

SECRETARÍA DE MARINA
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
ESTACIÓN DE INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA DE ENSENADA



MACROBENTOS RESIDENTE EN SEDIMENTOS FANGO-ARENOSOS DE ZONAS ADYACENTES AL SUBSISTEMA DE MARISMAS DEL ESTERO DE PUNTA BANDA, BAJA CALIFORNIA: VARIACIÓN ANUAL 2005

10 DE ENERO DE 2005

ÍNDICE	Páginas
RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 Antecedentes.....	6
1.2 Objetivos.....	9
2. ÁREA DE ESTUDIO.....	10
3. MATERIAL Y MÉTODO.....	13
3.1 Trabajo de campo.....	13
3.2 Trabajo de laboratorio.....	13
3.3 Trabajo de gabinete.....	16
4. RESULTADOS.....	18
4.1 DIVERSIDAD DE ESPECIES.....	18
4.1.1 4.1.1 Diversidad general.....	18
4.1.2. Distribución espacio-temporal de la diversidad.....	18
4.1.2.1 4.1.2.1 Invierno.....	18
4.1.2.2 Primavera.....	25
4.1.2.2 Verano.....	25
4.1.2.4 Otoño.....	28
4.2 ABUNDANCIA DE ORGANISMOS.....	28
4.2.1 4.2.1 Abundancia general.....	28
4.2.2 Distribución espacio-temporal de la abundancia.....	28
4.2.2.1 Invierno.....	28
4.2.2.2 Primavera.....	32
4.2.2.3 Verano.....	37
4.2.2.4 Otoño.....	40
4.3 FRECUENCIA DE APARICIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE ESPECIES.....	43
4.3.1 Invierno.....	43
4.3.2 Primavera.....	43
4.3.3 Verano.....	43
4.3.4 Otoño.....	43

4.4	PARÁMETROS BIOESTADÍSTICOS.....	45
4.4.1	Variación espacio-temporal en la condición de invierno.....	45
4.4.2	Variación espacio-temporal en la condición de primavera.....	45
4.4.3	Variación espacio-temporal en la condición de verano.....	47
4.4.4	Variación espacio-temporal en la condición de otoño.....	50
5.	DISCUSIÓN.....	52
5.1	Condición de invierno.....	52
5.2	Condición de primavera.....	54
5.3	Condición de verano.....	55
5.4	Condición de otoño.....	56
6.	CONCLUSIONES.....	57
7.	AGRADECIMIENTOS.....	59
8.	NOTAS.....	60
9.	LITERATURA CITADA.....	62

LISTA DE TABLAS:

1.	Lista sistemática de especies de macrofauna bentónica de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California. Variación anual invierno–otoño de 2005.....	19
2.	Presencia de especies (+) de macrofauna bentónica de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California. Condición de Invierno de 2005. El asterisco indica que la especie se detectó en los alrededores de la unidad de muestra.....	23
3.	Presencia de especies (+) de macrofauna bentónica de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California. Condición de Primavera de 2005. El asterisco indica que la especie se detectó en los alrededores de la unidad de muestra.....	26
4.	Presencia de especies (+) de macrofauna bentónica de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California. Condición de Verano de 2005. El asterisco indica que la especie se detectó en los alrededores de la unidad de muestra.....	27

5.	Presencia de especies (+) de macrofauna bentónica de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California. Condición de Otoño de 2005.....	29
6.	Porcentaje de abundancia relativa de la macrofauna bentónica de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California. Variación anual invierno–otoño de 2005.....	30
7.	Distribución espacio-temporal de la abundancia de macrofauna de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California. Invierno del 2005. El asterisco de los valores de abundancia indica que la especie respectiva se detectó en los alrededores de la unidad de muestra. Ab. (abundancia);rel. (relativa).....	33
8.	Distribución espacio-temporal de la abundancia de macrofauna de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California. Primavera de 2005. El asterisco de los valores de abundancia indica que la especie respectiva se detectó en los alrededores de la unidad de muestra.....	35
9.	Distribución espacio-temporal de la abundancia de macrofauna de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California. Verano de 2005. El asterisco de los valores de abundancia indica que la especie respectiva se detectó en los alrededores de la unidad de muestra.....	38
10.	Distribución espacio-temporal de la abundancia de macrofauna de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California. Otoño de 2005. El asterisco de los valores de abundancia indica que la especie respectiva se detectó en los alrededores de la unidad de muestra.....	41
11.	Parámetros bioestadísticos de la macrofauna bentónica del Estero de Punta Banda, Baja California, registrados durante el monitoreo correspondiente a la condición de invierno de 2005.....	46
12.	Parámetros bioestadísticos de la macrofauna bentónica del Estero de Punta Banda, Baja California, registrados durante el monitoreo correspondiente a la condición de primavera de 2005.....	48

13. Parámetros bioestadísticos de la macrofauna bentónica del Estero de Punta Banda, Baja California, registrados durante el monitoreo correspondiente a la condición de verano de 2005.....	49
14. Parámetros bioestadísticos de la macrofauna bentónica del Estero de Punta Banda, Baja California, registrados durante el monitoreo correspondiente a la condición de otoño de 2005.....	51

LISTA DE FIGURAS:

1. Localización de estaciones de muestreo de macrofauna bentónica en el Estero de Punta Banda, Baja California.....	11
2. Vista panorámica de los asentamientos humanos localizados en la parte este del Estero de Punta Banda, Baja California.....	14
3. Vista del punto de muestreo bentónico número 1, ubicado en el Estero Motel Resort, zona adyacente a la boca del Estero de Punta Banda, Baja California.....	14
4. Zona del punto de muestreo bentónico número 2 en el Estero de Punta Banda, Baja California.....	15
5. Zona del punto de muestreo bentónico número 3 en el Estero de Punta Banda, Baja California.....	15
6. Biodiversidad de especies macrobentónicas en el Estero de Punta Banda, Baja California a lo largo del ciclo anual invierno–otoño de 2005.....	24
7. Abundancia total y relativa de las principales poblaciones bentónicas del Estero de Punta Banda, Baja California, durante el ciclo anual invierno–otoño de 2005.....	31
8. Abundancia de las principales poblaciones macrobentónicas residentes en sedimentos fango-arenosos adyacentes a las zonas de marismas en el Estero de Punta Banda, Baja California. Invierno de 2005.....	34
9. Abundancia de las principales poblaciones macrobentónicas residentes en sedimentos fango-arenosos adyacentes a las zonas de marismas en el Estero de Punta Banda, Baja	

California. Primavera de 2005.....	36
10. Abundancia de las principales poblaciones macrobentónicas residentes en sedimentos fango-arenosos adyacentes a las zonas de marismas en el Estero de Punta Banda, Baja California. Primavera de 2005.....	39
11. Abundancia de las principales poblaciones macrobentónicas residentes en sedimentos fango-arenosos adyacentes a las zonas de marismas en el Estero de Punta Banda, Baja California. Verano de 2005.....	42
12. Frecuencia de aparición de las especies de macrofauna bentónica del Estero de Punta Banda, Baja California, a lo largo del ciclo anual invierno–otoño de 2005.....	44

LISTA DE CUADROS:

1. Ubicación de las estaciones de muestreo.....	12
2. Fórmulas para la obtención de los índices bioestadísticos.....	17

MACROBENTOS RESIDENTE EN SEDIMENTOS FANGO-ARENOSOS DE ZONAS ADYACENTES AL SUBSISTEMA DE MARISMAS DEL ESTERO DE PUNTA BANDA, BAJA CALIFORNIA: VARIACIÓN ANUAL 2005

BIÓL. RAMÓN FERNANDO MOLINA PERALTA

RESUMEN

Se analizó la estructura de la comunidad de macrofauna bentónica del Estero de Punta Banda durante 2005. Los monitoreos se efectuaron trimestralmente, utilizando un par de palas comunes para la extracción del sedimento, las que abarcaron un área de aproximadamente $.20 \times .20 \text{ m}^2$. Se registraron 985 invertebrados, detectando la mayor abundancia en la condición de invierno con 429 individuos que representaron el 44% de la abundancia total; la menor densidad se encontró en el verano con 84 organismos; 9% de abundancia relativa. Se determinaron 34 especies: quince de moluscos (siete gasterópodos y ocho bivalvos); once anélidos poliquetos y siete artrópodos; cuatro decápodos, dos isópodos y un insecto acuático. Estas especies estuvieron incluidas en cinco clases, dieciséis órdenes y veintisiete familias. Las especies dominantes y más numerosas fueron los poliquetos *Cirriformia spirabranca* con el 33% de la abundancia total y *Nereis latescens* (23%), así como el decápodo *Uca crenulata* (20%) y el gasterópodo *Cerithidea californica* (8%) el cual se observó como muy abundante y dominante dentro del sistema estuarino a lo largo del ciclo anual estudiado. La diversidad numérica fluctuó entre 0 y 1.6 bits/ind; la riqueza de especies entre 0 y 2.67; la equitatividad entre 0 y 1.70. Se concluye que el grupo de especies típicas y características del estero está formado por: *C. spirabranca*, *N. latescens*, *C. californica*, *U. crenulata*, *Eupleura muriciformis*, *Ischadium demissum*, *Pachygrapsus crassipes*, *Melampus olivaceus* y *Tagelus californianus*, las cuales se detectaron durante el transcurso del ciclo anual estudiado.

1. INTRODUCCIÓN

Pritchard (1967) define un *estuario* como "cuerpo de agua costero semicerrado que posee una conexión libre con el mar y dentro del cual el agua de mar se diluye significativamente con el agua dulce que proviene del drenaje terrestre". Los estuarios y lagunas costeras constituyen un elevado porcentaje de las costas del mundo. También se les puede abordar desde el punto de vista terrestre como humedales, cuando su profundidad no excede los seis metros durante la marea baja (Pearce y Turner, 1991). México posee un 30 a 35% de estuarios y lagunas como parte de su litoral en el Pacífico, el Golfo de México y el Caribe. Este porcentaje es de gran importancia para el país pues representa su principal y más perdurable rasgo geográfico, un patrimonio cultural y económico de trascendencia para el futuro socioeconómico de sus estados litorales (Yáñez Arancibia, 1986). Lo anterior significa que México tiene aproximadamente 11,000 km de costa, con más de 1'500,000 hectáreas de lagunas costeras, estuarios y bahías (Contreras Espinosa, 1993). Las lagunas costeras se consideran zonas con alto potencial ecológico, por las especies que albergan, y económico, por las importantes pesquerías que en ellas se desarrollan (Bruno *et al.*, 1980; UNESCO, 1983).

Muchos estuarios son capaces de almacenar grandes cantidades de nutrientes. Estos elementos nutricios pueden ser almacenados, incorporados en las plantas del medio, liberados, reciclados y exportados, provocando una alta producción vegetal y animal sin que se produzcan resultados indeseables de dicho

enriquecimiento. Con tales atributos estos lugares son la residencia de invertebrados bentónicos; poliquetos, moluscos, crustáceos y otros grupos, peces adultos que llegan a reproducirse, crías de peces, los que a su vez son aprovechados por mamíferos y por aves tanto nativas como migratorias (algunas protegidas, otras en peligro de extinción) las cuales utilizan intensivamente estos ambientes, convirtiéndolos en santuarios donde pasan casi todo el año; todo ello constituye una base fundamental dentro de la cadena trófica y que son una gran fuente de sustento para la fauna de estos sistemas. Por esta razón, la zona más productiva y valiosa de cualquier medio ambiente lagunar-estuarino, es el área de humedales intermareales o áreas submareales muy someras (Kennedy, 1980; Yáñez Arancibia, 1986; Morrisey, 1995). Asimismo, son consideradas como una trampa de nutrientes donde los factores físicos (mareas) y bióticos juegan un papel predominante, es decir, son sistemas de autoenriquecimiento, tanto por la retención y la rápida recirculación de nutrientes que efectúan los organismos del bentos, como por la formación continua de detritus orgánico y la recuperación de alimento por la actividad microbiana (Odum, 1972).

Desde la perspectiva económica la región fronteriza de los humedales (estuarios y lagunas) alcanza valores de elevada cotización, que dependen del uso del suelo y del agua para fines antropogénicos. El uso puede ser de tipo recreativo, estético, navegación, pesca, maricultura en su aspecto menos agresivo. El detrimento de estos tipos de ambientes puede ser irreversible en zonas de

humedales al ser utilizadas como reservorio y filtro de desechos o ser destruido por construcciones costeras, rellenos o dragados (Kennedy, 1980; Neilson y Cronin, 1981; Yáñez Arancibia, 1986; Pearce y Turner, 1991).

El movimiento fluctuante del agua dentro de los esteros realiza una gran cantidad de trabajo, alejando desperdicios y transportando alimento y elementos nutritivos, de modo que los animales bentónicos puedan conservar una existencia sésil, la que no requiere el gasto de mucha energía metabólica para la excreción y captura de alimento. Por ello, se ha insistido tanto en que la reducción de la corriente de marea, por la instalación de marinas, muelles y diques, puede reducir la productividad en la misma forma que lo haría la supresión de una porción de luz.

Por otra parte, los estuarios son ecosistemas costeros de relativamente fácil acceso y de zonas intermedias no profundas, por lo cual han sido los primeros en sufrir las intrusiones descontroladas del hombre al desarrollar diferentes actividades económicas tales como el turismo y la industria. En este orden de ideas, los estuarios y lagunas costeras de la península de Baja California se encuentran en su mayoría en estado natural, no habiendo sufrido deterioro ambiental considerable en comparación con las del sur de California. En particular, el Estero de Punta Banda es importante ya que en las últimas dos décadas ha experimentado notables modificaciones en sus condiciones naturales, debido a los complejos habitacionales y estructuras construidos a lo largo de la barra arenosa que lo separa del mar, por

ejemplo, explanadas para estacionamiento de vehículos en un gran hotel existente en el lugar, muelles, diques, carretera, además de una zona de campamento para turistas norteamericanos que tiene una extensión aproximada de 1 km de largo, ubicada en la parte media e interna de la barra de arena.

Actualmente, en el Estero de Punta Banda existe una gran perturbación de la biota existente, y de manera importante, sobre las diferentes poblaciones de aves, debido a las actividades acuáticas que desarrolla el turismo extranjero, al pilotear los vehículos denominados "jet skies", los cuales son conducidos con alarde de pericia por parte de sus pilotos, sobre el canal principal y entre los canales secundarios que se encuentran al interior del subsistema de marismas. En consecuencia, el estero es vulnerable al impacto del hombre y lo será más conforme el tiempo vaya pasando y no se impongan las medidas de control y de protección adecuadas, tanto por las autoridades gubernamentales correspondientes como por las empresas hoteleras turísticas ubicadas en el área.

Asimismo, al interior del estuario han crecido algunos asentamientos humanos cerca y en los alrededores de los subsistemas de marismas donde existe gente que se dedica a la pesca ribereña y que, para esta labor, extrae de forma descontrolada la carnada que utiliza para tal efecto, como es el caso de los crustáceos decápodos *Callinassa californiensis* y *Upogebia pugettensis*, que son poblaciones de invertebrados que con el tiempo van disminuyendo debido a su recolección

indiscriminada, ya que se capturan individuos tanto de talla pequeña como organismos adultos y también hembras preñadas (observación personal en el campo).

1.1 Antecedentes

El Estero de Punta Banda ha sido estudiado intensamente durante más de 30 años por centros de investigación y universidades cercanas a la región, por lo que existen una gran cantidad de información respecto a sus características hidrológicas, dinámicas, productividad primaria, zooplancton, necton y presencia de flora bentónica. Esta laguna contiene una zona de marismas con un área del orden de hectáreas, que queda expuesta durante las mareas y está libre de vegetación. Es en esta zona del subsistema de marismas, con sus sedimentos fango-arenosos, donde no se han realizado estudios sistemáticos (a través de monitoreos continuos) que conduzcan al conocimiento de la estructura de la biocenosis de macrofauna bentónica que vive en este humedal. La única excepción, es un trabajo preliminar que se realizó a lo largo de una variación espacio-temporal comprendida entre las condiciones de invierno y otoño de 2004, en el cual se determinó la composición, abundancias y distribuciones de la macrofauna bentónica presente en el área. Se estableció la presencia de 19 especies de invertebrados, y entre otras conclusiones, que el gasterópodo *Cerithidea californica* fue la especie más abundante y la de mayor distribución espacio-temporal a lo largo del período estudiado, además de que las especies detectadas a través de todo el ciclo monitoreado fueron *C. californica*,

Melampus olivaceus, *Nereis latescens* y *Uca crenulata* (Molina Peralta, 2004).

En general, la escasa información publicada acerca del tema que trata la presente investigación incluye los trabajos de De Ita Gargallo (1982) quien estudió los calianásidos y su relación con el tamaño del sedimento. Von Son-Gallut (1991), que como trabajo de tesis investigó las estructuras biogénicas sedimentarias de crustáceos y moluscos. Escofet (1992), quien documentó un anexo en el que se incluye como fauna costera a todos los organismos de la macrofauna que habitan por encima de la línea de la marea más baja, registrando más de 300 especies, de las cuales 166 fueron invertebrados, 120 aves, 29 mamíferos, 15 reptiles, tres peces y dos anfibios. Asimismo, registró la presencia de dos especies claves de invertebrados útiles como carnada. García Pámanes *et al.*, 1994 reportaron 15 especies de moluscos que han sido introducidos o translocados al estero, directa o indirectamente o por dispersión indirecta después de haber sido introducidos en alguna región. Esta lista incluye cinco especies de las que sólo se han encontrado conchas. Doce de las especies son pelecípodos y tres son gasterópodos. Estas especies no nativas, especialmente el predador *Eupleura muriciformis*, puede afectar negativamente a las especies nativas vía depredación o por enfermedades. De igual manera, el bivalvo *Chione cortezi* también se detectó con una patología parecida a la enfermedad del anillo café que afecta severamente a las poblaciones europeas de Tapes; lo que pone de manifiesto la urgente necesidad de adoptar medidas tendientes a evitar un daño mayor a las poblaciones nativas. Waumann (1998) con

un trabajo puntual realizado del 15 al 18 de febrero de 1996 describió la macrofauna bentónica del estero, donde los resultados obtenidos fueron 11 phyllas, identificando para siete de éstos, 83 familias. Maimone Celorio y Mellink (2003), entre enero y abril de 2000, estudiaron el uso de hábitat por las aves costeras relacionadas con la marea y los invertebrados bénticos en tres planicies lodosas del Estero de Punta Banda, incluyendo entre otros organismos, 14 familias de poliquetos, ocho de bivalvos y una de cumáceos.

La macrofauna béntica es importante porque está involucrada directa o indirectamente con procesos físicos y químicos opuestos. Ayuda a consolidar el sedimento con sus tubos u otras estructuras de refugio o por sus hábitos gregarios (Myers, 1977). Tienen una movilidad relativamente limitada. Suaviza el ambiente, biodepositando sábanas de materia fecal. Mientras unos organismos agotan el oxígeno del suelo otros bombean agua desde la superficie hasta el fondo en que se encuentran, oxigenando el inhóspito hábitat (Levinton, 1978; Tenore, 1978; Baumfalk, 1979; Cadeé, 1979). El agua puede clarificarse con los filtradores, entretanto otros revuelven el sedimento poniendo las partículas en suspensión como consecuencia de sus mecanismos tróficos y locomotores. La alteración física de los sedimentos como producto de la actividad de los organismos se denomina bioturbación (Day *et al.*, 1989). Los heterótrofos bénticos estimulan la productividad primaria y todos estos invertebrados proveen alimento para otros niveles de la cadena trófica (Shuster, 1966; Dayton, en: Tenore, 1980; McLusky y McIntyre, 1988;

Day et al., 1989).

Debido al uso y manipulación del área terrestre y acuática que han estado impactando a la macrofauna que habita en este sitio, y a que se desconoce la magnitud de dicho impacto, se considera necesario iniciar las bases para levantar el elenco de especies de este nivel faunístico y del marco teórico para su monitoreo. Por esta razón, puesto que el conocimiento y el registro de los rangos de ampliación en la distribución de muchas especies de invertebrados responde a problemas de muestreo y no a realidades biológicas, se considera incompleta la lista de taxa existente en el Estero de Punta Banda, por lo que es relevante estudiar la macrofauna bentónica de este lugar para conocer en detalle su composición, así como su variación estacional en la zona de estudio.

1.2 Objetivos

El objetivo de la presente investigación fue registrar la biocenosis del macrobentos de sustrato fango-arenoso residente en las inmediaciones del subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California, para determinar su variabilidad espacio-temporal con respecto a la abundancia, diversidad y distribución de especies durante el año 2005; teniendo como meta conformar una colección de referencia con los mejores ejemplares obtenidos a lo largo del trabajo.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El Estero de Punta Banda es una laguna costera localizada entre 31°41'-31°47' N, y 116°36'-116°40' O, cerca de la ciudad de Ensenada, y se encuentra en el extremo sureste de la Bahía de Todos Santos (Fig. 1). Tiene forma de "L" con un brazo corto de ~3 km y un brazo largo de ~7.5 km. Posee una sola entrada permanente en el extremo del brazo largo. Tiene un área de ~3.6 km² en marea baja y ~11.6 km² en marea alta. El ancho promedio de la laguna es de ~345 metros en marea baja y ~1,100 metros en marea alta (Pritchard *et al.*, 1978). El estero está considerado como cuenca de evaporación pues no tiene un aporte de agua dulce permanente, con excepción de la época de lluvias en invierno, cuando los escurrimientos de algunos arroyos desembocan en el sistema, o cuando se presentan fenómenos climatológicos importantes que producen altos niveles de precipitación pluvial, como el evento ocurrido durante 1979-1983, donde los Arroyos San Carlos y Las Ánimas, normalmente secos, aportaron considerables cantidades de agua dulce al estero durante las condiciones de invierno y primavera. En el Cuadro 1 se puede observar una breve descripción de el lugar donde se ubican las estaciones de muestreo.

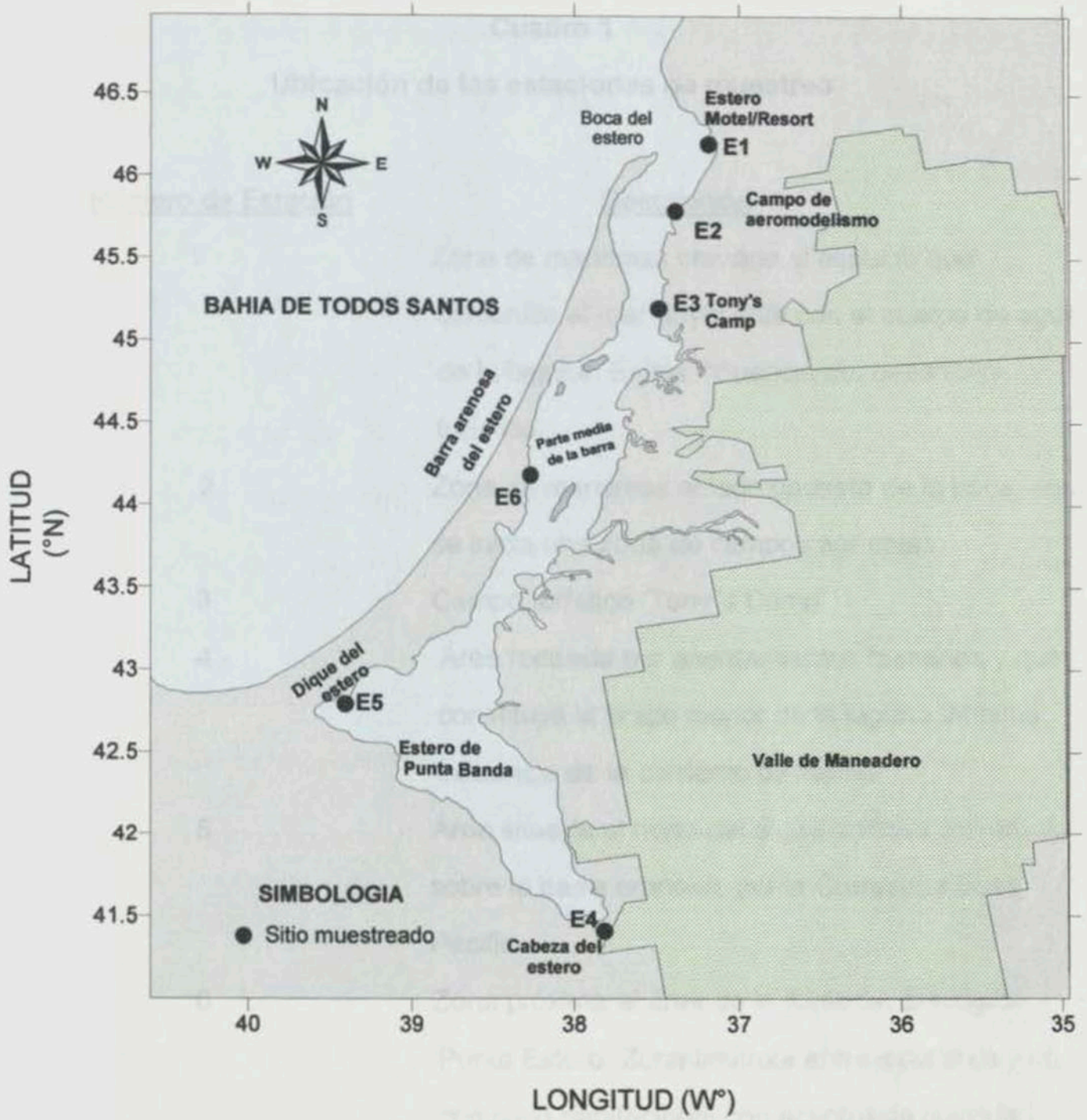


Figura 1.- Localización de estaciones de muestreo de macrofauna bentónica en el Estero de Punta Banda, Baja California.

Cuadro 1**Ubicación de las estaciones de muestreo**

<u>Número de Estación</u>	<u>Descripción</u>
1	Zona de marismas cercana al espacio que comunica el mar adyacente con el cuerpo de agua de la laguna. Existe influencia del desarrollo turístico
2	Zona de marismas al lado opuesto de la boca, aquí se inicia una zona de campos agrícolas
3	Campo turístico 'Tony's Camp'
4	Área rodeada por asentamientos humanos y que constituye el brazo menor de la laguna. Mínima influencia de la corriente de marea
5	Área situada al norte del dique artificial construido sobre la barra arenosa, por la Compañía Boss Pacific
6	Zona próxima al área de la Reserva Ecológica Punta Estero. Zona limítrofe entre esta área y un complejo habitacional con acentuada actividad turística

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Trabajo de campo

Se establecieron seis estaciones de muestreo, las que fueron elegidas con la finalidad de obtener muestras representativas de todo el estero y tratando de abarcar diferentes distancias a la boca de éste (Figuras 2 a 5). Se realizaron cuatro levantamientos correspondientes a las condiciones de invierno, primavera, verano y otoño de 2005. En cada una de las estaciones se eligió un punto al azar, que fue el mismo lugar al que se regresó en cada monitoreo para extraer, mediante una pala ordinaria, una porción de sedimento fango-arenoso con un área de aproximadamente .20 X .20 m². Este sustrato se pasó a través de un tamiz de 1 mm de luz de malla y se cernió *in situ* recogiendo los organismos presentes, junto con el detrito acompañante en la muestra, y se colocaron en bolsas de polietileno debidamente etiquetadas, a las que se les agregó una solución de formol al 4% neutralizado con Borato de sodio.

3.2 Trabajo de laboratorio

Se lavaron las muestras con agua corriente para quitar el exceso de formol en los organismos y se efectuó la limpieza del material biológico separando la fauna en sus diferentes grupos taxonómicos, procediendo posteriormente a su análisis mediante el uso de un microscopio estereoscópico. Se contó e identificó la fauna de cada una de las estaciones, determinando su abundancia por unidad de superficie.



Figura 2.- Vista panorámica de los asentamientos humanos localizados en la parte este del Estero de Punta Banda, Baja California.



Figura 3.- Vista del punto de muestreo bentónico número 1, ubicado en el Estero Motel Resort, zona adyacente a la boca del Estero de Punta Banda, Baja California.



Figura 4.- Zona del punto de muestreo bentónico número 2 en el Estero de Punta Banda, Baja California.



Figura 5.- Zona del punto de muestreo bentónico número 3 en el Estero de Punta Banda, Baja California.

La identificación se basó en las características morfológicas externas, para lo cual se utilizaron los manuales y las claves disponibles para la fauna regional, tales como Hartman (1968 y 1969), Smith y Carlton (1975), Allen (1977), Fauchald (1977), McLean (1978), Morris *et al.* (1980) y McConnaughey y McConnaughey (1992).

Fórmulas para la obtención de los índices bioestadísticos

3.3 Trabajo de gabinete

Las técnicas estadísticas utilizadas para caracterizar las relaciones de abundancia y riqueza de especies macrobentónicas en las comunidades del estero de Punta Banda, correspondió a métodos univariados tales como los índices de diversidad de Simpson (λ), de Shannon (H'), números de Hill (N_0 , N_1 y N_2), así como los índices de equitabilidad E_1 y E_2 (Nota 1). En el Cuadro 2 se indican las fórmulas utilizadas para el cálculo de estos índices.

$N_0 = S$ (Número total de especies en la muestra)

$N_1 = e^{-H'}$ (Índice de Shannon)

$N_2 = 1/\lambda$ (Índice de Simpson)

Índice de equitabilidad

$E_1 = \frac{1}{\sqrt{\lambda}}$ (Hill 1973) $E_2 = \frac{1}{\sqrt{N_2 - 1}}$ (Hill 1973)

$\lambda = \sum_{i=1}^S \frac{1}{n_i^2}$

$N_2 = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\sum_{i=1}^S \frac{1}{n_i^2}}$

4. RESULTADOS

4.1. DIVERSIDAD DE ESPECIES

Cuadro 2

Fórmulas para la obtención de los índices bioestadísticos

Índices de riqueza

$$R1 = \frac{S - 1}{\ln(n)} \quad (\text{Margalef, 1958}) \qquad R2 = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (\text{Menhinick, 1964})$$

Índices de diversidad

$$\lambda = \sum_{i=1}^s \frac{n_i(n_i - 1)}{n(n - 1)} \quad (\text{Simpson, 1949}) \qquad H' = \sum_{i=1}^s \left[\left(\frac{n_i}{n} \right) \ln \left(\frac{n_i}{n} \right) \right] \quad (\text{Shannon y Weaver, 1949})$$

N0 = S (Número total de especies en la muestra)

N1 = e^{H'} (H' = índice de Shannon)

N2 = 1/λ (λ = índice de Simpson)

Índices de igualdad

$$E4 = \frac{1/\lambda}{e^{H'}} = \frac{N2}{N1} \quad (\text{Hill, 1973b}) \qquad E5 = \frac{(1/\lambda) - 1}{e^{H'} - 1} = \frac{N2 - 1}{N1 - 1} \quad (\text{Hill, 1973b})$$

4. RESULTADOS

4.1 DIVERSIDAD DE ESPECIES

4.1.1 Diversidad general

Durante las cuatro condiciones del año monitoreadas se registraron 34 especies de invertebrados, 27 determinadas a nivel de género y especie, cinco a clase y dos a orden. En general, quince de dichas especies correspondieron al filum mollusca (siete gasterópodos y ocho bivalvos); once a Annelida; siete a Arthropoda (cuatro decápodos, dos isópodos y un insecto acuático). Asimismo, la macrofauna estuvo incluida en cuatro filos taxonómicos, cinco clases, 16 órdenes y 27 familias (Tabla 1).

4.1.2 Distribución espacio-temporal de la biodiversidad

4.1.2.1 Invierno

Dentro de la unidad de muestra correspondiente a esta condición del año, se registró la presencia de 18 especies, además de representantes no identificados del grupo de los nemertinos. Sin embargo en la estación 4, fuera de la unidad de muestra se detectó al gasterópodo *Eupleura muriciformis*, lo que sumó un total de 19 especies (Tabla 2; Fig. 6). Las estaciones 2, 4, 5 y 6 mostraron la mayor riqueza específica, presentando cada una de ellas ocho, siete, ocho y siete especies, respectivamente. En contraste, las estaciones 1 y 3 tuvieron la menor biodiversidad, correspondiéndoles cuatro y tres especies, respectivamente. En la muestra de la estación 2, localizada frente a la boca del estero, a una distancia aproximada de 600

Tabla 1. Lista sistemática de especies de macrofauna bentónica de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California, California. Variación anual invierno–otoño de 2005.

Phylum Annelida
Clase Polychaeta
Orden Phyllodocida
Suborden Nereidiformia
Familia Nereidae
Nereis latescens Chamberlin, 1919
Suborden Glyceriformia
Familia Glyceridae
Glycera americana Leidy, 1855
Orden Spionida
Suborden Spioniformia
Familia Spionidae
Boccardia polybranchia Carazzi, 1895
Familia Magelonidae
Magelona californica Hartman, 1944
Suborden Cirratuliformia
Familia Cirratulidae
Cirriformia spirabranca Moore, 1904
Orden Orbiniida
Familia Orbiniidae
Orbinia johnsoni Moore, 1909
Orden Sabellida
Familia Sabellidae
***Chone* sp.** Kröyer, 1856
Orden Eunicida
Superfamilia Eunicea

Tabla 1 (continuación)

Familia Eunicidae

Marphysa sanguinea Montagu, 1815

Phylum Mollusca

Clase Gastropoda

Subclase Prosobranchia

Orden Mesogastropoda

Superfamilia Cerithiacea

Familia Potamididae

Cerithidea californica Haldeman, 1840

Orden Neogastropoda (=Caenogastropoda)

Superfamilia Muricacea

Familia Muricidae

Eupleura muriciformis Broderip, 1833

Superfamilia Buccinacea

Familia Nassariidae

Nassarius tegula Reeve, 1853

Subclase Pulmonata

Orden Basommatophora

Familia Melampsidae

Melampus olivaceus Carpenter, 1857

Subclase Opisthobranchia

Orden Cephalaspidea

Familia Scaphandridae

Cylichnella inculta Gould, 1855

Familia Bullidae

Bulla gouliana Pilsbry, 1893

Subphylum Conchifera

Superclase Loboconcha

Tabla 1 (continuación)

Clase Bivalvia
Superorden Pteriomorpha
Orden Arcoida
Superfamilia Arcoidea
Familia Arcidae
Anadara formosa Sowerby, 1833
Subclase Heterodonta
Orden Veneroida
Familia Veneridae
Chione fluctifraga Sowerby, 1853
Suborden Tellinoidea
Superfamilia Tellinacea
Familia Psammobiidae
Heterodonax sp. Mörch, 1853
Familia Psammobiidae
Tagelus californianus Conrad, 1837
Familia Tellinidae
Macoma balthica Linnaeus, 1758
Orden Myoida
Familia Myidae
Cryptomya californica Conrad, 1837
Subclase Pteriomorpha
Orden Mytiloida
Familia Mytilidae
Ischadium demissum Dillwyn, 1857
Phylum Arthropoda
Clase Crustacea
Subclase Malacostraca

Tabla 1 (continuación)

Superorden Peracarida

Orden Isopoda

Suborden Flabellifera

Familia Cirolanidae

Cirolana harfordi Lockington, 1857

Suborden Oniscoidea

Familia Scyphacidae

Armadilloniscus lindahli Richardson, 1905

Superorden Eucarida

Orden Decapoda

Suborden Pleocyemata

Infraorden Brachyura

Seccion Brachyrhyncha

Superfamilia Grapsoidea

Familia Ocypodidae

Uca crenulata Lockington, 1877

Familia Grapsidae

Hemigrapsus nudus Dana, 1851

Pachygrapsus crassipes Randall, 1839

Seccion Macrura

Superfamilia Thalassinidea

Familia Callianassidae

Callianassa californiensis Dana, 1854

Clase Insecta

Orden Diptera

Familia Tipulidae

Limonia (Idioglochina) marmorata Osten-Sacken, 1861

Tabla 2. Presencia de especies (+) de macrofauna bentónica de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California. Condición de invierno de 2005. El asterisco indica que la especie se detectó en los alrededores de la unidad de muestra.

INVIERNO 2005

Rango de especies	Especies	Estaciones					
		1	2	3	4	5	6
1	<i>Boccardia polybranchia</i>				+		
2	<i>Cirriformia spirabbranchia</i>				+	+	+
3	<i>Magelona californica</i>					+	
4	<i>Nereis latescens</i>		+	+	+	+	+
5	Capitélido ESPECIE 1		+		+		
6	<i>Cerithidea californica</i>	+	+		+		+
7	<i>Cylichnella inculta</i>				+		
8	<i>Ischadium demissum</i>					+	
9	<i>Melampus olivaceus</i>		+	+	+		
10	<i>Eupleura muriciformis</i>				+		
11	<i>Tagelus californianus</i>					+	
12	Gasterópodo ESPECIE A		+				
13	<i>Armadilloniscus lindahli</i>	+	+				
14	<i>Callianassa californiensis</i>					+	+
15	<i>Cirolana harfordi</i>	+				+	
16	<i>Hemigrapsus nudus</i>						+
17	<i>Uca crenulata</i>	+	+	+			+
18	Anfípodo ESPECIE A		+			+	
19	<i>Limonia (l.) marmorata</i>						+
	Nemertinos no identificados				+	+	+

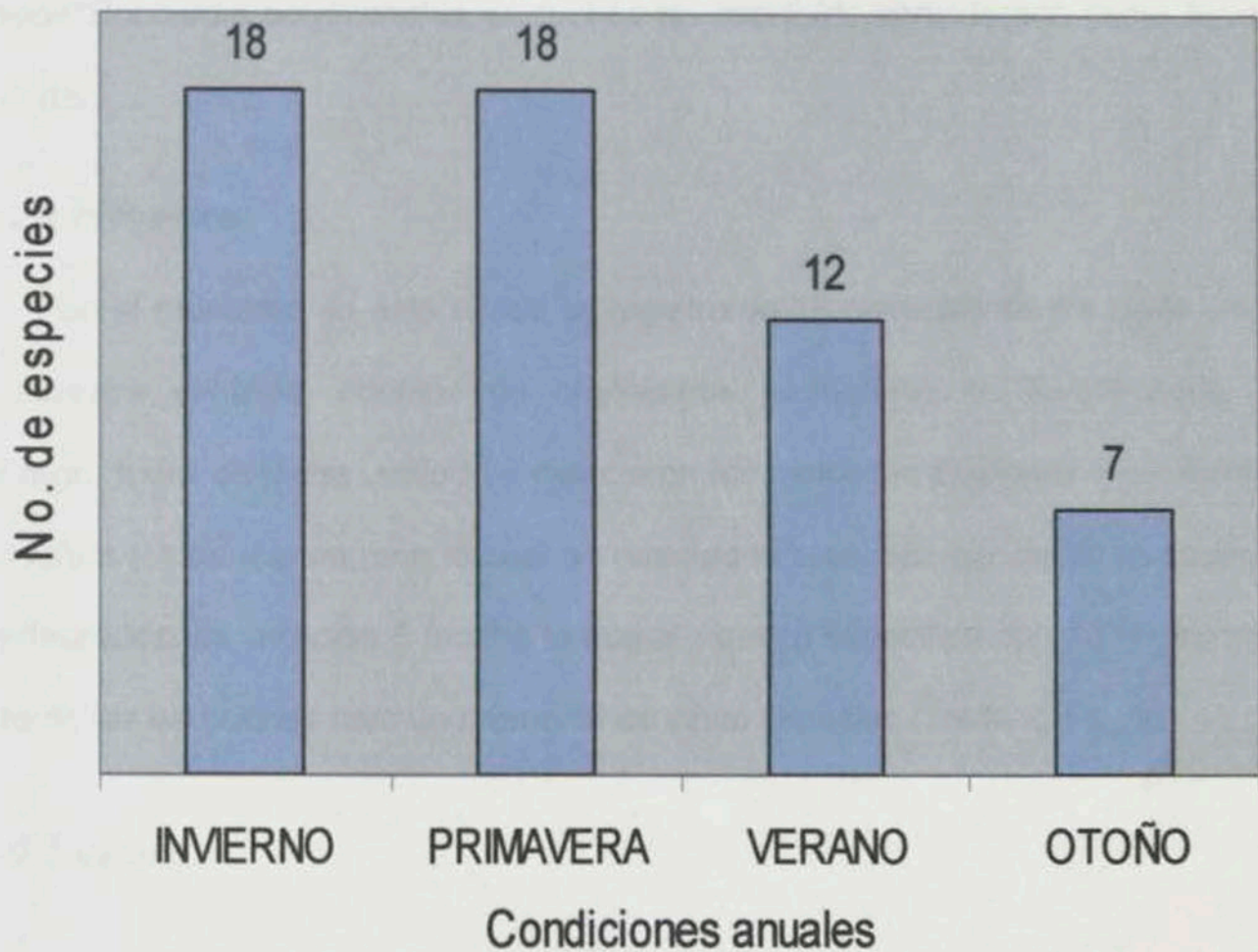


Fig. 6.- Biodiversidad de especies macrobentónicas en el Estero de Punta Banda, Baja California a lo largo del ciclo anual invierno-otoño de 2005.

metros, se registró la presencia de 12 poliquetos de la familia Capitellidae. De igual manera, en la estación 4 situada en la cabeza del estero, se detectaron dos organismos más de esta familia, además de la presencia de dos poliquetos de la especie *Boccardia polybranchia*, el cual es un espiónido considerado como especie parásita.

4.1.2.2 Primavera

En el muestreo de esta época se registraron 18 especies dentro de la unidad de muestra extraída, además de organismos nemertinos no identificados. Sin embargo, fuera de dicha unidad se detectaron los moluscos *Eupleura muriciformis* e *Ischadium (I.) demissum*, con lo cual en realidad el resultado fue de 20 especies de invertebrados. La estación 5 mostró la mayor riqueza específica con 13 especies. El resto de las estaciones tuvo un promedio de cinco especies (Tabla 3; Fig. 6).

4.1.2.3 Verano

Durante este monitoreo se registraron 12 especies dentro del área de muestra obtenida, además de los organismos nemertinos no identificados. Sin embargo, en los alrededores de la zona se observaron los moluscos *Bulla gouldiana*, *Cerithidea californica*, *I. demissum*, *Anadara formosa* y *E. muriciformis*, con los cuales fueron un total de 17 especies de invertebrados. La mayor riqueza de especies se detectó en la estación 1 con ocho especies, tomando en consideración la presencia del abundante gasterópodo *C. californica* (Tabla 4; Fig. 6).

Tabla 4. Presencia de especies (+) de macrofauna bentónica de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California. Condición de verano de 2005. El asterisco indica que la especie se detectó en los alrededores de la unidad de muestra.

VERANO 2005

Rango de especies	Especies	Estaciones					
		1	2	3	4	5	6
1	<i>Cirriformia spirabranhia</i>	+				+	
2	<i>Magelona californica</i>	+					
3	<i>Nereis latescens</i>	+		+			
4	<i>Chone</i> sp.	+					
5	<i>Glycera americana</i>	+					
6	<i>Orbinia johnsoni</i>	+					
7	<i>Anadara formosa</i>		+				
8	<i>Bulla gouldiana</i>		+				
9	<i>Cerithidea californica</i>	+			+	+	+
10	<i>Chione fluctifraga</i>				+	+	
11	<i>Ischadium demissum</i>		+				+
12	<i>Eupleura muriciformis</i>				+	+	
13	<i>Heterodonax</i> sp.	+					
14	<i>Tagelus californianus</i>				+		
15	Bivalvo ESPECIE A						+
16	<i>Callianassa californiensis</i>			+			
17	<i>Pachygrapsus crassipes</i>				+		
18	<i>Uca crenulata</i>	+	+	+	+	+	+
	Nemertinos no identificados	+					

4.1.2.4 Otoño

Para el monitoreo de esta época se detectaron únicamente siete especies, además del representante nemertino no identificado. La mayor biodiversidad se registró en la estación 4 con cuatro especies. Las estaciones 1, 2 y 5 mostraron la menor biodiversidad con una especie cada una (Tabla 5; Fig. 6).

4.2 ABUNDANCIA DE ORGANISMOS

4.2.1 Abundancia general

Durante las cuatro condiciones estacionales se recolectaron un total de 985 organismos: 429 correspondieron a invierno lo que promedió el 44.13% de abundancia relativa; 365 a primavera (37.55%); 84 a verano (8.64%); y 107 individuos a otoño (9.67%) (Tabla 6; Fig. 7).

4.2.2 Distribución espacio-temporal de la abundancia

4.2.2.1 Invierno

En general, en el muestreo bentónico correspondiente a esta condición del año, se consideraron ocho especies que variaron entre ocho y 147 organismos, entre ellos los más abundantes fueron *Cirriformia spirabrancha* con el 34% del total de los organismos siendo la estación 6 la que mostró mayor abundancia con 110 individuos; *Nereis latescens* con el 20% de abundancia relativa, siendo la estación 5 donde se registró la mayor abundancia con 71 invertebrados; el decápodo *Uca crenulata* con el 15% de abundancia relativa, siendo las estaciones 3 y 6 las que mostraron 30 y 26 or

Tabla 5. Presencia de especies (+) de macrofauna bentónica de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California. Condición de otoño de 2005.

OTOÑO 2005

Rango de especies	Especies	Estaciones					
		1	2	3	4	5	6
1	<i>Cirriiformia spirabanchia</i>				+		+
2	<i>Nereis latescens</i>				+		+
3	<i>Boccardia basilaria</i>				+		
4	<i>Marphysa sanguinea</i>				+		
5	<i>Tagelus californianus</i>					+	
6	<i>Uca crenulata</i>	+					+
7	<i>Limonia (l.) marmorata</i>		+				
	Nemertinos no identificados				+		

Tabla 6. Porcentaje de abundancia relativa de la macrofauna bentónica de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California. Variación anual invierno-otoño de 2005.

2005								
No. de estación	INVIERNO		PRIMAVERA		VERANO		OTOÑO	
	Ab. Total	Ab. rel. (%)	Ab. total	Ab. rel. (%)	Ab. total	Ab. rel. (%)	Ab. total	Ab. rel. (%)
1	20	4.66	53	14.52	56	66.66	5	5.32
2	48	11.19	22	6.03	4	4.76	1	1.06
3	32	7.46	29	7.94	13	15.48	0	0
4	89	20.74	73	20.00	5	5.95	37	39.36
5	82	19.11	92	25.20	3	3.57	1	1.06
6	158	36.83	96	26.30	3	3.57	50	53.19
Ab. por época anual	429	100	365	100	84	100	94	100
Ab. total	972							
Ab. rel. por época anual (%)	49		41		9		9	

ganismos, respectivamente; el gasterópodo *Cerithidea californica* con 13% de abundancia relativa y 40 individuos en la estación 4 (Tabla 7; Figs. 7 y 8).

4.2.2.2 Primavera

En general, en el muestreo bentónico correspondiente a esta condición del año, se consideraron cinco especies como las más conspicuas de acuerdo a sus valores altos de abundancia, los cuales estuvieron entre un rango de 10 y 133 individuos: *Cirriformia spirabranca* con el 36% del total de los organismos registrados, siendo las estaciones 4 y 6 las que mostraron mayores abundancias con 69 y 41 individuos, respectivamente; *Nereis latescens* con 27% de abundancia relativa, siendo las estaciones 5 y 1 las de mayor densidad con 61 y 27 invertebrados, respectivamente; *Uca crenulata* con 21% de abundancia relativa, siendo las estaciones 6 y 3 las que presentaron mayores densidades de animales con 39 y 23, respectivamente; *Cerithidea californica* con el 7% presentó su mayor densidad en la estación 1; *Callinassa californiensis* con el 3% mostró su mayor abundancia en la estación 6 (Tabla 8; Figs. 7 y 9). La estación 6, ocupó el primer lugar en abundancia con 96 individuos que representaron el 26% de abundancia relativa (Tabla 6). De estos especímenes, 48 fueron crustáceos, 45 poliquetos y tres insectos marinos. La estación 5, ocupó el segundo lugar en abundancia con 92 organismos, lo cual promedió 25% de abundancia relativa (Tabla 6). De éstos, 82 fueron poliquetos, cuatro moluscos, dos crustáceos, tres nemertinos y uno insecto marino. La estación 4, ocupó el tercer lugar en abundancia con 73 poliquetos que re--

Tabla 7. Distribución espacio-temporal de la abundancia de macrofauna de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California. Invierno de 2005. El asterisco de los valores de abundancia indica que la especie respectiva se detectó en los alrededores de la unidad de muestra. Ab. (abundancia; rel. (relativa).

Especies	SITIOS						Ab. total	Ab. rel. (%)
	Abundancia							
	1	2	3	4	5	6		
<i>Boccardia polybranchia</i>				2			2	0.47
<i>Cirriformia spirabrancha</i>				36	1	110	147	34.3
<i>Magelona californica</i>				1	1		1	0.23
G-C-ATNZEY-TD-ITN		1	1	*	71	10	84	19.6
Capitelido ESPECIE 1		12		2			14	3.26
<i>Cerithidea californica</i>	5	5		40		5	55	12.8
<i>Cylichnella inculta</i>				1			1	0.23
<i>Ischadium demissum</i>					1		1	0.23
<i>Melampus olivaceus</i>		1	1	6			8	1.89
<i>Eupleura muriciformis</i>				*				
<i>Tagelus californianus</i>					1		1	0.23
Gasterópodo ESPECIE A		2					2	0.47
<i>Armadilloniscus lindahli</i>	3	1					4	1.86
<i>Callianassa californien.</i>					1	1	2	0.47
<i>Cirolana harfordi</i>	9				1		10	2.33
<i>Hemigrapsus nudus</i>						1	1	0.23
<i>Uca crenulata</i>	3	5	30			26	64	14.9
Anfípodo ESPECIE A		21			1		22	5.13
<i>Limonia (l.) marmorata</i>						3	3	0.7
Nemertinos no identificados				1	4	2	7	1.63
Abundancia por estación de muestreo	20	48	32	89	82	158	429	
Número de especies por estación de muestreo	4	8	3	7	8	7		
Número de especies por época anual	18							

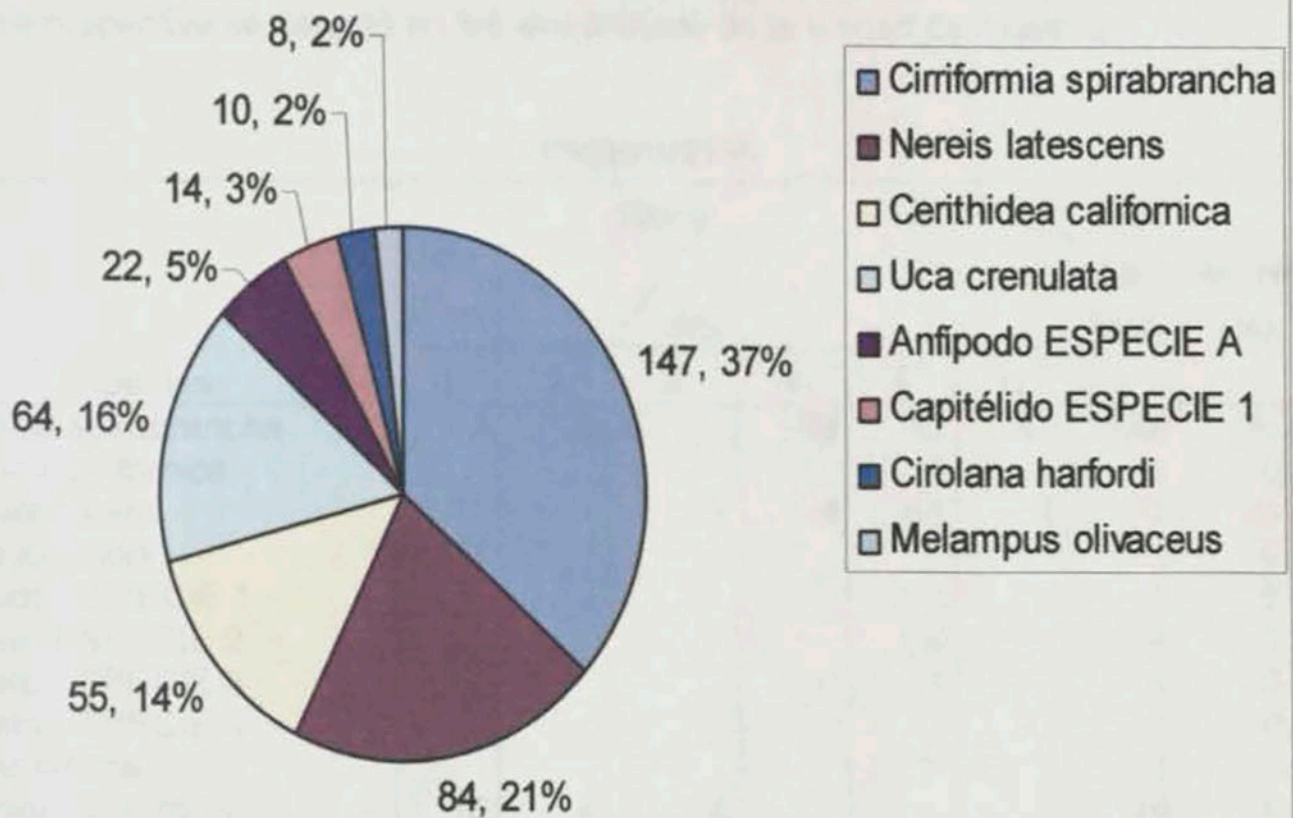


Fig. 8.- Abundancia de las principales poblaciones macrobentónicas residentes en sedimentos fango-arenosos adyacentes a las zonas de marismas en el Estero de Punta Banda, Baja California. Invierno de 2005.

Tabla 8. Distribución espacio temporal de la abundancia de macrofauna de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California. Primavera de 2005. El asterisco de los valores de abundancia indica que la especie respectiva se detectó en los alrededores de la unidad de muestra.

Especies	PRIMAVERA						Ab. Total	Ab. rel. (%)
	Sitios							
	Ab.							
1	2	3	4	5	6			
<i>Cirriformia spirabrancha</i>	7	3		69	13	41	133	36.4
<i>Magelona californica</i>					1		1	0.3
<i>Nereis latescens</i>	27		1	4	61	4	97	26.6
<i>Orbinia johnsoni</i>	1				1		2	0.5
Capitélido ESPECIE 1		1					1	0.3
Poliqueto ESPECIE 2					4		4	1.1
Poliqueto ESPECIE 3					1		1	0.3
Poliqueto ESPECIE 4					1		1	0.3
<i>Bulla gouldiana</i>					1*		1	0.3
<i>Cerithidea californica</i>	16	4	4				24	6.6
<i>Chione fluctifraga</i>	1				*		1	0.3
<i>Cryptomya californica</i>		1					1	0.3
<i>Ischadium demissum</i>			*					
<i>Macoma balthica</i>					2		2	0.5
<i>Melampus olivaceus</i>			1				1	0.3
<i>Nassarius tegula</i>					1		1	0.3
<i>Eupleura muriciformis</i>				*	*			
<i>Callianassa californien.</i>					1	9	10	2.7
<i>Uca crenulata</i>	1	13	23		1	39	77	21.1
<i>Limonia (l.) marmorata</i>					1	3	4	1.1
Nemertinos no identificados					3		3	0.8
Abundancia por estación de muestreo	53	22	29	73	92	96	365	
Número de especies por estación de muestreo	6	5	4	2	13	5		
Número de especies por época anual							18	

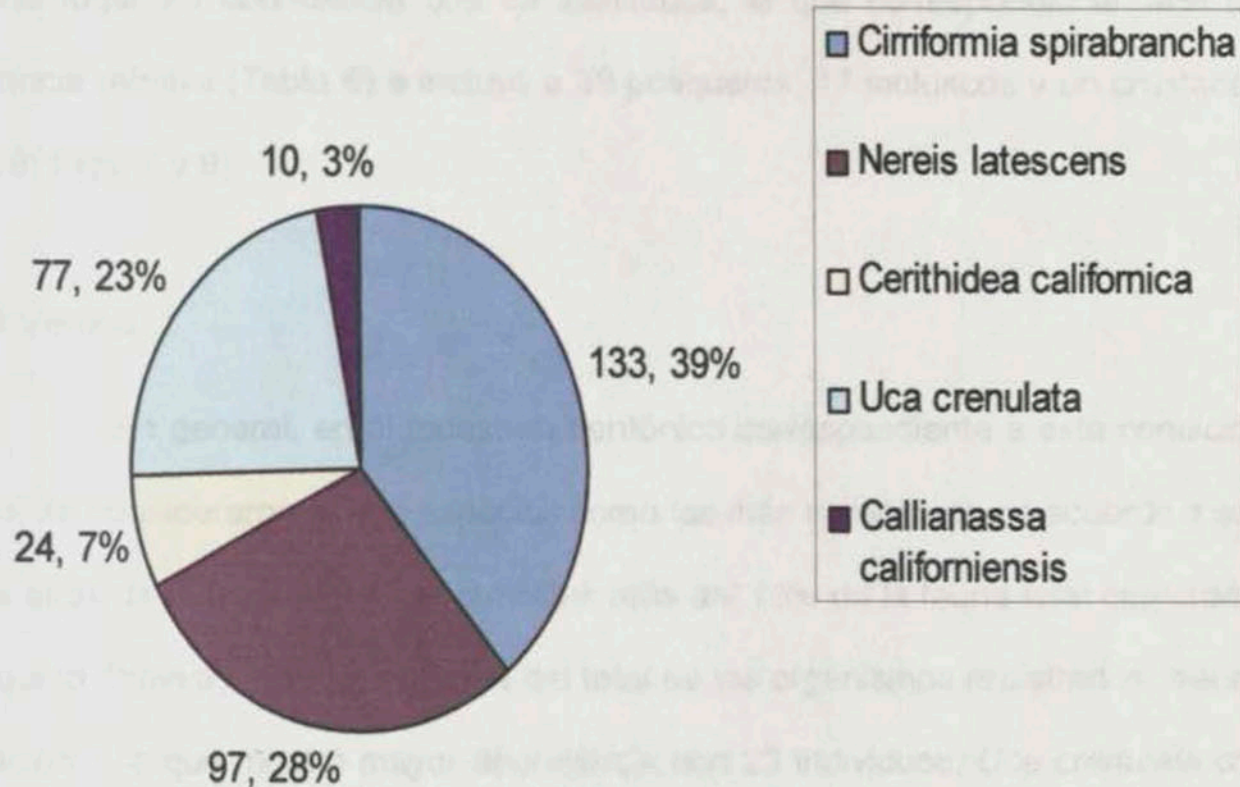


Fig. 9.- Abundancia de las principales poblaciones macrobentónicas residentes en sedimentos fango-arenosos adyacentes a las zonas de marismas en el Estero de Punta Banda, Baja California. Primavera de 2005.

presentaron 20% de abundancia relativa (Tabla 6). De éstos, 69 fueron de la especie *Cirriformia spirabrancha* y cuatro de *Nereis latescens*. La estación 1, ocupó el cuarto lugar en abundancia con 53 individuos, lo que correspondió al 14% de abundancia relativa (Tabla 6) e incluyó a 35 poliquetos, 17 moluscos y un crustáceo (Tabla 8; Figs. 7 y 9).

4.2.2.3 Verano

En general, en el muestreo bentónico correspondiente a esta condición del año, se consideraron cuatro especies como las más conspicuas de acuerdo a sus valores altos de abundancia y por constituir más del 10% de la fauna total capturada: el poliqueto *Orbinia johnsoni* con 27% del total de los organismos registrados, siendo la estación 1 la que mostró mayor abundancia con 23 individuos; *Uca crenulata* con 25% de abundancia relativa y la estación 3 con nueve invertebrados; *Nereis latescens* con 14% de abundancia relativa y la estación 1 con nueve animales; y el poliqueto *Magelona californica* con 11% de abundancia relativa y nueve organismos en la estación 1 (Tabla 9; Fig. 10). La estación 1 ocupó el primer lugar en abundancia con 56 individuos que representaron el 67% de abundancia relativa (Tabla 6). De estos organismos, 48 fueron crustáceos, 45 poliquetos y tres insectos marinos. La estación 3, ocupó el segundo lugar en abundancia con 13 organismos, lo cual promedió 15% de abundancia relativa; de éstos, 82 fueron poliquetos, cuatro moluscos, dos crustáceos, tres nemertinos y uno insecto marino.

Tabla 9. Distribución espacio temporal de la abundancia de macrofauna de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California. Verano de 2005. El asterisco de los valores de abundancia indica que la especie respectiva se detectó en los alrededores de la unidad de muestra.

VERANO 2005

Especies	Sitios						Ab. total	Ab. rel. (%)
	Ab.							
	1	2	3	4	5	6		
<i>Cirriformia spirabrancha</i>	4				1		5	5.9
<i>Magelona californica</i>	9						9	10.7
<i>Nereis latescens</i>	9		3				12	14.3
<i>Orbinia johnsoni</i>	23						23	27.4
<i>Glycera americana</i>	1						1	1.2
<i>Chone</i> sp.	2						2	2.4
<i>Bulla gouldiana</i>		*						
<i>Cerithidea californica</i>	*			*	*	*		
<i>Chione fluctifraga</i>				1*	1*		2	2.4
<i>Ischadium demissum</i>		*				*		
<i>Tagelus californianus</i>				1			1	1.2
<i>Anadara formosa</i>		*						
<i>Eupleura muriciformis</i>				*	*			
<i>ca. Heterodonax</i> sp.	1						1	1.2
Bivalvo ESPECIE 1						1	1	1.2
<i>Callianassa californiensis</i>			1				1	1.2
<i>Uca crenulata</i>	2*	4	9	3	1	2	21	25
<i>Pachygrapsus crassipes</i>				*				
Nemertinos no identificados	5						5	5.9
Abundancia por estación de muestreo	56	4	13	5	2	3	84	
Número de especies por estación de muestreo	8	1	3	3	2	2		
Número de especies por época anual	12							

En general, en el cuadrante sur-occidental del Estero de Punta Banda, Baja California Sur

se han observado una gran variedad de especies de crustáceos, principalmente de la clase

de los decápodos. En particular, los crustáceos más abundantes son los de la familia

Orbinidae y Nereididae. Los crustáceos de la familia Orbinidae son los más

abundantes y se encuentran en los sedimentos fangosos de las marismas.

Los crustáceos de la familia Nereididae son los menos abundantes y se encuentran

en los sedimentos arenosos de las marismas.

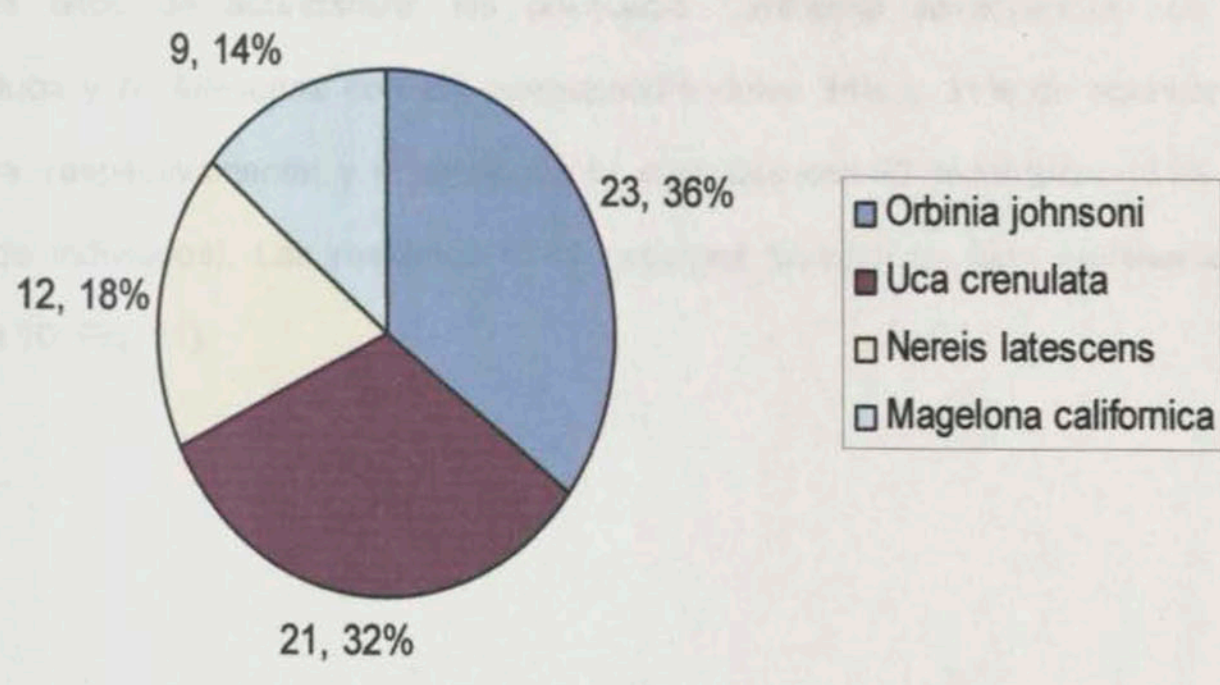


Fig. 10.- Abundancia de las principales poblaciones macrobentónicas residentes en sedimentos fango-arenosos de marismas en el Estero de Punta Banda, Baja California. Verano de 2005.

4.2.2.4 Otoño

En general, en el muestreo bentónico correspondiente a esta condición del año se consideraron tres especies como las más conspicuas de acuerdo a sus valores altos de abundancia: los poliquetos *Cirriformia spirabrancha* con 36 individuos y *N. latescens* con 33, correspondiéndoles 34% y 31% de abundancia relativa, respectivamente; y el decápodo *U. crenulata* con 33 organismos (31% del total de individuos). Las restantes cinco especies tuvieron un solo representante (Tabla 10; Fig. 11).

Especie	Abundancia	Abundancia relativa (%)
<i>Cirriformia spirabrancha</i>	36	34%
<i>N. latescens</i>	33	31%
<i>U. crenulata</i>	33	31%
Restantes 5 especies	5	5%

Tabla 10. Distribución espacio-temporal de la abundancia de macrofauna de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda, Baja California. Otoño de 2005. El asterisco de los valores de abundancia indica que la especie respectiva se detectó en los alrededores de la unidad de muestra.

OTOÑO 2005								
Especies	Sitios						Ab. total	Ab. rel. (%)
	Ab.							
	1	2	3	4	5	6		
<i>Nereis latescens</i>				31		2	33	30.84
<i>Cirriformia spirabranca</i>				3		33	36	33.64
<i>Boccardia polybranchia</i>				1			1	.93
<i>Marphysa sanguinea</i>				1			1	.93
<i>Uca crenulata</i>	5		13			15	33	30.84
<i>Tagelus californianus</i>					1		1	.93
<i>Limonia (l.) marmorata</i>		1					1	.93
Nemertinos no identificados				1			1	.93
Abundancia por estación de muestreo	5	1	13	37	1	50	107	
Número de especies por estación de muestreo	1	1	1	4	1	3		
Número de especies por época anual	7							

Fig. 11 - Abundancia de las principales poblaciones macrobentónicas residentes en sedimentos fango-arenosos adyacentes a las zonas de marismas en el Estero de Punta Banda, Baja California, Otoño de 2005.

3.3.3. Invertebrados

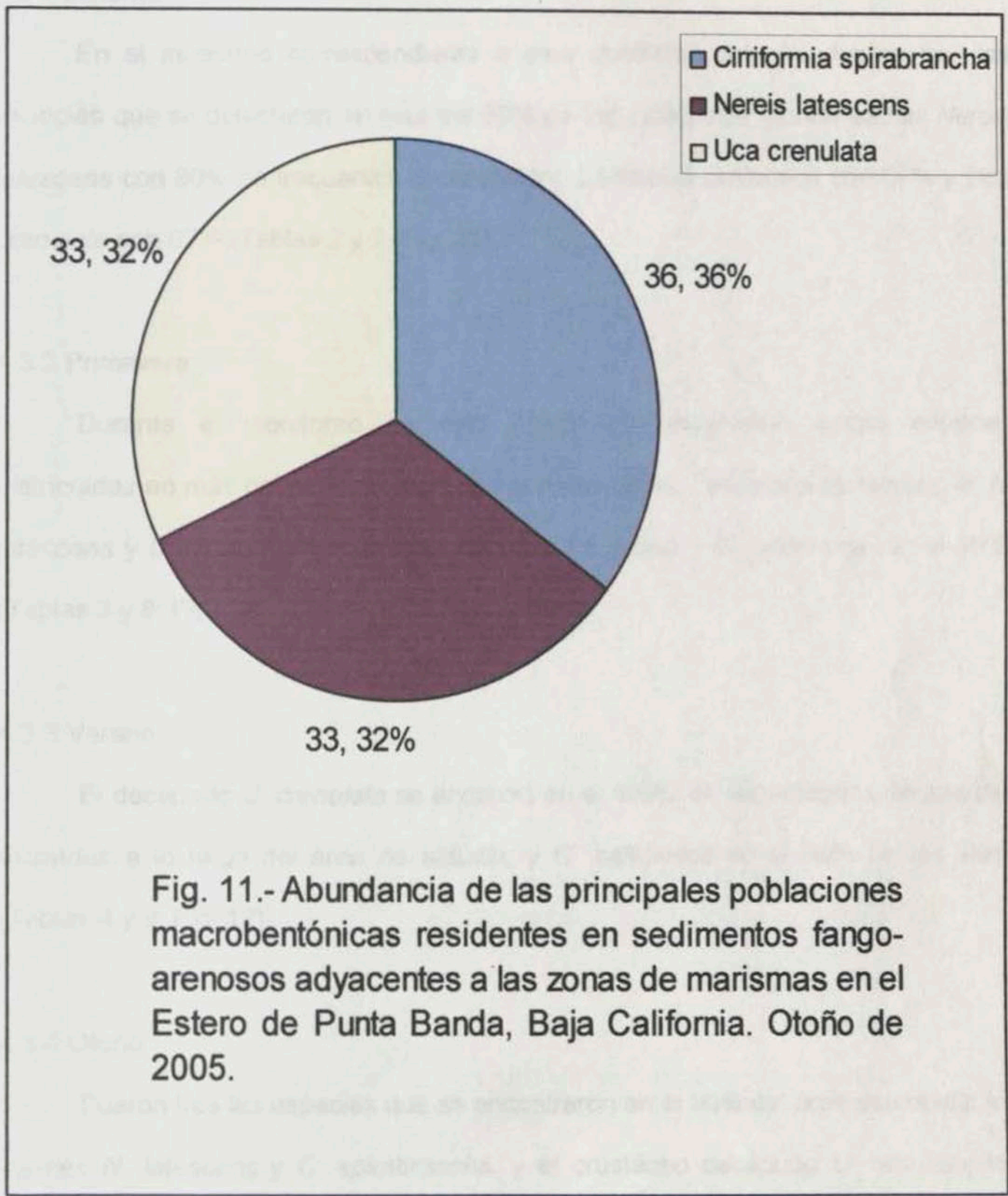


Fig. 11.- Abundancia de las principales poblaciones macrobentónicas residentes en sedimentos fango-arenosos adyacentes a las zonas de marismas en el Estero de Punta Banda, Baja California. Otoño de 2005.

4.3 FRECUENCIA DE APARICIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE ESPECIES

4.3.1 Invierno

En el muestreo correspondiente a esta condición del año, fueron tres las especies que se detectaron en más del 50% de las estaciones monitoreadas: *Nereis latescens* con 80% de frecuencia de aparición, *Cerithidea californica* con 67% y *Uca crenulata* con 67% (Tablas 2 y 7; Fig. 12).

4.3.2 Primavera

Durante el monitoreo de esta época se observaron cuatro especies distribuidas en más del 50% del total de las localidades: *Cirriiformia spirabrancha*, *N. latescens* y *U. crenulata* (en el 80% de todos los sitios) y *C. californica* (en el 50%) (Tablas 3 y 8; Fig. 12).

4.3.3 Verano

El decápodo *U. crenulata* se encontró en el 100% de las unidades de muestra extraídas a lo largo del área de estudio, y *C. californica* en el 50% de los sitios (Tablas 4 y 9; Fig. 12).

4.3.4 Otoño

Fueron tres las especies que se encontraron en el 30% del área estudiada: los vermes *N. latescens* y *C. spirabrancha*, y el crustáceo decápodo *U. renulata*; las restantes cuatro especies se distribuyeron en el 20% del área (Tabla 5 y 10; Fig. 12).

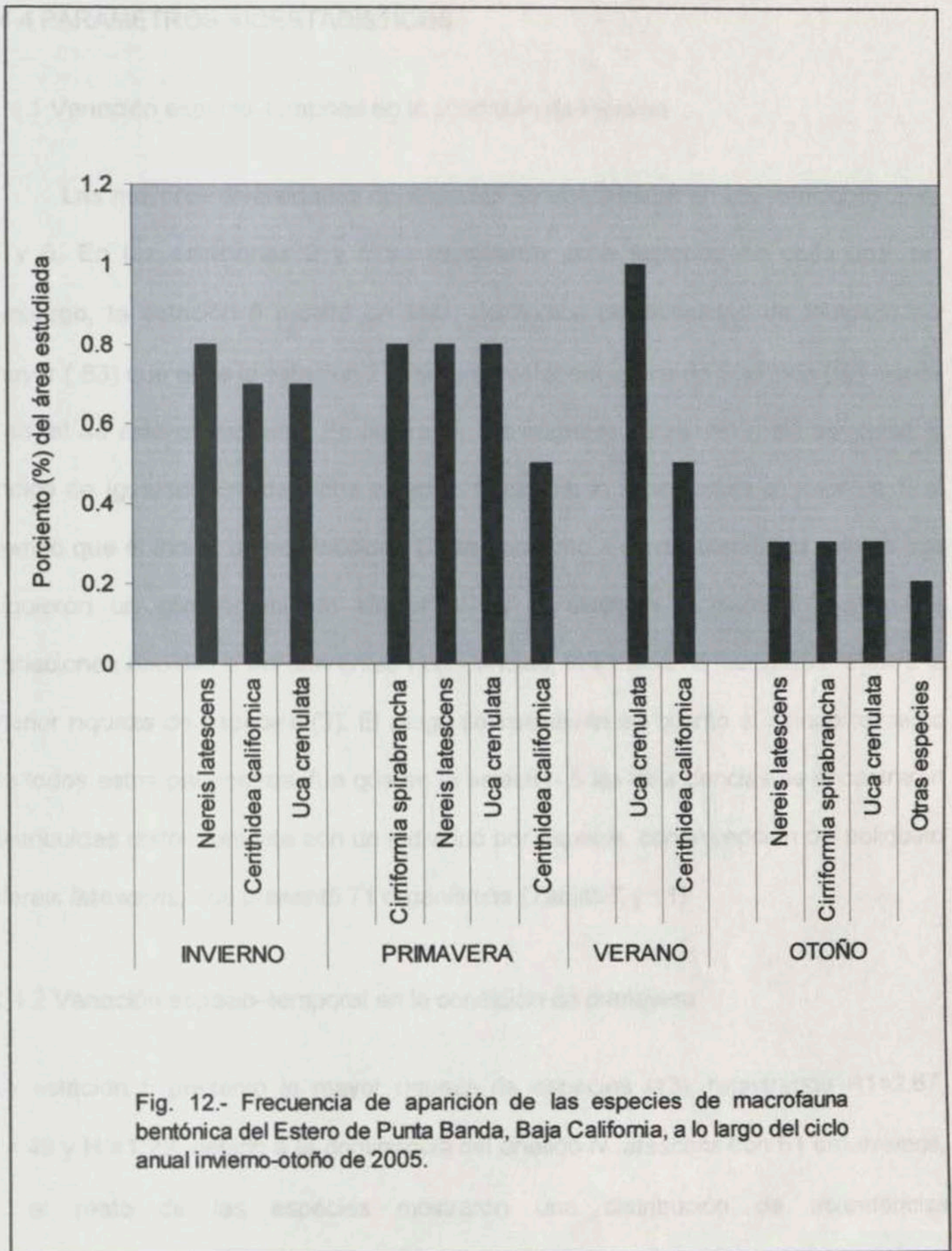


Fig. 12.- Frecuencia de aparición de las especies de macrofauna bentónica del Estero de Punta Banda, Baja California, a lo largo del ciclo anual invierno-otoño de 2005.

4.4 PARÁMETROS BIOESTADÍSTICOS

4.4.1 Variación espacio-temporal en la condición de invierno

Las mayores diversidades de especies se encontraron en las estaciones 2, 4, 5 y 6. En las estaciones 2 y 5 se registraron ocho especies en cada una, sin embargo, la estación 5 mostró un valor del índice de diversidad de Simpson (λ) mayor (.83) que el de la estación 2 (.26), y un valor del índice de Shannon (H') menor (.48) al de este mismo sitio. En contraste, los números de Hill N1 y N2 así como el índice de igualdad E4, de dicha estación 5, tendieron a acercarse al valor de 1, al tiempo que el índice de equitabilidad E5 se aproximó a cero, obteniendo valores que siguieron un comportamiento similar al de la estación 5, aunque con ligeras variaciones debidas a las diferentes abundancias; la estación 3 fue la que registró la menor riqueza de especies (3). El rasgo sobresaliente en cuanto al comportamiento de todos estos parámetros, fue que en la estación 5 las abundancias se encontraron distribuidas uniformemente con un individuo por especie, con excepción del poliqueto *Nereis latescens*, que presentó 71 organismos (Tablas 7 y 11).

4.4.2 Variación espacio-temporal en la condición de primavera

La estación 5 presentó la mayor riqueza de especies (13), registrando $R1=2.67$, $\lambda=.49$ y $H'=1.22$, debido a la dominancia del anélido *N. atescens* con 61 organismos, y el resto de las especies mostraron una distribución de abundancias aproximadamente uniforme, por lo que los valores fueron los siguientes: $N1=3.38$,

Tabla 11. Parámetros bioestadísticos de la macrofauna bentónica del Estero de Punta Banda, Baja California, registrados durante el monitoreo correspondiente a la condición de invierno de 2005.

Estación 1:	<u>Riqueza</u>	<u>Diversidad</u>	<u>Equitabilidad</u>
	N0= 4.00	$\lambda = 0.27$	E4= 1.02
	R1= 1.00	H' = 1.27	E5= 1.03
	R2= 0.89	N1= 3.58	
		N2= 3.66	
Estación 2:	N0= 8.00	$\lambda = 0.26$	E4= 0.80
	R1= 1.81	H' = 1.55	E5= 0.75
	R2= 1.15	N1= 4.73	
		N2= 3.80	
Estación 3:	N0= 3.00	$\lambda = 0.88$	E4= 0.86
	R1= 0.58	H' = 0.28	E5= 0.44
	R2= 0.53	N1= 1.32	
		N2= 1.14	
Estación 4:	N0= 7.00	$\lambda = 0.37$	E4= 0.82
	R1= 1.34	H' = 1.18	E5= 0.74
	R2= 0.75	N1= 3.25	
		N2= 2.68	
Estación 5:	N0= 8.00	$\lambda = 0.83$	E4= 0.75
	R1= 1.61	H' = 0.48	E5= 0.34
	R2= 0.91	N1= 1.61	
		N2= 1.21	
Estación 6:	N0= 7.00	$\lambda = 0.53$	E4= 0.72
	R1= 1.19	H' = 0.97	E5= 0.54
	R2= 0.56	N1= 2.64	
		N2= 1.89	

$N2=2.04$ y $E4=.60$; estos valores tendieron a 1, y el índice $E5$ se aproximó a cero (.44). Por su parte, en la estación 4 se detectó la riqueza de especies más baja (2), por lo que el valor de $R1$ descendió a .23, λ aumentó a .89, H' disminuyó a .21, $N1$, $N2$ y $E4$ tendieron hacia el valor de 1 al tiempo que $E5$ se acercó a cero; todo lo anterior a causa de que las dos especies presentes tuvieron abundancias de 4 y 69 individuos, respectivamente (Tablas 8 y 12).

4.4.3 Variación espacio-temporal en la condición de verano

En el monitoreo de esta época anual, en la estación 1 se detectó la mayor biodiversidad con ocho especies, siendo el verme *Orbinia johnsoni* el que dominó ligeramente con su abundancia de 23 individuos, presentando de esta manera los siguientes valores: $R1=1.78$, $R2=1.12$, $\lambda=.26$, $H'=1.58$, $N1=4.85$, $N2=3.83$, $E4=.79$ y $E5=.73$. En contraste, la menor diversidad específica fue de una especie en la estación 2, donde únicamente se colectó en la unidad de muestra al decápodo *Uca crenulata* con cuatro organismos, y se obtuvieron los siguientes valores de los índices: $R1=0$, $R2=.50$, $\lambda=1.00$, $H'=0.00$, $N1=1$, $N2=1.00$, $E4=1.00$ y $E5=1.00$. Además, en la estación 5, debido a que se presentó una distribución perfectamente uniforme en las abundancias de las tres especies obtenidas, con un individuo por especie, el valor de H' fue máximo (1.10) y el de $\lambda=0.00$, ya que no hubo una especie dominante o abundante (Tablas 9 y 13).

Tabla 12. Parámetros bioestadísticos de la macrofauna bentónica del Estero de Punta Banda, Baja California, registrados durante el monitoreo correspondiente a la condición de primavera de 2005.

Estación 1:	<u>Riqueza</u>	<u>Diversidad</u>	<u>Equitabilidad</u>
	N0= 6.00	$\lambda = 0.36$	E4= 0.85
	R1= 1.26'	H' = 1.20	E5= 0.78
	R2= 0.82	N1= 3.31	
		N2= 2.80	
Estación 2:	N0= 6.00	$\lambda = 0.34$	E4= 0.79
	R1= 1.59	H' = 1.30	E5= 0.71
	R2= 1.25	N1= 3.67	
		N2= 2.91	
Estación 3:	N0= 4.00	$\lambda = 0.64$	E4= 0.79
	R1= 0.89	H' = 0.69	E5= 0.57
	R2= 0.74	N1= 1.99	
		N2= 1.57	
Estación 4:	N0= 2.00	$\lambda = 0.89$	E4= 0.90
	R1= 0.23	H' = 0.21	E5= 0.50
	R2= 0.23	N1= 1.24	
		N2= 1.12	
Estación 5:	N0= 13.00	$\lambda = 0.49$	E4= 0.60
	R1= 2.67	H' = 1.22	E5= 0.44
	R2= 1.38	N1= 3.38	
		N2= 2.04	
Estación 6:	N0= 5.00	$\lambda = 0.35$	E4= 0.86
	R1= 0.88	H' = 1.19	E5= 0.80
	R2= 0.51	N1= 3.29	
		N2= 2.84	

Tabla 13. Parámetros bioestadísticos de la macrofauna bentónica del Estero de Punta Banda, Baja California, registrados durante el monitoreo correspondiente a la condición de verano de 2005.

Estación 1:	<u>Riqueza</u>	<u>Diversidad</u>	<u>Equitabilidad</u>
	N0= 8.00	$\lambda = 0.26$	E4= 0.79
	R1= 1.78	H' = 1.58	E5= 0.73
	R2= 1.12	N1= 4.85	
		N2= 3.83	
Estación 2:	N0= 1.00	$\lambda = 1.00$	E4= 1.00
	R1= 0.00	H' = 0.00	E5= 1.00
	R2= 0.50	N1= 1.00	
		N2= 1.00	
Estación 3:	N0= 3.00	$\lambda = 0.50$	E4= 0.91
	R1= 0.78	H' = 0.79	E5= 0.83
	R2= 0.83	N1= 2.20	
		N2= 2.00	
Estación 4:	N0= 3.00	$\lambda = 0.30$	E4= 1.29
	R1= 1.24	H' = 0.95	E5= 1.47
	R2= 1.34	N1= 2.59	
		N2= 3.33	
Estación 5:	N0= 3.00	$\lambda = 0.00$	E4= 0.00
	R1= 1.82	H' = 1.10	E5= 0.00
	R2= 1.73	N1= 3.00	
		N2= 0.00	
Estación 6:	N0= 2.00	$\lambda = 0.33$	E4= 1.59
	R1= 0.91	H' = 0.64	E5= 2.25
	R2= 1.15	N1= 1.89	
		N2= 3.00	

4.4.4 Variación espacio-temporal en la condición de otoño

En el monitoreo de esta época anual, en la estación 4 se detectó la mayor biodiversidad (cuatro especies) siendo el verme *Nereis latescens* el que dominó con su abundancia de 31 individuos, presentando de esta manera los siguientes valores: $R1=0.84$, $R2=0.67$, $\lambda=0.74$, $H'=0.53$, $N1=1.71$, $N2=1.35$, $E4=0.79$ y $E5=0.49$. El siguiente orden de diversidad correspondió a la estación 6 con tres especies, siendo sus valores los siguientes: $N0= 3.00$, $R1= .51$, $R2= .42$, $\lambda= .52$, $H'= .76$, $N1= 2.15$, $N2= 1.93$, $E4= .90$ y $E5= .81$. En contraste, la menor diversidad específica se detectó en las estaciones 1, 2, 3 y 5 (Tablas 10 y 14).

Tabla 14. Parámetros bioestadísticos de la macrofauna bentónica del Estero de Punta Banda, Baja California, registrados durante el monitoreo correspondiente a la condición de otoño de 2005.

Estación	<u>Riqueza</u>	<u>Diversidad</u>	<u>Equitabilidad</u>
Estación 1:	N0= 1.00 R1= 0.00 R2= 0.45	λ = 0.26 H'= 1.58 N1= 4.85 N2= 3.83	E4= 0.79 E5= 0.73
Estación 2:	N0= 1.00 R1= 0.00 R2= 1.00	λ = 0.00 H'= 0.00 N1= 1.00 N2= 0.00	E4= 0.00 E5= 0.00
Estación 3:	N0= 1.00 R1= 0.00 R2= 0.28	λ = 1.00 H'= 0.00 N1= 1.00 N2= 1.00	E4= 1.00 E5= 1.70
Estación 4:	N0= 4.00 R1= 0.84 R2= 0.67	λ = 0.74 H'= 0.53 N1= 1.71 N2= 1.35	E4= 0.79 E5= 0.49
Estación 5:	N0= 1.00 R1= 0.00 R2= 1.00	λ = 0.00 H'= 0.00 N1= 1.00 N2= 0.00	E4= 0.00 E5= 0.00
Estación 6:	N0= 3.00 R1= 0.51 R2= 0.42	λ = 0.52 H'= 0.76 N1= 2.15 N2= 1.93	E4= 0.90 E5= 0.81

5. DISCUSIÓN

5.1 Condición de invierno

Los gusanos capitélidos que fueron detectados en las muestras de las estaciones 2 (ubicada frente a la boca del estero) y 4 (en la cabeza del estero), no corresponden a la famosa especie *Capitella capitata*, la cual es colonizadora u oportunista y considerada como indicadora de contaminación por materia orgánica (descrita inicialmente por Fabricius hace más de 200 años), sino que en realidad se trata de una de las más de 50 especies sibilinas crípticas que pertenecen al género *Capitella* y que son muy difíciles de distinguir por su morfología (Salazar Vallejo et al., 1988). Estas especies primero fueron reconocidas a nivel enzimático (Grassle y Grassle, 1976), encontrándose posteriormente que difieren en su ultraestructura, desarrollo y/o características y requerimientos fisiológicos y ecológicos (Eckelbarger y Grassle, 1987; Gamenick et al., 1998; Linke et al., 2000a). Como resultado de estas investigaciones, han sido distinguidas un considerable número de `tipos` o `especies` (Pearson y Pearson, 1991). Sin embargo, la morfología del adulto es tan similar entre las especies que no se ha hecho ningún esfuerzo para separar el complejo con descripciones taxonómicas apropiadas. Espiónidos y capitélidos en general, y el complejo *Capitella* en particular, han sido ampliamente usados como indicadores de sedimentos enriquecidos orgánicamente (Reish, 1972; Tsutsumi, 1990; Pocklington y Wells, 1992). Algunas especies del género *Cirriiformia* asociadas a *Capitella capitata* también son consideradas como indicadores de este tipo de sedimentos (Pearson y Rosenberg, 1978).

En la muestra de la estación 4 se detectó la presencia de dos poliquetos de la especie *Boccardia polybranchia*, los cuales son considerados como especies parásitas debido a su estrecha y perjudicial relación con algunos metazoos de importancia económica (Thierry Ruellet, 2004). Este miembro de la familia Spionidae está relacionado con ostiones o mejillones y pertenece al complejo de espionidos perforadores de conchas de moluscos *Boccardia-Polydora*, los que ocasionan grandes pérdidas económicas en la industria de ostras perlíferas. Los polidoras incluyen varios géneros como *Boccardia* entre otros (*Amphypolydora*, *Boccardiella*, *Carazziella*, *Dipolydora*, *Polydora*, *Polydorella* y *Tripolydora*). La característica común más importante del grupo es la modificación del quinto segmento que está muy muscularizado y tiene espinas especializadas. Los polidoras son abundantes pero generalmente pequeños (5 a 40 mm de largo) e inconspicuos. Utilizan las conchas de los moluscos (mejillones y ostras) para protección, pero no se alimentan de sus tejidos, ya que atrapan las partículas del plancton de la columna de agua. En esta misma estación 4 no se encontró al gasterópodo *Eupleura muriciformis*, situación que se considera como debida al carácter azaroso de la toma del material bentónico y a la dificultad y peligro que representa el recolectarlo, ya que se trata de una zona con sustrato fango arcilloso muy resbaladizo; sin embargo, se detectó la presencia de esta especie fuera de la unidad de muestra monitoreada (Tablas 2, 3, 5 y 6). También, se considera conveniente hacer la aclaración de que el hecho de no haber registrado la captura del gasterópodo *Cerithidea californica* en las estaciones 3 (Tony's Camp) y 5 (Dique del estero), se debió también al carácter azaroso del muestreo, ya que esta especie se distribuye ampliamente a lo largo de todo el estero

y con gran abundancia (Molina Peralta, 2004).

En la estación 6 ubicada a la altura de la parte media de la barra arenosa de Punta Banda, se detectó la presencia de una pupa y dos larvas del insecto marino *Limonia (Idioglochina) marmorata* (Morris et al., 1980) conocido con el nombre común de títula o "Crane Fly" o "Daddy-Longless" por sus nombres en idioma inglés, el cual es un mosquito muy grande pero inofensivo para el hombre. Por medio de las noticias vía Internet, del 24 de junio de 2005, se reportó la invasión a hogares británicos por parte de estos organismos, los cuales estaban incubando tempranamente debido a las condiciones climáticas y al hecho de que pululaban dentro de las casas a lo largo de todo el país (Daily Express, 2005). La BBC weather centre dijo, en ese entonces, que la temperatura en Londres era de 28°C (82° Fahrenheit); y que el reciente despliegue de humedad seguida de clima caliente, se pensaba que era la causa de dicha invasión. La principal aparición de estos insectos generalmente es a mediados de agosto, pero puede cambiar dependiendo de las condiciones climáticas, según lo explicó Henry Disney, investigador asociado del departamento de zoología de la Universidad de Cambridge, quien dijo también al periódico que "...recientemente ha estado muy seco, pero si ellos han alcanzado ya el estadio de pupa, es sólo para completar su desarrollo, y si las condiciones fueran adecuadamente húmedas cuando las larvas estuviesen creciendo, prosperarían".

5.2 Condición de primavera

En la estación 3, aunque no se encontró en la muestra ningún representante

del mejillón *Ischadium demissum*, se observó su presencia en las vecindades del punto monitoreado (Tablas 3 y 8). En la estación 4, al igual que en la condición de invierno, se registró la presencia de *Eupleura muriciformis* fuera de la unidad de muestra. Además, en esta misma estación, a diferencia del muestreo de invierno cuando se detectaron siete especies (tres de gasterópodos y cuatro de poliquetos), aquí se encontraron sólo dos, correspondientes al grupo de poliquetos, sobresaliendo por su abundancia *Cirriformia spirabranca*. En la estación 5, aunque no se recolectaron organismos de *E. muriciformis*, se observaron en gran número en los alrededores de la zona. El mismo caso sucedió con el gasterópodo *Bulla gouldiana*, que tuvo un solo representante en la muestra pero se observó una gran abundancia en los alrededores de la zona. También, se encontró una larva de *Limonia (l.) marmorata*. En la estación 6, se registraron dos pupas y una larva de este mismo insecto.

5.3 Condición de verano

En la estación 1, aunque dentro de la unidad de muestra no se recolectaron gasterópodos de la especie *Cerithidea californica*, se detectó su presencia en los alrededores de la zona (Tablas 4 y 9). En la estación 2, fuera de la unidad de muestra extraída, se registró la presencia de gran cantidad de gasterópodos de la especie *B. gouldiana*, así como también muchos huevecillos dispersos de estos organismos, lo que concuerda con Morris *et al.*, (1980) y McConnaughey y McConnaughey (1992), quienes señalan que estos huevos, de color amarillo, son

depositados en largos cordones enmarañados sobre el lodo o zosteria marina durante el verano (Berril, 1931; Guiart, 1901; Keen, 1971; Marcus, 1961; Oldroyd, 1927; Robles, 1975; Steinberg, 1963a). Asimismo, se observó la presencia de gran cantidad de los bivalvos *Anadara formosa* e *Ischadium demissum*. En la estación 4, se observó en los alrededores de la unidad de muestra obtenida, gran abundancia de los gasterópodos *Cerithidea californica*, *Eupleura muriciformis* y *Chione fluctifraga*, así como la presencia de varios representantes del decápodo *Pachygrapsus crassipes*. En la estación 5 (zona aledaña al dique artificial) al igual que en la estación 4, se detectó en las vecindades de la unidad de muestra, gran abundancia de *C. californica*, *E. muriciformis* y *C. fluctifraga*. Además, adicionalmente en la estación 5 se hizo una remoción del sedimento arenoso dentro de un área de aproximadamente 3 m² y 5 cm de profundidad, donde se registraron 70 bivalvos de la especie *C. fluctifraga*. En la estación 6, se detectó gran abundancia de *C. californica*, y en la marisma aledaña abundancia de *I. demissum*.

5.4 Condición de otoño

En el monitoreo correspondiente a esta época se detectó la menor riqueza de especies en relación con el resto del año. La biodiversidad encontrada fue de aproximadamente una tercera parte de la registrada en invierno y primavera, y alrededor de la mitad de la observada en el verano.

6. CONCLUSIONES

A) Se registraron 985 invertebrados, pertenecientes a cinco clases, quince órdenes, 26 familias y 34 especies.

B) Las especies mejor representadas en número durante la mayor parte del año fueron: *Cirriformia spirabranca* (33%), *Nereis latescens* (23%), *Uca crenulata* (20%) y *Cerithidea californica* (8%), aunque esta última especie siempre se observó como muy abundante a lo largo de todo el sistema estuarino, a través del año.

B) Las especies de mayor distribución espacio temporal fueron: en invierno, *Nereis latescens* con 83% de frecuencia de aparición, *Uca crenulata* y *Cerithidea californica* con 67% respectivamente. En primavera, *Cirriformia spirabranca*, *N. latescens* y *U. crenulata* con 83%, respectivamente y *C. californica* con 50%. En verano, *U. crenulata* con 100% y *C. californica* con 67%. En otoño, *U. crenulata* con el 67%.

C) Las especies con mayor abundancia espacio temporal fueron: en invierno, *C. spirabranca* con 34% de abundancia relativa, *N. latescens* con 20%, *U. crenulata* con 15% y *C. californica* con 13%. En primavera, *C. spirabranca* con 36%, *N. latescens* con 27% y *U. crenulata* con 21%. En verano, *Orbinia johnsoni* con 27%, *U. crenulata* con 25%, *N. latescens* 14% y *Magelona californica* con 11%. En otoño, *C. spirabranca* con 34%, *Nereis latescens* con 31% y *U. crenulata* con 31%.

D) La diversidad de especies registrada a lo largo del ciclo anual estudiado fue aproximadamente igual de invierno a verano, si se toman en consideración las seis especies diferentes detectadas fuera de las unidades de muestra en las distintas

zonas de monitoreo. En contraste, para la condición de otoño se registró una substancial disminución en la biodiversidad.

E) La abundancia de organismos presentó un comportamiento de disminución progresiva de invierno a verano (429 organismos en invierno, 365 en primavera y 84 en verano), y un ligero aumento hacia el otoño siguiente (107 individuos).

F) El grupo de especies típicas y características del estero está formado por: *Cirriformia spirabrancha*, *Nereis latescens*, *Cerithidea californica*, *Uca crenulata*, *Eupleura muriciformis*, *Ischadium demissum*, *Pachygrapsus crassipes*, *Melampus olivaceus* y *Tagelus californianus*. Estas son casi las mismas durante el transcurso del ciclo anual.

7. AGRADECIMIENTOS

Se hace un extensivo agradecimiento al personal de investigadores y técnicos del Departamento de Oceanografía y Biología Marina de la Estación de Investigación Oceanográfica de Ensenada que participaron en los trabajos de campo, especialmente al M. en C. Luis Clemente Jiménez Pérez, Jefe del Departamento; así como al Oceanólogo Gabriel López Castillo, al Téc. Ivan Labastida Dávalos, a la 1er. Mtre. S.M.A.M. L. Biól. Pesq. Concepción Curiel Mondragón, por su apoyo en la limpieza de las muestras bentónicas, y al chofer Ramón Velázquez Márquez.

8. NOTAS

1. Los índices de diversidad de Shannon (H') y de Simpson (λ) se componen tanto del número total de especies (riqueza de especies) como de la igualdad (cómo están distribuidos los datos de abundancia entre las especies) y son necesarios para calcular los números de diversidad de Hill: N_0 ; número total de especies S , N_1 ; número de las especies abundantes en la muestra, y N_2 ; número de las especies muy abundantes en la muestra, donde el valor de N_1 siempre es intermedio entre N_0 y N_2 . El índice de Simpson λ varía de 0 a 1 y da la probabilidad de que dos individuos extraídos al azar de una población pertenezcan a la misma especie. De este modo, si es alta la probabilidad, entonces la diversidad de la muestra de la comunidad es baja. El índice de Shannon (H') es una medida del promedio del grado de incertidumbre al predecir a qué especie pertenecerá un individuo seleccionado al azar de una colección de S especies y N individuos. Este promedio de incertidumbre se incrementa al tiempo que el número de especies aumenta y que la distribución de los individuos entre las especies se hace uniforme. Así, H' tiene dos propiedades: 1) $H'=0$ sí, y sólo sí, existe una especie en la muestra, y 2) H' es máxima sólo cuando todas las especies S están representadas por el mismo número de individuos, es decir, una distribución de abundancias perfectamente uniforme. Además, se utilizaron los índices de riqueza R_1 de Margalef (1958) y R_2 de Menhinick (1964), los cuales son independientes del tamaño de la muestra y están basados en la relación entre S y el número total de individuos observados n , los cuales se incrementan con el aumento del tamaño de la muestra. Asimismo, se calcularon los valores de dos

índices de igualdad: E4 que es la razón de N2 a N1 (Hill, 1973b), es decir, los números de las especies muy abundantes a las abundantes, y E5 o razón modificada de Hill (Alátalo, 1981). Ambos índices son relativamente poco afectados por la riqueza de especies. De este modo, cuando la diversidad de una comunidad disminuye (cuando una especie tiende a dominar), tanto N1 como N2 tenderán hacia el valor de 1, y bajo tales condiciones, también E4 convergerá hacia el valor de 1 (Peet, 1974). En contraste, E5 se aproximará a cero cuando una sola especie se hace más y más dominante en una comunidad.

Berry, N.J. (1931) The natural history of *Phalaropus lobatus*. *Lowell J. Mar. Biol. Assoc.* 11: 17-815-71

Burns, F.S., Stain, R.D. and Charney, C.M. (1980) Dynamics of coastal water quality in Peconic Bay Estuary, Long Neck Channel, Connetquot Bay. *Estuar. Stud.* 10: 229-252

Cadée, G.C. (1979) Sediment resuspension by the *Phalaropus lobatus* Estuary in a tidal bay - the Dutch Wadden Sea. *Netherlands J. Sea Res.* 13 (3-4): 44-48. [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0079-1644\(79\)90022-2](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0079-1644(79)90022-2)

Comisión Española. F. (1993) *Ecología y conservación de las aves marinas*. Universidad Autónoma Metropolitana, México. D.F. 413 págs.

Daily Express (2006) *Orca's Flip through Britain*. January 2006. <http://www.dailypress.com/2006/01/05/060105orcas.html>

Tray, J.W., Ch. A.S. Hill, W.M. Kemp and A. Yelverton. (1985) *Estuarine Ecology*. John Wiley & Sons, N.Y. 558pp.

- De Ita Gargallo, G. (1982). Estudio sobre superposición de nicho, su relación con el sedimento y espectro del tamaño de grano consumido en tres especies de calianásidos (Crustacea:Decapoda:Thalassinidea). Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. 64 páginas.
- Eckelbarger, K.J., Grassle, J.P. (1987). Interspecific variation in genital spine, sperm and larval morphology in six sibling species of *Capitella*. *Bulletin of the Biological Society of Washington* 7, 67-76.
- Escofet, A. (1992). Fauna costera. Programa de Ordenamiento Ecológico, para el desarrollo urbano y turístico de la microregión de la Bufadora, Estero de Punta Banda. Reporte no publicado. Ensenada, Baja California. 44 págs.
- Fauchald, K. (1977). The polychaete worms. *Natural History Museum of Los Angeles County. Science Serv.* 28. 188 pp.
- Gamenick, I., Vismann, B., Grieshafer, M.K., Giere, O. (1998). Ecophysiological differentiation of *Capitella capitata* (Polychaeta). Sibling species from different sulfidic habitats. *Marine Ecology Progress Series* 175, 155-166.
- García Pámanes, F.A., G. Chi Barragán, L.E., García Pámanes, J. García Pámanes y O. Medina H. (1994). Moluscos no nativos o translocados en el Estero de Punta Banda, Baja California: Una reseña, reporte de nuevas especies y reflexiones sobre la introducción y translocación de especies. Res. X Simposio Internacional de Biología Marina. 126 págs.
- Grassle, J.P., Grassle, J.F. (1976). Sibling species in the marine pollution indicator *Capitella* (Polychaeta). *Science* 192, 567-569.

- Guiart, J. (1901). Contributions à l'étude des gastéropodes opisthobranches et en particulier des céphalaspides. *Mém. Soc. Zool. France*. 14:5-219.
- Hartman, O. (1968). Atlas of the Errantiate Polychaetous Annelids from California. *Allan Hancock Found. Univ. South. Calif.* 828 pp.
- _____. (1969). Atlas of the Sedentariate Polychaetous Annelids from California. *Allan Hancock Found. Univ. South. Calif.* 812 pp.
- Hill, M.O. (1973b). Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology*. 54:427-432.
- Ibarra Obando, S.E. y Escofet, A. (1987). Industrial Development Effects on the Ecology of a Pacific Mexican Estuary. *Environ. Cons.* 14(2):135-141.
- Keen, A.M. (1971). Sea shells of tropical west America. 2nd. Ed. Stanford, Calif.: Stanford University Press. 1,064 pp.
- Kennedy, V.S. (1980). Estuarine perspectives. *Academic Press*. N.Y. 533 pp.
- Levinton, J.S. (1978). Ecology of shallow water deposit-feeding communities Quisset Harbor, Massachusetts. En: COULL, B.C. (ED.) (1978). *Ecology of the Marine Benthos*. P. 191-227. Univ. South Carolina Press.
- Linke, W.A., Gamenick, I., Forbes, V.E., Méndez, N. (2000a). Effects of chronic fluoranthene exposure on sibling species of *Capitella* with different development nodes. *Marine Ecology Progress Series* 2003, 191-203.
- Maimone Celorio, R.M. y E. Mellink. (2003). Shorebirds and benthic fauna of tidal mudflats in Estero de Punta Banda, Baja California, Mexico. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*. 102(1):26-38.

- Marcus, Er. (1961). Opisthobranch mollusks from California. *Veliger* 3 (Suppl.): 1-85.
- Margalef, R. (1958). Information theory in ecology. *General Systematics* 3. 36-71.
- McConnaughey, B.H. and E. McConnaughey. (1992). Pacific coast. *The Audubon Society Nature Guides*. USA. 633 pp.
- McLean, H.J. (1978). Marine Shells of Southern California. *Natural History Museum of Los Angeles County. Science Series* 24. 104 pp.
- McLusky, D.S. and A.D. McIntyre. (1988). Characteristics of the benthic fauna. P. 131-154. En: Goodall, D.W.. *Ecosystems of the world. Continental Shelves. Elsevier. N.Y.* 421 pp.
- Menhinick, E.F. (1964). A comparison of some species-individuals diversity indices applied to samples of flets. *Ecology* 45 :859-861.
- Molina Peralta, R.F. (2004). Biocenosis de la infauna bentónica de sustrato fango-arenoso en el subsistema de marismas del Estero de Punta Banda. Baja California: Variación espacio-temporal invierno a otoño de 2004. Reporte Final de Estudio. No publicado. Secretaría de Marina. Estación de Investigación Oceanográfica de Ensenada. Ensenada, Baja California. 33 págs.
- Morris, R.H., D.P. Abbott, and E.C. Haderlie. (1980). Intertidal invertebrates of California. *Stanford University Press*. Stanford, California. 690 pp.
- Morrisey, D. (1995). Estuaries. En: UNDERWOOD, A.J. and M.G. CHAPMAN. 1985. *Coastal Marine Ecology of Temperate Austria*. Cap. 10. p. 152-186.
- Myers, A.C. (1977). Sediment processing in a marine subtidal sandy bottom community: 1. Physical aspects. *J.- Mar.- Res.*-35(3):609-632.

- Neilson, B.J. and Cronin, L.E. (1981). International Symposium on the Effects of Nutrient Enrichment in Estuaries. (1979).; Williamsburg Va. Proc. Int. Symp. Effects Nutr. Enrich. Estu., Williamsburg, Vd. EPA. Chesapeake Res. Consor. 90. *Humana Press*. 634 pp.
- Odum, P.E. (1972). *Ecología*. 3ra. Ed. Nueva Editorial Interamericana, S.A. México. 639 págs.
- Oldroyd, I.S. 1927. The marine shells of the west coast of North America. *Stanford Univ. Publ., Geol. Sci.* 2:23-52.
- Pearce, D.W. and R.K. Turner, (1991). Economics of natural resources and the environment. 2nd. ed. *The Johns Hopkins Univ. Press*. Baltimore.
- Pearson, M., and Pearson, T.H. (1991). Variations in populations of *Capitella capitata* (Fabricius, 1780) (Polychaeta) from the West Coast of Scotland. *Ophelia Suppl.* S. 363-370.
- Pearson, T.H., & Rosenberg, R. (1978). Macrobenthic success in variation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., Aberdeen*, 16: 229-311.
- Peet, R.K. (1974). The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecological and Systematics* 5:285-307.
- Pritchard, D.W. (1967). What is an estuary?: Physical viewpoint. *in*: Lauff, G.H. (Ed.). *Estuaries* .Am. Ass. Adv. Sci. Spec. Publ. 83:3-5.
- Pritchard, D.W., De la Paz Vela, R., Cabrera Muro, H.R., Farrera Sanz, S. y Morales, E. (1978). Hidrografía física del Estero de Punta Banda. Parte I: Análisis de datos. *Ciencias Marinas*. 5(2):1-23.

- Pocklington, P. & Wells, P.G. (1992). Polychaetes. Key taxa for marine environmental quality monitoring. *Mar. Poll. Bull., Oxford*. 24:593-598.
- Reish, D.J. (1972). The use of marine invertebrates as indicators of varying degrees of marine pollution. *In: Ruivo, m. ed. Marine Pollution and Sea Life*. London, Fishing News Book. P. 203-207.
- Robles, L.J. (1975). The anatomy and functional morphology of the reproductive system of *Bulla gouldiana* (Gasteropoda:Opisthobranchia). *Veliger* 17:278-91.
- Ruellet, T. (2004). Infestation des coquilles d' Huîtres *Crassostrea gigas* par les polydores en Basse – Normandie: recommandations et mise au point d' un traitement pour rediure cette nuisance. These Doctorat. Université de Caen Basse – Normandie. U.F.R.: *Institut de Biologie Fondamentale & Appliquée*. Ecole Doctorale Normande Chimie-Biologie.
- Salazar Vallejo, S.I., J.A. de León González y H. Salaices Polanco. (1988). Poliquetos (Annelida:Polychaeta) de México. Universidad Autónoma de Baja California Sur. *Libros Universitarios*. 212 págs.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. University Illinois Press, Urbana, IL.
- Shuster, C.N. (1966). The nature of a tidal marsh. This dynamic units of nature feeds fish, fowl and animal. Information. Dept. Div. Consu. Edu. Ag. Sept. 5 pp.
- Simpson, E.H. (1949). Measurement of diversity. *Nature* 163:688.
- Smith, R.I. and J.T. Carlton. (1975). Light's manual: Intertidal invertebrates of the central central California coast. *University of Los Angeles Press*. 716 pp.

- Steinberg, J.E. (1963a). Notes on the opisthobranchs of the west coast of North América. II. The order Cephalaspidea from San Diego to Vancouver Island. *Veliger* 5:114-17
- Tenore, K.R. (1978). Food chain pathways in detrital feeding benthic communities: A review with new observations on sediment resuspension and detrital recycling. En: COULL, B.C. (ed.) 1978. *Ecology of the Marine Benthos*. P. 35-53. Univ. South Carolina Press.
- Tenore, K.R. and B.C. Coull (eds.). (1980). Marine benthic dynamics. *Univ. of Carolina Press*. 451 pp.
- Thierry Ruellet. (2004). Infestation des coquilles d' Hûîtres *Crassostrea gigas* par les polydores en Basse-Normandie: recommandations et mise au point d' un traitement pour reduire cette nuisance. These Doctorat. Université de Caen / Basse-Normandie. U.F.R.: Institut de Biologie Fondamentale & Appliquee Ecole Doctorale Normande Chimie-Biologie.
- Tsutsumi, H. (1990). Pollution persistence of *Capitella* sp. (Polychaeta:Capitellidae) on a mud flat subject to environmental disturbance by organic enrichment. *Mar. Ecolo. Progr. Ser. Oldendorf*, 63:147-156.
- UNESCO. (1983). Los ecosistemas costeros de América Latina y el Caribe. Los objetivos, prioridades y actividades del proyecto UNESCO-COMAR para la región de América Latina y el Caribe. Caracas, Venezuela, 15-19 noviembre de 1982. *UNESCO Reports in Marine Science*, No. 24. 54 págs.
- Von Son-Gallut, J. (1991). Estructuras biogénicas sedimentarias de crustáceos y moluscos en el Estero de Punta Banda, Baja California. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California.

Waumann, R.D. (1998). Macrofauna béntica del Estero de Punta Banda, Ensenada, Baja California, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. 119 págs.

Yáñez Arancibia, A. (1986). Ecología de la zona costera. Análisis de siete tópicos. AGTE. SA. Méx. 189 págs.