consecuencia en la falta de agua del río son los nutrientes, se hace evidente su disminución como ya lo han mencionado otros autores (García de Ballesteros y Larroque 1974; Carriquiri y Sánchez 1998; Millán-Núñez *et al.*, 1999; Carrillo *et al.*, 2001; Rodríguez *et al.*, 2001a; Galindo Bect, 2003), y que se ve reflejado tanto en el cambio faunístico como en la productividad del área. Sin embargo, Galindo Bect (2003) explica que los cambio de marea en la parte alta del Golfo de California resuspenden los sedimentos y nutrientes manteniendo el área productiva. Es muy importante éste factor, puesto se evalúa la capacidad de carga de la cadena alimenticia de un ecosistema, mediante la estimación de la variación de los descriptores en su base trófica, la abundancia de fitoplancton, concentración de clorofila y productividad primaria (Millán-Núñez *et al.*, 1999). Esto indica el potencial del hábitat, especialmente de las especies bentónicas estudiadas ya que la mayoría dependen del sustrato y alimento disponible, tanto en el agua como en los sedimentos.

En el comportamiento alimenticio y la relación con el tipo de sustrato, podemos afirmar que las especies dominantes en la biocenosis y tanatocenosis forman parte de la infauna de las planicies de marea estudiadas, ya sea en la interfase agua sedimento o en la superficie (Fig. 18, 19 y 48). Esto muestra que los organismos encontrados se comportan de acuerdo a las condiciones de su hábitat, aunado a que el sustrato donde regularmente viven es de arena media a lodos (Keen y Coan, 1974; Coan *et al.*, 2000; Kazlev, 2002; Molluscs, 2002), y es precisamente el tipo de material observado que componen las planicies de marea

estudiadas (Thompson, 1968; Félix-Pico y Mathews 1975; García de Ballesteros y Larroque, 1974; Juárez, 2002; Marrón, 2003).

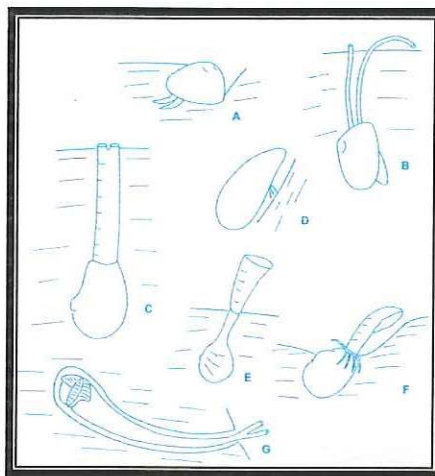


Figura 48.- Posición para alimentarse de diferentes bivalvos. **A**, infauna de Nuculoides; **B**, infauna de Tellinoides con sifones separados; **C**, infauna profunda de Heterodontes con sifones fusionados; **D**, epifauna de Mytilidos fijados por bisus; **E**, infauna somera de Cuspidaridos con sifón inhalante largo usado para absorber la presa; **F**, infauna somera de Poromidos con extractor largo usado para capturar presas; **G**, Teredínido perforador en madera. (Tomado de Coan *et al.*, 2000).

En la fauna bentónica del delta predominan los bivalvos. Su estrategia alimenticia es muy variada y ha sido extensamente estudiada (Keen y Coan, 1974; Coan *et al.*, 2000), así como su posición para alimentarse (Fig. 19 y 48), lo que proporciona una mejor idea de la interacción y de las características del ecosistema. Son organismos preferentemente filtradores que aprovechan el material orgánico existente en su hábitat.

El Delta del Río Colorado es un ambiente con alta turbidez (Álvarez-Borrego y Galindo-Bect, 1974; García de Ballesteros y Larroque, 1974; Lepley *et al.*, 1975; Carvajal y Montaña 1999; Galindo, 2003), mantiene en suspensión el sedimento y la concentración de los nutrientes no limita la productividad primaria

(Millán-Núñez *et al.*, 1999). Aparentemente es por lo que la productividad primaria no es una limitante en la productividad bentónica, de tal forma que los cambios en la ecología bentónica pueden ser más bien atribuidos a la influencia de las aguas del río. Además, en varios trabajos realizados en la zona norte del Alto Golfo de California (Álvarez-Borrego y Galindo-Bect, 1974 y 1975; García de Ballesteros y Larroque, 1974; Lepley *et al.*, 1975; Carriquiry y Sánchez 1998; Carvajal y Montaña 1999; Millán-Núñez *et al.*, 1999; García-Silva y Marinone, 2000; Galindo Bect, 2003), coinciden en que las corrientes de marea es el principal agente dinámico del área que hace que el sedimento sea reactivado y produzca turbidez, así como variaciones en la concentración de nutrientes, aunque puede ya no ser tan alta como cuando aportaba esporádicamente agua el río (Lavin y Sánchez, 1999).

Por lo tanto, los diferentes autores afirman que sigue siendo un factor importante para que el ecosistema se mantenga, junto con el alto potencial productivo autotrófico que es capaz de soportar a la cadena alimenticia durante las épocas cuando no hay flujo del río (Millán-Núñez *et al.*, 1999, Cintra-Buenrostro *et al.*, 2005). Sin embargo, estas afirmaciones y los resultados obtenidos en el presente trabajo, hacen evidente la drástica disminución de la macrofauna bentónica del Delta del Colorado, al contrastar la biocenosis y tanatocenosis. La comparación indica disminución en la diversidad y en la abundancia de las especies, donde además de los cambios de salinidad, los nutrientes pueden jugar un papel importante. Pero hay que reconocer que los estudios realizados hasta ahora no son suficientes para hacer una evaluación

crítica de sus efectos sobre la fauna bentónica (Cintra-Buenrostro *et al.*, 2005), lo cual se puede confirmar con monitoreos más extensos y usando enfoques paleoecológicos para evaluar la paleoproductividad en función de los nutrientes.

INTERACCIÓN ECOLÓGICA

El relacionar las especies con el hábitat permite tener de manera más clara las características de la comunidad en la biocenosis y tanatocenosis. Sin embargo y como se mencionó, no hay que olvidar que la última refleja una parte de la comunidad, ya que hay especies de moluscos que no se pueden preservar por los diferentes procesos tafonómicos por los que pasa (Behrensmeyer y Kidwell 1985; Avila-Serrano y Téllez-Duarte, 2000).

Las especies identificadas de la biocenosis y tanatocenosis reciente en todas las localidades, fueron compatibles con los rangos de distribución ambiental donde se localizaron. Como se explicó, *Mulinia coloradoensis* es una de las principales especies en la tanatocenosis reciente, pero rara en la biocenosis por la dramática alteración de su hábitat, principalmente por la falta de agua dulce. Por ello actualmente solo se encuentran pocos individuos cerca de la desembocadura del río.

Otro dato ha considerar es el tamaño de *M. coloradoensis*, las mayores están al Norte con 3 a 5 cm en la biocenosis y tanatocenosis reciente, pero los cheniers son 3 a 9 cm (Kowalewski *et al.*, 1994). Esto puede explicarse por haber imperado en el pasado condiciones óptimas para estas poblaciones por la influencia de agua dulce.

Entre las interacciones ecológicas que fue posible observar, se encuentra el caso de *Natica chemitzii* sobre *M. coloradoensis* (Fig. 17) en el mesomareal medio a inferior. Hay que notar que ambas especies no fueron abundantes, lo cual es de esperar en una especie predadora como *Natica chemitzii*, pero en el caso de *Mulinia coloradoensis* debió ser una presa importante en el pasado cuando era abundante y actualmente debe ser ocasional. Esto se confirma por que en otra ocasión, se observó como el gasterópodo dio la vuelta al bivalvo. De manera general está la relación predador-presa, así como el hecho de que no es la única presa y que al parecer no existe tanta competencia en éste medio, ya que hay poca abundancia y diversidad en los organismos vivos, así como un bajo número de predadores (Cintra-Buenrostro *et al.*, 2005).

Otra interacción ecológica observada fue la de *Nassarius moestus* (Fig. 16) que se caracteriza por ser de hábitos carroñeros (Keen y Coan, 1974; Coan *et al.*, 2000), y seguramente esta característica oportunista produce que se encuentre en la biocenosis y tanatocenosis. Su gran abundancia en ambos, puede explicarse a que su pequeño tamaño permite sostener grandes poblaciones con los recursos existentes en el medio. También se encontró en los concheros, aunque más que alimento pudo ser utilizado como ornamento o colectado accidentalmente como fauna acompañante. Su ausencia en los cheniers modernos puede ser por procesos taxonómicos (Fig. 42), la concha en sí es robusta y con alto potencial de conservación considerando que se preservaron especies más frágiles de bivalvos y/o gasterópodos pequeños, pero limita su preservación en la planicie de marea a largo plazo (Juárez, 2002).

También cabe mencionar que de los bivalvos y gasterópodos encontrados en la tanatocenosis, tanto pequeños como grandes, muestran evidencias de predación por organismos perforadores (Fig. 49). Esto indica que la estructura trófica también ha variado en relación a los cambios estructurales de las comunidades. Por ejemplo, en el caso de *Mulinia coloradoensis* ha dejado de ser presa importante para *Natica chemnitzii* debido a que ya no abunda, pero actualmente su presa principal puede ser las *Chione* por ser las especies dominantes. A su vez, esto indica una diferencia de hábitos alimenticios para las diferentes especies (Cintra-Buenrostro *et al.*, 2005), así como la pobre relación que existe a lo largo de los transectos y en las diferentes localidades, con lo que se muestra la variación del medio o hábitat en toda el área del estudio (Juárez, 2003).

Los equinoideos *Mellita longiffisa* y *Encope grandis* solo ocurrieron en CDA, esto es compatible con el sustrato arenoso así como su ausencia al Norte, localidades más lodosas. Por otro parte, su desaparición estacional puede estar relacionada con su ciclo de vida (Keen y Coan, 1974; Cupul y Téllez, 1997). Predominó *M. longiffisa* sobre *E. grandis* tanto en abundancia como durante el muestreo de Mayo, puede ser a su mejor adaptación de las condiciones en este tiempo y hábitat, además en cierta forma podría estar desplazando a *E. grandis*. También hay que recordar que estos equinoideos son frágiles al ser transportados y/o sepultadas, por lo que se fragmentan con el oleaje y corrientes de marea, siendo la razón que explique su ausencia en los cheniers (Tabla X) así como la disminución en la tanatocenosis reciente (Tabla II en Anexo).

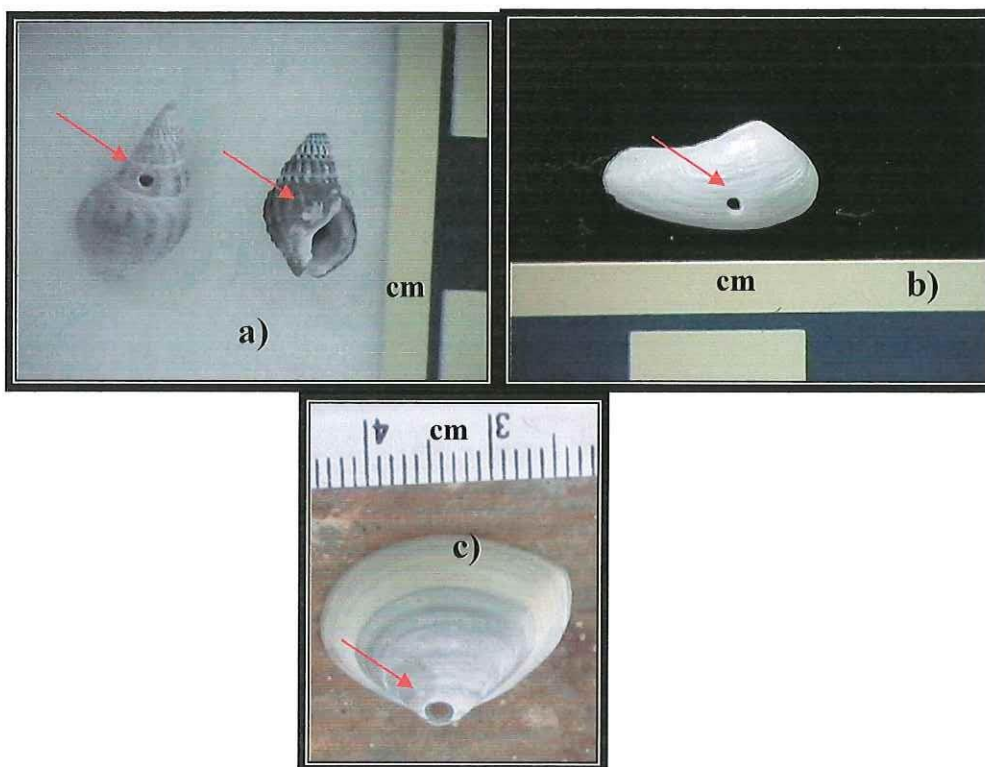


Figura 49.- Fotos de organismos predados (flechas) en la tanatocenosis reciente: a) *Nassarius ioides*, b) *Saxicava pacifica*, c) *Mulinia coloradoensis*.

Así como las especies de equinoideos nos permiten ver más claramente lo delimitado del hábitat, de igual manera el bivalvo *Tagelus affinis* (Fig. 19d) mostró limitada distribución en la superficie y sustrato lodoso (Keen y Coan, 1974; Coan *et al.*, 2000; Molluscs, 2001), tanto la biocenosis como tanatocenosis, en dos localidades del Norte (ECH y GSC). Por la forma alargada y frágil (Fig. 45), es fácil que sean transportadas hacia la playa y/o fracturarse.

Otro aspecto es la presencia de ejemplares más grandes y robustos en los cheniers de *T. affinis* y *Mulinia coloradoensis*, sugiriendo que han ocurrido cambios importantes en las características del hábitat. Muy probablemente las abundantes descargas del Río Colorado aportaban mayor cantidad de nutrientes,

por lo que alcanzaban tallas más grandes. Esto confirma que las condiciones del hábitat (sustrato y factores ecológicos) eran diferentes a los actuales, entonces las planicies estaban más desarrolladas o extensas pues estaban en proceso de progradación (Thompson, 1968; Meckel 1975). Entonces había más material fino aportado por el Río Colorado y por ende, mayor cantidad de nutrientes y/o alimento para la infauna a lo largo de las planicies deltaicas. Lo cual permitía menor competencia entre los organismos, así como el tiempo necesario con mejores y más cómodas condiciones en su hábitat para desarrollarse.

El braquiópodo *Glottidia palmeri* (Fig. 18) sólo se presentó en la biocenosis (ISA), se puede considerar una especie poco común y es difícil hablar de su interacción. Las valvas de éste braquiópodo son pequeñas (45 mm), delgadas, compuesta de fosfato de calcio y 50% es materia orgánica (Kowalewski, 1995). Esto explica que no se encuentren en la tanatocenosis, ya que su desintegración mecánica es muy rápida, cuestión de días a semanas y cuando mucho de meses.

Sorprendió la dominancia del bivalvo *Chione fluctifraga* en la parte norte (ISA, ECH y GSC, Tabla IV), se esperaba que fuera *Mulinia coloradoensis* por lo reportado (Kowalewski *et al.*, 1994; Villarreal *et al.*, 1999; Rodriguez *et al.*, 2001), y las características del medio deltaico. Pero debido al cambio del aporte de las aguas del Río Colorado, ahora el hábitat es más adecuado para *C. fluctifraga* ya que dominan características antiestuarinas (Carriquiry y Sánchez, 1999), las cuales son mejores para ésta especie. Por otra parte, podemos decir que a *M. coloradoensis* la están desterrando por dicho cambio en el hábitat, así como por la

dominancia y competencia que están ejerciendo las otras especies (Kowalewski *et al.*, 2000; Rodríguez *et al.*, 2001; Flessa, 2002; Avila-Serrano *et al.*, 2005; Cintra-Buenrostro *et al.*, 2005).

El hábitat de los gasterópodos encontrados en los cheniers es de sustrato arenoso, lodoso y rocoso dentro de la zona intermareal (Keen y Coan 1974; Molluscs, 2001). Sin embargo, unos de ellos tienen un rango más amplio o son especies que ocurren en hábitat muy específicos, como el caso de *Epitonium bakhanstranum* (Fig. 43), está asociado con anémonas (Keen y Coan 1974). Su presencia se puede explicar por transporte de hábitat aledaños, o por fluctuaciones en las descargas del río en el pasado, que permitieron la proliferación de anémonas en sustratos duros formados por camas de conchas, como se observó en algunas conchas cubiertas de organismos epibentónicos (Fig. 50). Esto muestra que en las planicies estudiadas también se depositan restos de otros organismos que forman parte de las aguas del Alto Golfo de California. También se encontró dientes de tiburón pertenecientes a *Carcharhinus sp.* y *Rhizoprionodon sp.* en las localidades de IVE e ISA. El primero es costero, de hábitos bentónicos e incluso especies viven en agua dulce (Budker, 1978), por lo tanto se puede decir que estas especies son comunes en las aguas del Golfo de California.

Otra fauna asociada a la tanatocenosis reciente y cheniers son dientes de peces, de rayas y foraminíferos planctónicos que estaban dentro de conchas, así como discos de vértebras pequeñas que debido al objetivo del estudio no fueron

identificados. Además, es común encontrar en las playas y planicies intermareales del área de estudio, mamíferos marinos varados y/o en proceso de descomposición (principalmente ballenas y delfines), que después son desarticulados pero por su mayor tamaño no se depositan en la zona intermareal sino en la playa.



Figura 50. Concha de *Chione* sp. cubierta de organismos epibentónicos en las planicies de marea de IVE.

La distribución de las especies con el hábitat, muestra nuevamente el cambio de éste así como el reflejo de la interacción en el Alto Golfo de California. Existen especies que característicamente la zona norte y sur (*Mulinia coloradoensis*, *Glottidia palmeri*, *Mellita longiffisa*, *Tagelus affinis*), así como otras oportunistas que se presentan durante cierto tiempo (*Tellina meropsis*, *Donax navicula*, *Nassarius moestus*) y finalmente, las que tienen un amplio rango en su hábitat (*Epitonium bakhanstranum*) quienes hacen más difícil la interpretación del sistema. Por lo tanto, esto también sugiere que el delta del Colorado es un sistema de complejas interrelaciones ecológicas aún desconocidas.

En general, los resultados muestran que la macrofauna en el delta

incrementa su diversidad y abundancia de especies en función de características de sustrato, factores dinámicos a nivel local, y características bióticas locales como reclutamiento e interacción entre las especies que caracterizan a la comunidad (Defeo *et al*, 1992). Esto lo confirman los altos valores de la diversidad de especies (Fig. 6), pues la estructura de la población está sesgada y con desorden.

CONCLUSIONES

En base a la distribución de moluscos, el área de estudio se puede dividir en dos zonas: 1) Sur que comprende las localidades de CDA e IVE, y 2) Norte que son ISA, ECH y GSC, caracterizándose la zona sur por ser más diversa.

La biocenosis y tanatocenosis reciente, tiene comportamiento estacional de acuerdo a las características del hábitat y organismos que componen la población.

Las comunidades macrobentónicas de moluscos en las planicies del Delta del Colorado, han experimentado cambio estructural como consecuencia de la alteración del ecosistema, la causa principal es la obstrucción de las aguas del Río Colorado.

La biocenosis presenta cambios estructurales durante verano, con reclutamiento de juveniles. Además, la diversidad se vio afectada por la presencia de especies oportunistas como los bivalvos *Tellina meropsis* y *Donax navicula*.

Las especies de la biocenosis que se distribuyen de acuerdo a las características del hábitat son: el bivalvo *Tagelus affinis* y el equinoideo *Mellita*

longiffisa, quienes se localizaron en la Zona Norte y Sur, respectivamente.

La abundancia y número de especies fue alta en la tanatocenosis reciente, pero en los concheros, cheniers y biocenosis fueron bajos.

El bivalvo *Mulinia coloradoensis* fue la especie dominante en los cheniers y tanatocenosis reciente. La poca presencia en la biocenosis está en la desembocadura del Río Colorado, y se extingue al sur del delta.

Los bivalvos *Mulinia coloradoensis* y *Protothaca grata* fueron comunes en las 25 especies más abundantes de la biocenosis y tanatocenosis. En el total de biocenosis, cheniers, concheros, y cien especies de la tanatocenosis reciente, también son comunes estos dos bivalvos junto con el gasterópodo *Solenosteira capitanea*.

El tiempo que las conchas están desplazándose en las planicies de marea (promediado en el tiempo), es la principal causa de la riqueza de especies en la tanatocenosis reciente. También indica que las comunidades deltaicas han cambiado por causas naturales y antropogénicas en el pasado reciente.

Los concheros arqueológicos son una fuente importante de información de las características ecológicas del entorno en que vivieron los primeros pobladores ribereñas, aún considerando lo selectivo en la colecta de moluscos y que los depósitos fósiles no reflejan totalmente una comunidad.

SUMARIO Y CONCLUSIONES GENERALES

Existe una relación de la biocenosis y tanatocenosis por estar dentro de un sistema dinámico costero complejo. Esta complejidad se debe a que aparte de las características naturales, los efectos antropogénicos modifican y alteran el sistema. En algunos casos alteran de manera severa, como el control y canalización del Río Colorado, así como la urbanización e incremento del uso agrícola con su efecto contaminante en las planicies del Delta del Colorado (Carriquiry y Sánchez, 1998; Millán-Núñez *et al.*, 1999; Carrillo *et al.*, 2001). Por toda esta interacción que se presenta en el delta, ha sido más complicado entender este ambiente, de ahí la importancia de continuar con este tipo de estudios que fortalecerían el plan de manejo existente para su mejor desarrollo tanto a corto como largo plazo, y además será indispensable por que ésta zona es parte de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California.

La relación de la macrofauna y la productividad en el Delta del Colorado, es una razón que se debe considerar para realizar estudios que impliquen todos los factores del ecosistema, tanto de manera puntual y de ciertas temporadas como a largo plazo, puesto que sí se han visto cambios. Más bien, deben abarcar toda el área afectada durante las diferentes estaciones del año y/o realizar un acopio ordenado de todo lo que hasta ahora se conoce de toda esta zona.

En base a la distribución reciente de moluscos tanto de la biocenosis como la tanatocenosis, el área de estudio se puede dividir en dos zonas: 1) Sur que comprende las localidades de CDA e IVE, y 2) Norte que son ISA, ECH y GSC,

caracterizándose la zona sur por ser más diversa.

Las comunidades macrobentónicas de moluscos, en la biocenosis y tanatocenosis de las planicies del Delta del Colorado, han experimentado un notable cambio estructural como consecuencia de la alteración del ecosistema, cuya principal causa es la obstrucción de las aguas del Río Colorado.

La biocenosis y tanatocenosis, tienen comportamiento estacional de acuerdo a las características del hábitat y organismos que forman la población.

La biocenosis presenta cambios estructurales estacionales, principalmente por el reclutamiento de juveniles durante verano. La diversidad se vio afectada por la presencia de especies oportunistas como los bivalvos *Tellina meropsis* y *Donax navicula*. Durante verano se incrementó considerablemente su abundancia predominando juveniles.

En la biocenosis hay especies que se distribuyen de acuerdo a las características del hábitat, como el bivalvo *Tagelus affinis* y el equinoideo *Mellita longiffisa*, quienes se localizaron en la Zona Norte y Sur, respectivamente.

La abundancia y número de especies fue alta en la tanatocenosis reciente. Los concheros, cheniers y biocenosis tienen valores bajos.

El bivalvo *Mulinia coloradoensis* fue la especie dominante en los cheniers y tanatocenosis reciente. Su escasa presencia en la biocenosis se restringe a las proximidades de la desembocadura del Río Colorado, y está extinta al sur del delta. Aún con la inexistencia de estudios previos de la biología de ésta especie, es evidente que la drástica disminución en abundancia es consecuencia de la disminución de agua dulce.

En las 25 especies más abundantes de la biocenosis y tanatocenosis, los bivalvos *Mulinia coloradoensis* y *Protothaca grata* fueron comunes. En el total de biocenosis, cheniers, concheros, y cien especies de la tanatocenosis reciente, son comunes los dos bivalvos anteriores y el gasterópodo *Solenosteira capitanea*.

Mulinia coloradoensis y *Protothaca grata* fueron las especies más conspicuas en todos los depósitos de conchas. La primera mostró en el pasado una distribución geográfica exclusivamente dentro del área deltaica, cuyo límite se encuentra aproximadamente hasta el Puerto de San Felipe.

El tiempo que duran las conchas en movimiento a lo largo de las planicies de marea (promediado en el tiempo), es la causa de mayor riqueza de especies en la tanatocenosis reciente, y un indicador de que las comunidades deltaicas han cambiado por las causas naturales y antropogénicas en el pasado reciente.

Los concheros arqueológicos son una importante fuente de información de las características ecológicas del entorno en que vivieron las primeras comunidades ribereñas, aún considerando lo selectivo en la colecta de moluscos.

REFERENCIAS

- Álvares-Borrego, S. y Galindo-Bect, L.A. 1974. Hidrología del Alto Golfo de California-I. Condiciones durante otoño. *Ciencias Marinas* 1: 46-64.
- Avila-Serrano.G.E. Flessa, K.W., Téllez-Duarte, M.A. y Cintra-Buenrostro, C. 2005. Distribución de macrofauna intermareal del Delta del Río Colorado, norte del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas* en prensa.
- _____ y Téllez-Duarte, M.A. 2000. "Procesos tafonómicos en tanatocenosis recientes de playa El Pelicano, Baja California". *Ciencias Marinas*, 26: 677 - 694.
- Beherenes, W.E. and Watson, R.L. 1969. Differential classification of pellicipod valves in swash zone. *Journal of Sedimentary Petrology*. 39:159 –165.
- Behrensmeyer, A.K. and Kidwell, S.M. 1985. Taphonomy's contributions to paleobiology. *Paleobiology*, 11: 105 – 119.
- Blake, W.P. 1907. Lake Cahuilla. *National Geographic Magazine*, 2: 62-103, Washington, D.C.
- Brower, E.J. and Zar, H.J. 1977. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. 194 p.
- Budker, P. 1971. *The Life of Sharks*. Columbia University Press, New York. 222 p.
- Carvajal, N y Montaña, Y. 1999. Tasas de crecimiento y escalas de bancos de arena en el Delta del Río Colorado. *Ciencias Marinas* 25: 525-540.
- Carrillo, G.Y, Shaw, W.W. y De Steiguer, J.E. 2001. Non-regulatory restoration of wetlands in the Colorado River Delta, México. Thesis master in sciences. University of Arizona. 135 p.
- Carriquiry, J.D. y Sánchez, A. 1999. Sedimentation in the Colorado River delta and upper Gulf of California after nearly a century of discharge loss. *Mar. Geo.* 158: 125 – 145.
- Cintra-Buenrostro C. 2000. Gulf of California pleistocene and modern molluscan comparison as a test for global change. Thesis master in sciences. Moss Landing Marine Laboratories. San Jose State University. Moss Landing,

- California, U.S.A. 149 p.
- _____, Avila-Serrano, G. y Flessa, W.K. 2005. Who cares about a vanishing clam? Trophic importance of *Mulinia coloradoensis* inferred from predatory damage. *PALAIOS*, 20: 296 – 302.
- Coan, E.V., Scout, P.V. and Bernard, F.R. 2000. Bivalve Seashells of Western North America. Santa Barbara Museum of Natural History. 764 p.
- Cohen, M.J. and Henges-Jeck C. 2001. Missing Water. The Uses and Flows of Water in the Colorado River Delta Region. Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security. 44 p.
- Coleman James M. 1982. Deltas Processes of Deposition and Models for Exploration. International Human Resources Development Corporation, Boston. Second Edition. 124 p.
- Cupul, M.L.A. 1994. Zonación de la biocenosis macrobentónica en tres playas del NW del Golfo de California: sus implicaciones paleoecológicas. Tesis Maestría en Oceanografía Costera. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada B.C. 57 p.
- _____, y Téllez, D. M.A. 1997. Variaciones espaciotemporales de la fauna Macrobentónica de una playa arenosa y su relación con los cambios del perfil de playa y el tamaño de grano de los sedimentos, en playa El Pelicano, Baja California. *Ciencias Marinas*, 23: 419-434.
- Defeo, O.E., Jaramillo, L. and Lyonnet, A. 1992. Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna on the Atlantic coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research*. 8: 830 – 839.
- Dent, S.R. and Uhens, M.D. 1993. Tidal reorientation and transport of recent bivalves on a temperate tidal flat, Northwestern U.S. *Palaios*, 8: 244 – 249.
- Dodd, R.J. and Staton Jr. R.J. 1990. *Paleoecology Concepts and Applications*. Ed. John Wiley & Sons. 502 p.

- Eisma Doeke. 1998. Intertidal Deposits: River Mouths, Tidal Flats, and Coastal Lagoons. CRC Press, Boca Ratón, Florida. 525 p.
- Ezcurra, E. and Rodríguez, V. 1986. Rainfall patterns in the Grand Desierto, Sonora, Mexico. *Journal of Arid Environments*, 10: 13 -28.
- Félix-Pico, E. y Mathews, Ch.P. 1975. "Estudios preliminares sobre ecología del camarón en la zona cercana a la desembocadura del Río Colorado". *Ciencias Marinas* 2: 68-85.
- Flessa, K.W., 1993. Time-averaging and temporal resolution in recent marine shell faunas. En Kidwell, S.M. and A.K. Behrensmeier (eds.) *Taphonomic approaches to time resolution en fossil assemblages*. Paleont. Society Short Course. No. 6: 9-33.
- _____. 2002. *Washington Post*. Monday, January 7, 2002; Page A07 by Joby Warrick.
- Fursich, F.T. and Flessa, K.W. 1987. Taphonomy of tidal flat molluscs in the northern Gulf of California: paleoenvironmental analysis despite the perils of preservation. *Palaios* 2: 543 – 559.
- Galindo Bect, S.M. 2003. Larvas y postlarvas de camarones peneidos en el Alto Golfo de California y capturas de camarón con relación al flujo del Río Colorado. Tesis Doctorado en Oceanografía Costera. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada B.C. 160 p.
- García de Ballesteros, M.G. y Larroque, M. 1974. Elementos sobre la distribución de turbidez en el Alto Golfo de California. *Ciencias Marinas* 1: 1-30.
- García-Silva, G. y Marinone, S.G. 2000. Caracterización dinámica y energética de la marea en el Golfo de California. *Ciencias Marinas* 26: 323-353.
- Grimes, B.CH. and Kingsford, M.J. 1996. How do riverine plumes of different sizes influence fish larvae: do they enhance recruitment? *marine freshwater Research* 47: 191-208.
- Harding, B.L., Sangoyomi, T.B. and Payton, E.A., 1995. Impacts of severe sustained drought on Colorado River water resources. *Water Resources Bulletin* 31: 815 - 824.

- Hernández-Ayón, J.M., Galindo-Bect, M.S., Flores-Báez, B.P. y Álvarez-Borrego, S. 1993. Nutrient concentrations are high in the turbid waters of the Colorado River Delta. *Est. Coast. Shelf Science*, 37: 593 – 602.
- Juárez, A. M.A. 2002. Rasgos tafonómicos y significado paleoecológico en tanatocenosis de moluscos bivalvos en las planicies de marea del Alto Golfo de California. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada B.C. 73 p.
- Kazlev Alan, M. 2002. Palaeos, invertebrates–brachiopoda. Superfamily Linguloidea.
<http://www.palaeos.com/invertebrates/Brachiopods/Lingulida.htm>
- Keen, A.M. 1971. Sea Shells of Tropical West America: Marine Mollusks from Baja California to Peru. 2nd. Ed. Stanford, Calif. Stanford University press. 1,064 p.
- _____ and Coan, E. 1974. Marine Molluscan Genera of Western North America: An Illustrated key. 2nd ed. Stanford Univ. Press, Stanford, California, 208 p.
- Kelling, G. and Williams, P.F. 1967. Study of orientation of shell and gravels in channel. *Paleontological Journal*, 2: 31 – 43.
- Kidwell, S.M. 1991. The Stratigraphy of Shell Concentrations. In: P.A. Allison and Briggs, D.E.G. (eds.), *Taphonomy: Releasing the Data Locked in the Fossil Record*. Plenum Press, New York, pp. 211 – 289 .
- Kidwell, S.M. and Flessa, K.W. 1995. The quality of the fossil record: populations, species, and communities. *Annual Reviews of Ecology and Systematics*, 51.
- Komar, P.D. 1998. *Beach Processed and Sedimentation*. Second Edition. Edit. Prentice Hall, New Jersey. 544 p.
- Kowalewski, M., Flessa, K.W. and Aggen, J.A., 1994. Taphofacies analysis of recent shelly cheniers (beach ridges) northeastern Baja California, Mexico. *Facies* 31: 209-242.
- _____. 1995. Quantitative taphonomy, ecology, and paleoecology of shelly invertebrates from the intertidal environments of the Colorado River Delta, northeastern Baja California, Mexico. Thesis Doctor of Philosophy,

- University of Arizona, Tucson. 348 p.
- _____, Avila, S.G.E., Flessa, K.W. and Goodfriend, G.A. 2000. Dead delta's former productivity: two trillion shells at the mouth of the Colorado River. *Geology* 12: 1059-1062.
- Krebs, Ch.J. 1998. *Ecological Methodology*. Ed. Benjamin/Cummings. Wesley Longman, Inc. Second Edition. 620 p.
- Lavín, M.F. y Sanchez, S. 1999. On how the Colorado River affected the hydrography of the upper Gulf of California. *Continental Shelf Res.* 19: 1545 – 1560.
- Laylander, Don. 2002. La antropología de Baja California, en *Arqueología Prehistórica*. <http://www.bajacalifologia.org/espanol/index.htm>
- Lawrence, D.R. 1968. Taphonomy and information losses in fossil communities. *Geol. Soc. Am. Bull.* 79:1315 – 1330.
- Lever, J. 1958. Quantitative beach research. The left-right phenomenon sorting of lamellibranch valves on sandy beaches. *Basteria*, 22 (2): 21 - 68.
- Lepley, L.K., Vonder Haar, S.P., Hendrickson, J.R. y Calderón-Riverol, G. 1975. Circulation in the northern Gulf of California from orbital photographs and ship investigations. *Ciencias Marinas* 2: 86 - 93.
- Martin-Kaye, P. 1951. Sorting of lamellibranch on beaches in Trinidad. *Geol. Mar.* 88: 432 – 434.
- Marrón, a.m. 2003. Determinación de patrones de corrientes por medio de estructuras primarias (honduritas) en las planicies de marea al nortoste del Golfo de California. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada B.C. 109 p.
- Meckel, L.D. 1975. Holocene sand bodies in the Colorado Delta area, northern Gulf of California. In: Broussard, M.C. (Ed.), *Deltas, Model for Exploration*. Houston Geological Society, TX, pp 239-265.
- Meldahl, K.H. 1987. Biogenic and physical modes of stratification and shell bed formation in the recent intertidal environments of Bahía La Choya, northern Gulf of California. In: Flessa K. W. (ed.): *Paleoecology and taphonomy of*

- recent to pleistocene intertidal deposits Gulf of California. The Plaeontological Society Special Publication No. 2, pp. 177-188.
- Menard, H.W. and Boucot, A.J. 1951. Experiments on the movement of shells by water. Ame. Jour. of Science. 2: 131 – 151.
- Millán-Núñez, R., Santamaría-del-Ángel, E., Cajal-Medrano, R. y Barocio León O. C. 1999. El Delta del Río Colorado: un ecosistema con alta productividad primaria. Ciencias Marinas, 25: 509 - 524.
- Miranda-Reyes, F., Reyes-Coca, S. y Garda-López, J. (1990). Climatología de la región noroeste de México. Parte I. Precipitación. Rep. Tec. EBA No.3, CICESE, Ensenada, Baja California, México, 160 pp.
- Molluscs. 2001 <http://www.csuchico.edu/biol/ncnhm/molluscs/map.html>
- Pandolfi, M.J. and Minchin, R.P. 1995. A comparison of taxonomic composition and diversity between reef coral life and death assemblages in Madang Lagoon, Papua New Guinea. Palaeo, 119: 321 – 341.
- Powell Consortium, 1995. Severe Sustained Drought. Managing the Colorado River System in Times of Water Shortage. Papers reprinted from the Water Resources Bulletin, 31. Powell Consortium Issue No.1.
- Roden, G.I. 1964. Oceanographic Aspects of the Gulf of California. En: van Andel, T.H. and Shor, G.G. (eds.): Marine geology of the Gulf of California. American Associate Petroleum Geology Memories, 3, 30 – 58. Tulsa Oklahoma.
- Rodriguez, C.A., Flessa, K.W. and Dettman, D.L. 2001a. Effects of upstream diversion of Colorado River water on the estuarine bivalve mollusc *Mulinia coloradoensis*. Conservation Biology, 15: 249 - 258.
- _____, Flessa, K.W., Téllez-Duarte, M.A., Dettman, D.L. and Avila-Serrano, G.E. 2001b. Macrofaunal and isotopic estimates of the former extent of the Colorado River estuary, upper Gulf of California, México. Journal of Arid Environments, 49: 183 – 193.
- Rowell, K., Flessa, K.W., Dettman, D.L. and Roman, M. 2005. The importance of Colorado River flow to nursery habitats of the gulf curvina (*Cynoscion*

othonopterus).

- Sykes, G.G. 1937. The Colorado Delta. Carnegie Institution, Washington Publication. 460, 193 p.
- Thompson, R.W. 1968. Tidal flat sedimentation on the Colorado River Delta. northwestern Gulf of California. Bull. Geol. Soc. Am., Mem. 107, 133 p.
- Téllez-Duarte, M.A., Avila, G.S. and Flessa, K.W. 2001a. Los concheros arqueológicos del Delta del Colorado y el uso sustentable de los recursos naturales. Primera Reunión Binacional: Balances y Perspectivas de la Baja California Prehispánica e Hispánica Memoria editada en disco compacto. Mexicali, B.C.
- _____, Avila-Serrano, G.E. and Flessa, K.W. 2001b. Some observations on shell middens from the Colorado River Delta area. 34th Annual Meeting Abstracts, Western Society of Malacology; p. 34.
- Villarreal-Chávez, G., García-Domínguez, F., Correa, F. Y Castro-Castro, N. 1999. Nota sobre la distribución geográfica de *Chione cortezi* (Carpenter, 1864) (Mollusca: Pelecypoda: Veneridae). Ciencias Marinas, 25: 153 – 159.
- _____, y Carmona-Cedillo, C.M. 1999. Estructura de la comunidad bentónica (Infauna) en el Delta del Río Colorado, México. Rev. Biol. Trop., 47, 809 – 812.
- Waters, M.R. 1983. Late Holocene lacustrine chronology and archeology of ancient Lake Cahuilla, California. Quaternary Research, 19: 373 – 387.
- Wilken-Robertson, M. 2002. La Antropología de Baja California, en Antropología Cultural. <http://www.bajacalifologia.org/espanol/index.htm>

ANEXOS

Tabla I.- Orden de abundancia de las especies encontradas en la biocenosis para cada uno de los transectos de CDA y ECH, con el total.

ESPECIE	CDA1	CDA2	CDA3	CDA4	ECH1	ECH2
<i>Nassarius moestus</i>	26	25	66	74	139	27
<i>Tellina meropsis</i>			286	144		
<i>Mellita longifissa</i>	71	85	46	118		
<i>Chione fluctifraga</i>					20	8
<i>Glottidia palmeri</i>						
<i>Donax navicula</i>			26	19		
<i>Chione pulicardia</i>	13	14	2	9		
<i>Mulinia coloradoensis</i>			1			
<i>Encope grandis</i>		11				
<i>Pitar concinnus</i>			2	4		
<i>Strigilla interrupta</i>						
<i>Natica chemnitzii</i>			2			
<i>Solenosteira capitanea</i>		2				
<i>Nuculana impar</i>		1		3		
<i>Protothaca grata</i>			1			
<i>Tagelus affinis</i>						
<i>Tellina amianta</i>				3		
Cangrejo ermitaño	2					
<i>Cumingia pacifica</i>						1
<i>Epilucina californica</i>			2			
<i>Felaniella sericata</i>			1		1	
<i>Macoma siliqua siliqua</i>			2			
<i>Bivalvo sp.</i>						
<i>Olivella zanoeta</i>		1				
<i>Saxicava pacifica</i>				1		
Veneridae				1		
Total	112	139	438	375	160	36

Tabla II.- Especies encontradas en la tanatocenosis reciente en cada uno de los transectos y localidades, en orden alfabético con sus totales.

ESPECIE	CDA1	CDA2	CDA3	CDA4	CDA	IVE	ISA1	ISA2	ECH1	ECH2	ECH	GSC
<i>Acteocina culcitella</i>	*	*	1	*	1	*	1	1	*	*	*	*
<i>Aligena cf. nucea</i>	*	*	623	375.5	998.5	*	*	*	*	*	*	*
<i>Anachis nigricans</i>	*	*	*	28	28	*	*	*	*	*	*	*
<i>Anachis santelipensis</i>	2	2	51	58	113	11	*	1	*	*	*	*
<i>Anatina undulata</i>	*	*	4.5	2.5	7	*	1	2	*	*	*	*
<i>Anomia adamas</i>	0.5	4.5	13.5	14.5	33	715	11.5	1	*	*	*	*
<i>Anomia peruviana</i>	*	0.5	3	*	3.5	52.5	*	3.5	*	*	*	*
<i>Balcis mexicana</i>	*	*	1	*	1	*	*	*	*	*	*	*
<i>Balcis sp.</i>	*	*	*	*	*	*	*	1	*	*	*	*
<i>Barnea subtruncata</i>	*	*	*	1	1	*	*	*	1	*	1	1
<i>Bivalvo sp.</i>	*	*	9.5	12	21.5	*	*	*	*	*	*	*
<i>Bivalvo sp. 1</i>	*	*	*	1	1	*	*	*	*	*	*	*
<i>Bivalvo sp. 2</i>	*	*	0.5	*	0.5	*	*	*	*	*	*	*
<i>Bivalvo sp. 3</i>	*	*	3.5	8.5	12	*	*	*	*	*	*	*
<i>Bivalvo sp. 4</i>	*	*	*	0.5	0.5	*	*	*	*	*	*	*
<i>Bivalvo sp. 5</i>	*	*	*	0.5	0.5	*	*	*	*	*	*	*
<i>Boreotrophon albospinosus</i>	*	*	8	10	18	*	*	3	*	*	*	*
<i>Bornia sp.</i>	*	*	*	0.5	0.5	*	*	*	*	*	*	*
<i>Calyptraea manillararis</i>	42	56	401	270	769	114	11	4	*	*	*	*
<i>Cardiomya costata</i>	*	*	2.5	0.5	3	*	*	*	*	*	*	*

Continuación Tabla I.

ESPECIE	CDA1	CDA2	CDA3	CDA4	CDA	IVE	ISA1	ISA2	ECH1	ECH2	ECH	GSC
<i>Cardita laticosta</i>	4	4.5	23.5	22	54	1.5	*	0.5	*	*	*	*
<i>Cerithidea mazatlanica</i>	*	*	*	*	*	*	1	*	5	*	5	35
<i>Cerithium stercusmuscarum</i>	1	18	10	46	75	*	1	*	1	*	1	*
<i>Chione cortezi</i>	*	4	3.5	2.5	10	7.5	1	0.5	0.5	*	0.5	0.5
<i>Chione flucitraga</i>	*	10	8	25	43	66	176.5	1.5	25	9.5	34.5	76
<i>Chione gnidia</i>	252	298.5	1042.5	1203	2796	451	4	9	1	1	2	*
<i>Chione mariae</i>	*	0.5	*	1.5	2	0.5	*	*	*	*	*	*
<i>Chione pulicardia</i>	63	13.5	7	12	95.5	8.5	4	1	*	*	*	*
<i>Chione sp.</i>	*	*	12	7	19	*	*	1.5	*	*	*	*
<i>Chione sp. (umbos)</i>	*	1.5	63.5	116.5	181.5	112.5	106.5	0.5	6	5	11	66
<i>Collisela sp.</i>	1	1	*	*	2	*	*	*	*	*	*	*
<i>Conus regularis</i>	1	3	1	1	6	*	*	*	*	*	*	*
<i>Corbula bicarinata</i>	*	*	*	0.5	0.5	*	*	*	*	*	*	*
<i>Corbula nuciformis</i>	*	*	4	9	13	*	*	0.5	*	*	*	*
<i>Cosmiocconcha palmeri</i>	6	15	93	115	229	142	14	5	*	*	*	*
<i>Crassinella sp.</i>	*	*	1	1	2	*	*	*	*	*	*	*
<i>Crepidula incurva</i>	*	*	3	15	18	1	*	*	*	*	*	*
<i>Crepidula sp.</i>	*	*	1	1	2	*	*	1	*	*	*	*
<i>Crepidula striolata</i>	16	26	108	86	236	261	2	2	*	*	*	*
<i>Crepidula uncata</i>	7	8	36	21	72	6	1	1	*	*	*	*
<i>Crucibulum lignaium</i>	*	7	7	*	14	*	*	1	*	*	*	*

Continuación Tabla I.

ESPECIE	CDA1	CDA2	CDA3	CDA4	CDA	IVE	ISA1	ISA2	ECH1	ECH2	ECH	GSC
<i>Crucibulum pectinatum</i>	2	1	25	18	46	3	*	8	*	*	*	*
<i>Crucibulum</i> sp.	5	13	64	57	139	62	3	1	*	*	*	*
<i>Crucibulum spinosum</i>	13	23	28	23	87	14	3	2	*	*	*	*
<i>Cryptomya californica</i>	1	0.5	16	3.5	21	44.5	3	2	5.5	0.5	6	1
<i>Cumingia pacifica</i>	0.5	0.5	20.5	8.5	30	1054	261.5	7	11	2.5	13.5	8.5
<i>Cyclinella singleyi</i>	*	*	*	3	3	*	*	*	*	*	*	*
<i>Cymatium gibbosum</i>	3	21	39	21	84	85	20	3	*	*	*	1
<i>Donax navicola</i>	217	161	695	1328	2401	47	*	*	*	*	*	1.5
<i>Dosinia dunkeri</i>	7	8	51.5	21.5	88	101.5	4.5	2.5	*	*	*	2
<i>Encope grandis</i>	16	8	*	*	24	*	*	*	*	*	*	*
<i>Ensis californicus</i>	*	*	16.5	11	27.5	1.5	1	*	*	*	*	*
<i>Enstellops hertelini</i>	*	*	*	1	1	*	*	*	*	*	*	*
<i>Epilucina californica</i>	*	*	101	32.5	133.5	*	*	0.5	*	*	*	*
<i>Epitonium bakanstranum</i>	*	*	2	6	8	2	1	2	*	*	*	*
Fam. Veneridae	1.5	*	33	21	55.5	0.5	*	*	*	*	*	*
<i>Felaniella sericata</i>	106	116	145	235.5	602.5	11	*	*	3	*	3	15
<i>Gasterópodo</i> sp.	*	*	1	*	1	*	*	*	*	*	*	*
<i>Gasterópodo</i> sp. 1	*	*	1	*	1	*	*	*	*	*	*	*
<i>Gasterópodo</i> sp. 2	*	*	*	3	3	*	*	*	*	*	*	*
<i>Gasterópodo</i> sp. 3	*	*	1	*	1	*	*	*	*	*	*	*
<i>Gasterópodo</i> sp. 4	*	*	1	*	1	*	*	*	*	*	*	*

Continuación Tabla I.

ESPECIE	CDA1	CDA2	CDA3	CDA4	CDA	IVE	ISA1	ISA2	ECH1	ECH2	ECH	GSC
<i>Gasterópedo sp. 5</i>	*	*	*	2	2	*	*	*	*	*	*	*
<i>Gasterópedo sp. 6</i>	*	*	*	3	3	*	*	*	*	*	*	*
<i>Glottidia palmeri</i>	*	*	*	2.5	2.5	10	2.5	*	1	*	1	1.5
<i>Haplocochlias sp.</i>	8	3	13	17	41	*	*	*	*	*	*	*
<i>Hormospira maculosa</i>	2	2	15	14	33	10	1	*	*	*	*	*
<i>Leptopecten palmeri</i>	93.5	96	212	144	545.5	129.5	1	1.5	*	*	*	*
<i>Lima orbigny</i>	*	*	11.5	4	15.5	1.5	2	*	*	*	*	*
<i>Macoma siliqua siliqua</i>	22	33	205.5	175	435.5	304	2	*	0.5	*	0.5	0.5
<i>Macoma sp.</i>	*	*	93.5	62	155.5	*	*	*	*	*	*	*
<i>Macoma undulata</i>	*	*	1	1	2	*	*	*	*	*	*	*
<i>Marinula rhoadsi</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	2	*	2	*
<i>Mellita longifissa</i>	211	218	115	136	680	2	*	*	*	*	*	*
<i>Modiolus rectus</i>	*	*	*	1	1	1	*	*	*	*	*	*
<i>Modulus disculus</i>	*	*	3	5	8	10	2	*	*	*	*	*
<i>Mulinia coloradoensis</i>	1158.5	1067.5	3381.5	3103	8709.5	22034	10158.5	3047	42	1.5	43.5	53
<i>Muricanthus nigrinus</i>	*	*	*	*	*	*	1	*	*	*	*	*
<i>Nassarius gallegosi</i>	4	9	271	374	658	126	32	58	*	*	*	3
<i>Nassarius guymasensis</i>	*	*	50	55	105	1	*	13	*	*	*	*
<i>Nassarius ioides</i>	5	3	166	200	374	29	135	2	8	6	14	20
<i>Nassarius limacinus</i>	*	*	*	*	*	*	*	11	*	*	*	*
<i>Nassarius moestus</i>	71	99	562	1324	2056	1520	979	343	23	3	26	175

Continuación Tabla I.

ESPECIE	CDA1	CDA2	CDA3	CDA4	CDA	IVE	ISA1	ISA2	ECH1	ECH2	ECH	GSC
<i>Natica chemnitzii</i>	*	*	1	*	1	*	*	*	*	*	*	1
<i>Nucula cf paytensis</i>	*	*	*	0.5	0.5	*	*	*	*	*	*	*
<i>Nucula schencki</i>	*	*	0.5	*	0.5	*	*	*	*	*	*	*
<i>Nuculana costellata</i>	6	12.5	220.5	124.5	363.5	49.5	1	1	*	*	*	*
<i>Nuculana impar</i>	21	15	968.5	974.5	1979	28.5	0.5	11	*	*	*	*
<i>Nuculana sp.</i>	*	*	17	15.5	32.5	*	*	*	*	*	*	*
<i>Oliva spicata</i>	3	5	5	4	17	*	*	*	*	*	*	*
<i>Olivella zanoeta</i>	*	1	14	35	50	*	*	*	*	*	*	*
<i>Ostrea angelica</i>	*	9	14	32	55	1	*	*	*	*	*	*
<i>Ostrea corteziensis</i>	0.5	25.5	142.5	12.5	181	16	0.5	*	*	*	*	0.5
<i>Ostrea palmula</i>	*	4.5	209	214	427.5	19.5	0.5	0.5	*	*	*	*
<i>Ostrea sp.</i>	*	*	2.5	*	2.5	4.5	*	*	*	*	*	*
<i>Pandora punctata</i>	*	4	14.5	12	30.5	32	*	*	*	*	*	*
<i>Periploma planiusculum</i>	*	*	0.5	*	0.5	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pholidae sp cf melanura</i>	*	0.5	2	2	4.5	*	*	*	*	*	*	*
<i>Phos dejanira</i>	1	1	7	14	23	3	*	*	*	*	*	*
<i>Pitar concinnus</i>	56.5	44.5	184.5	220	505.5	69.5	*	*	*	*	*	*
<i>Polinices reclusianus</i>	19	28	178	241	466	120	19	4	*	*	*	*
<i>Protothaca columbiensis</i>	*	*	3.5	13	16.5	*	*	*	*	*	*	*
<i>Protothaca grata</i>	4	0.5	*	26.5	31	679	*	5	*	*	*	*
<i>Saxicava pacifica</i>	54.5	69.5	4225	5181.5	9530.5	527.5	1	16.5	*	*	*	*

Continuación Tabla I.

ESPECIE	CDA1	CDA2	CDA3	CDA4	CDA	IVE	ISA1	ISA2	ECH1	ECH2	ECH	GSC
<i>Semele guymasensis</i>	198	146	467	476.5	1287.5	13.5	*	2.5	*	*	*	*
<i>Solenosteira capillanea</i>	2	1	28	39	70	66	*	1	*	*	*	*
<i>Strigilla dichotoma</i>	*	*	8.5	14.5	23	*	*	*	*	*	*	*
<i>Strigilla interrupta</i>	22	14.5	2.5	10	49	671	*	*	*	*	*	*
<i>Tagelus affinis</i>	3	2	*	*	5	304	970.5	10	74.5	37.5	112	123.5
<i>Tagelus californianus</i>	0.5	1.5	25.5	26.5	54	174	59	7	*	*	*	*
<i>Tellina amianta</i>	607.5	531	6456	5904	13498.5	1010.5	*	3.5	*	*	*	1.5
<i>Tellina meropsis</i>	10.5	3.5	195	86.5	295.5	8.5	4	*	*	*	*	*
<i>Tellina ochracea</i>	11.5	27.5	16.5	27	82.5	9	*	*	*	*	*	*
<i>Tellina similans</i>	7	13.5	19	16	55.5	22	*	*	*	*	*	*
<i>Tellina ulloana</i>	*	*	30	44	74	*	*	1.5	*	*	*	*
<i>Terebra armillata</i>	*	1	1	5	7	5	*	*	*	*	*	*
<i>Terebra rufocinerea</i>	*	*	10	12	22	2	*	1	*	*	*	*
<i>Trachycardium consor</i>	11	9.5	50	36.5	107	2.5	*	0.5	*	*	*	*
<i>Trachycardium panamense</i>	2.5	8	6.5	10	27	*	*	*	*	*	*	*
<i>Tryphomyx mexicanus</i>	*	*	*	0.5	0.5	*	*	*	*	*	*	*
<i>Turbonilla sp.</i>	*	*	8	11	19	15	*	*	*	*	*	*
<i>Turritella anactor</i>	3	1	10	9	23	*	*	*	*	*	*	*
Total	3,385.5	3,336.5	22,429.5	23,734.5	52,886	31,408	13,004.5	3,617	210	66.5	276.5	587