

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS



CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO

DINÁMICA DE LA ESTRUCTURA TRÓFICA DEL ECOSISTEMA
DE BAHÍA CONCEPCIÓN, B.C.S. MÉXICO.

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

CON ESPECIALIDAD EN: MANEJO DE
RECURSOS MARINOS

PRESENTA
BIÓL. MAR. MARISELA GOROSTIETA MONJARAZ

La Paz, Baja California Sur, Enero de 2001

INDICE

GLOSARIO	III
RELACIÓN DE TABLAS	V
RELACIÓN DE FIGURAS	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	X
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos particulares	3
3. JUSTIFICACIÓN	4
4. ANTECEDENTES	4
5. ÁREA DE ESTUDIO	6
6. METODOLOGÍA	9
6.1 Datos de entrada	11
6.1.1 Alimentación	11
6.1.2 Exportación	11
6.1.3 Biomasa (B_i)	12
6.1.4 Relación producción/biomasa (P/B_i)	13
6.1.5 Relación consumo/biomasa (Q/B_i)	15
6.1.5.1 Cálculo del índice de la aleta caudal	16
6.2 Eficiencia Ecotrófica (EE)	17
6.3 Estimaciones adicionales	18

6.4 Evaluación de parámetros	18
7. RESULTADOS	19
7.1 Componentes del sistema	19
7.2 Matriz depredador-presa (DC_{ji})	26
7.3 Agregación trófica	30
7.4 Eficiencia de transferencia y flujos entre los grupos	36
7.5 Estimadores del Ecosistema	44
7.6 Impacto trófico mezclado	44
7.7 Comparación de los principales atributos de Bahía Concepción con otros sistemas similares	49
8. DISCUSIÓN	52
8.1 Modelos ECOPATH	52
8.2 Componentes del sistema	52
8.3 El modelo de Bahía Concepción	54
8.3.1 Factores ambientales y Productividad primaria	54
8.3.2 Niveles tróficos	55
8.3.3 Impactos tróficos	56
8.3.4 Comparación con otros ecosistemas	57
8.3.5 Papel del detritus en Bahía Concepción	58
8.3.6 Comentarios finales	59
9. CONCLUSIONES	60
10. BIBLIOGRAFÍA	62
11 ANEXOS	72

GLOSARIO

Agregación trófica: Agrupación del sistema entero dentro de niveles tróficos para el cálculo de los niveles tróficos fraccionales de un grupo específico.

Biomasa: Es el peso de la materia viva o bien la energía acumulada como material vivo.

Consumo: Es la toma de alimento por un grupo en un periodo de tiempo considerado.

Diagrama de flujo: Representación gráfica de los flujos y biomاسas de un sistema.

Ecosistema: Unidad ecológica compuesta por una comunidad biótica y el ambiente abiótico de un área en particular.

Eficiencia de transferencia: Es la razón del flujo que es transferido de un nivel trófico al siguiente respecto al total de flujos de ese nivel trófico.

Grupo funcional: Conjunto de especies que se encuentran en un hábitat físico común y presentan una dieta y ciclos de vida similares.

Matriz de impactos: Método gráfico que evalúa el efecto de los cambios de biomasa de un grupo sobre la biomasa de otros grupos del sistema.

Modelo: Representación consistente de la realidad, que enfatiza ciertos aspectos del sistema investigado, requeridos para entender su función y por medio del cual podemos efectuar predicciones.

Mortalidad por depredación: Se refiere a la muerte de los individuos en la población al ser comidos por otros miembros del mismo sistema.

Pirámide de Lindeman: Representación gráfica de los flujos tróficos dentro del sistema en forma de una pirámide tridimensional.

Producción: se refiere a la elaboración de tejido por un grupo dado en un periodo determinado.

Respiración: Toda oxidación biótica que produce energía con el fin de mantener las actividades vitales del organismo.

Sistema: Elementos de interacción e interdependencia regulares que forman un todo unificado.

Total de flujos (Throughput): Es la suma de los flujos en un sistema (consumo total, exportación, importación, respiración y flujo al detritus) expresado en unidades de biomasa/área /tiempo.

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO

RELACIÓN DE TABLAS

TABLA 1.- Estimaciones adicionales para el cálculo de los parámetros de entrada para el grupo de los peces.

TABLA 2.- Estimaciones adicionales para el cálculo de los parámetros de entrada para el grupo de los invertebrados.

TABLA 3.- Lista de los grupos funcionales de peces seleccionados dentro del modelo del ecosistema de Bahía Concepción.

TABLA 4.- Lista de los grupos funcionales de invertebrados y productores primarios seleccionados dentro del modelo del ecosistema de Bahía Concepción.

TABLA 5.- Parámetros de entrada y estimaciones preliminares por el modelo (entre paréntesis) usados para el modelo anual.

TABLA 6.- Parámetros de entrada y estimaciones preliminares por el modelo (entre paréntesis) usados para el modelo de la época fría.

TABLA 7.- Parámetros de entrada y estimaciones preliminares (entre paréntesis) usados para el modelo de la época cálida

TABLA 8.- Matriz depredador/presa anual.

TABLA 9.- Matriz depredador/presa de la época cálida

TABLA 10.- Matriz depredador/presa de la época fría.

TABLA 11.- Parámetros bioenergéticos: Nivel trófico (NT) e Índice de Omnivorismo (IO) para el modelo anual.

TABLA 12.- Parámetros bioenergéticos: Nivel trófico (NT) e Índice de Omnivorismo (IO) para la época cálida.

TABLA 13.- Parámetros bioenergéticos: Nivel trófico (NT) e Índice de Omnivorismo (IO) para la época fría.

TABLA 14.- Agregación trófica para todos los flujos dentro de niveles tróficos discretos y la eficiencia de transferencia (%)

TABLA 15.- Comparación de los principales atributos de Bahía Concepción con otros sistemas similares.

TABLA 16.- Fuente y derivación de los parámetros de entrada para el grupo de los peces.

TABLA 17.- Fuente y derivación de los parámetros de entrada para invertebrados y productores primarios.

RELACIÓN DE FIGURAS

FIGURA 1.- Localización del área de estudio.

FIGURA 2.- Representación piramidal anual del flujo trófico

FIGURA 3.- Representación piramidal del flujo trófico de la época cálida.

FIGURA 4.- Representación piramidal del flujo trófico de la época fría .

FIGURA 5.- Diagrama del flujo trófico anual de Bahía Concepción.

FIGURA 6.- Diagrama del flujo trófico de la época fría de Bahía Concepción.

FIGURA 7.- Diagrama del flujo trófico de la época cálida de Bahía Concepción.

FIGURA 8.- Representación anual de los impactos tróficos directos e indirectos para Bahía Concepción

FIGURA 9.- Representación de la época fría de los impactos tróficos directos e indirectos para el ecosistema de Bahía Concepción

FIGURA 10.- Representación de la época cálida de los impactos tróficos directos e indirectos para Bahía Concepción

RESUMEN

La comprensión de la estructura y función de un ecosistema y de sus poblaciones como recurso ha sido posible a través de descripciones cuantitativas de sus componentes y de los flujos de materia o energía entre ellos. La construcción de modelos matemáticos permite este tipo de enfoque. En el presente estudio se construyó un modelo anual y dos temporales (época cálida y fría) de la estructura trófica del ecosistema de Bahía Concepción, empleando el programa **ECOPATH**. Con este fin se identificaron los principales grupos funcionales dentro del sistema y se obtuvieron los valores de biomasa, producción y consumo para cada uno de ellos. Se consideró que el principal tipo de relaciones interespecíficas es de naturaleza trófica, las cuales fueron estimadas mediante las dietas de cada uno de los grupos. Se incluyeron también los datos de capturas pesqueras para estimar las exportaciones debidas a la pesca. El modelo anual y de la época cálida consta de 17 grupos de peces, 10 grupos de invertebrados, 2 grupos de productores primarios y uno de detritus; el modelo de la época fría está constituido por 15 grupos de peces, 10 grupos de invertebrados, 2 grupos de productores primarios y otro de detritus. Los valores de la producción y biomasa total del sistema fueron de 1974 y 38 g de peso húmedo•m⁻²•año⁻¹ respectivamente, donde cerca del 42% se refiere a flujos de consumo, 28% se pierde por procesos respiratorios y el 29% fluye hacia el detritus. El grupo del fitoplancton y los productores bentónicos presentaron la mayor biomasa del sistema en los tres modelos, mientras que el zooplancton y los microcrustáceos obtuvieron el valor más alto en consumo. La trama alimenticia del sistema consta de niveles tróficos entre 1 y 4.7, aunque la mayoría de los grupos se ubican en los niveles tróficos menores a 3.4 y los niveles tróficos más altos incluyen sólo al grupo de los tiburones y nematostidos. La eficiencia de transferencia promedio fue del 12%. Los impactos tróficos muestran que los grupos con bajos niveles tróficos tienen impactos positivos sobre un gran número de consumidores. Las capturas comerciales no representan un porcentaje importante dentro de la bahía y el nivel trófico en el que actúa la pesquería es similar al de otros sistemas. El análisis comparativo de los principales atributos de

Bahía Concepción (Flujo total, biomasa total y producción) resultan inferiores a los de otros sistemas similares.

ABSTRACT

The understanding of the structure and function of an ecosystem and of their populations as resources has been possible through quantitative descriptions of its components and of the matter flows or energy among them. The construction of mathematical models allows this focus type. present study an annual model and two seasonal ones (warm and cold time) of the trophic structure of the ecosystem of Bay Concepción were developed, using the ECOPATH software. The main functional groups were identified the system and the values of biomass, production and consumption were obtained for each one of them. It was assumed that the main type of interspecific relationships is trophic; which were determined by means of the diets of each one of the groups. Data of fishing captures were also used to estimate fluxes exported to the fishery. The models based upon annual period and the one of the warm period consist of 17 groups of fish, 10 groups of invertebrates, 2 of primary producers and one of detritus. The model of the cold period is constituted by 15 groups of fish, 10 of invertebrates, 2 of primary producers and another one of detritus. The values of total production and total biomass of the system were 1974 and 38 g of wet weight $\cdot m^{-2} \cdot year^{-1}$ respectively, where near 42% correspond to consumption flows, 28% is lost for respiration processes and 29% flows detritus. The group of the phytoplankton and the benthic producers showed the highest biomass in the system in the three models; while zooplankton and microcrustaceans correspond the highest value consumption. The food web of the system, consists of trophics levels between 1 and 4.7, although most of the groups are located at lower trophic level at 3.4 and higher levels trophic only include the group of sharks and nematistids fish. The mean value of efficiency of transference was 12%. The trophic impacts show that the groups of lower trophic levels they have positive impacts on a large number of consumers. The commercial captures not represent an important percentage the bay and the trophic level which is impacted by the fishery is similar to that of other systems. The comparative analysis of the main attributes of Bay Concepción (Troughput, total biomass and production) are lower than those of other similar systems.

1. INTRODUCCIÓN.

La comprensión de la dinámica de un ecosistema y de sus poblaciones como recurso, involucran un conocimiento de su ecología y biología, lo que permite evaluar y proponer un uso sostenible y una administración adecuada de aquellas especies que actualmente se explotan y de las que constituyen un recurso económico potencial (Aguirre-León *et al.*, 1982).

El estudio de la estructura de las comunidades ha cobrado mayor énfasis en la cuantificación de flujos de materia y energía, se ha descrito la cantidad y dirección de la transferencia de energía que ocurre dentro de una comunidad (Pauly, 1989). Las descripciones cuantitativas de los flujos de materia o energía proporcionan información de la estructura de los ecosistemas y delimitan la eficiencia con que la materia o energía es transferida, disipada y asimilada, generando información suficiente de la estructura y función del ecosistema (Baird y Ulanowicz, 1989).

El flujo de energía en los ecosistemas acuáticos puede ser evaluado a través de modelos tróficos tales como ECOPATH, el cual nos proporciona una manera de entender la complejidad energética y estructural de los ecosistemas, mediante la elaboración de modelos matemáticos que presuponen una condición de equilibrio.

En ecosistemas costeros, los modelos constituyen una herramienta útil para el análisis, integración, síntesis y consecuentemente la posibilidad de la predicción del estado más probable del sistema y sus recursos bióticos. Por ello es necesario conocer como contribuyen las diferentes especies a la estructura de la comunidad, qué involucra la importancia relativa de las diferentes especies y qué factores determinan el número y abundancia de las especies. Las relaciones tróficas de los ecosistemas costeros pueden ser estudiadas a través de la medida del flujo de energía (Santhanam *et al.* , 1993)

Las lagunas costeras son ecosistemas naturales de alta productividad, ésta se debe a numerosos subsidios de energía y a las diferentes actividades de los productores primarios y secundarios (Martínez-López y Gárate-Lizárraga, 1994).

Estos sistemas son áreas de refugio y crianza para numerosas especies de peces e invertebrados de importancia comercial, por lo que la comprensión del papel que juegan en la transferencia de energía sirve como indicador para entender la dinámica y la importancia de estos cuerpos de agua con respecto a las áreas adyacentes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general.

Construir un modelo anual que representa la condición media y dos que representan la oscilación climática estacional (época cálida y fría) del ecosistema marino de Bahía Concepción, con el fin de comprender su funcionamiento y dinámica.

2.2 Objetivos específicos.

- Determinar cuales son los grupos funcionales más importantes en Bahía Concepción.
- Estimar las abundancias, producción y consumo de los principales grupos funcionales.
- Establecer las relaciones tróficas entre los grupos funcionales.
- Mediante los modelos, determinar los flujos de energía de los componentes del ecosistema.
- Realizar una comparación de los principales atributos del ecosistema de Bahía Concepción con otros sistemas similares.

3. JUSTIFICACIÓN.

Bahía Concepción se caracteriza por poseer poblaciones con elevadas densidades de diversas especies de peces y moluscos, de los cuales dependen las pesquerías artesanales. La pesquería de la almeja catarina, *Argopecten ventricosus* (Sowerby II, 1843), es una de las más importantes y de las que han sufrido una mayor fluctuación en los últimos años. La bahía constituye una zona de gran importancia tanto desde el punto de vista económico como ecológico ya que en ella se realizan actividades acuícolas, turísticas y pesqueras (Abitia-Cárdenas *et al.*, 1990). Además, presenta ambientes diversos y es considerada como un sistema casi cerrado y de gran fragilidad, considerándose como un sitio probable de refugio para estadios larvales y desove para adultos. Por todo ello resulta de gran importancia establecer modelos que contribuyan al conocimiento integral del ecosistema, lo cual permitiría analizar impactos potenciales cuando se requiera establecer estrategias de manejo para el uso de la zona o para la explotación de algunos recursos de importancia comercial.

4. ANTECEDENTES.

El programa ECOPATH II fue desarrollado a partir del programa ECOPATH de Polovina (1984), el cual está basado en una ecuación básica originalmente propuesta para la estimación de biomasa y consumo alimenticio en un ecosistema acuático y subsecuentemente combinado con varias aproximaciones de la teoría ecológica propuesta por R.E. Ulanowicz (1986) para el análisis de flujos entre los elementos del ecosistema. ECOPATH crea un balance entre flujos de materia para ecosistemas enteros basado en estimaciones de biomasa, producción y consumo. Esto permite comprender la función y la estructura trófica del ecosistema por medio de la construcción de un modelo cuantitativo en donde se identifican las interdependencias entre las especies.

A pesar de la importancia y de constituir una de las líneas más promisorias en el campo de la investigación, actualmente no se cuenta con suficientes

investigaciones en el Golfo de California y a la fecha aún no se ha publicado ningún trabajo realizado mediante ECOPATH en la zona. Sin embargo, para el Golfo de México, existen ecosistemas representados con este modelo, habiendo incursionado incluso en la simulación de impactos sobre la biomasa de una población (e.g. pesca excesiva) para evaluar el efecto sobre el ecosistema y sus componentes. Asimismo, estos trabajos han sido utilizados para comprender el estado de algunas pesquerías y para explicar el comportamiento de algunos recursos (e.g. Arreguín-Sánchez, *et al.*, 1993; Chávez, *et al.* 1993; Vega-Cendejas *et al.*, 1993; Arreguín-Sánchez y Chávez, 1995; Arreguín-Sánchez y Valero, 1996).

En el área de Bahía Concepción se han realizado diversos estudios sobre la flora y fauna existentes desde hace más de 10 años (Baqueiro, *et al.*, 1983; Abitia-Cárdenas, *et al.*, 1990; Rodríguez-Romero, 1992; Martínez-López y Gárate-Lizárraga, 1994; Rodríguez-Romero, *et al.*, 1998) y actualmente se tiene información suficiente como para construir un modelo del ecosistema, comprendiendo a los grupos más importantes del ecosistema marino de la zona.

5. ÁREA DE ESTUDIO.

Bahía Concepción se localiza en la Costa Occidental del Golfo de California, entre los 26° 33' y 26° 53' N y 111° 42' y 112° 56' W (figura 1). Mide casi 45 km de largo por 9-9.5 km en su parte más ancha y posee un área de 275 km²; es somera, paralela a la costa y con zonas profundas de hasta 30 m en el centro (Contreras-Espinoza, 1989).

Shumilin *et al.*, (com. pers.) mencionan que el sedimento consiste principalmente de carbonatos biogénicos (50%) y fragmentos de rocas (28 %) con una relativamente pequeña contribución de cuarzo, minerales pesados, feldespatos y otros minerales. Los sedimentos están formados por la mezcla de tres principales constituyentes: material terrígeno sedimentario aportado por los flujos efímeros de agua dulce y dos diferentes tipos de materiales biogénicos de origen marino, uno rico en calcio y el otro en carbón orgánico. La porción más profunda de la bahía está cubierta por sedimento fino con alto contenido de carbón orgánico y bajo contenido de metales traza.

El patrón de circulación de las corrientes de marea es de carácter predominantemente diurno y presenta una gran dispersión, lo que sugiere un comportamiento bidimensional de este cuerpo de agua, donde se aprecian dos giros, uno frente a Santispac y otro en la cabecera de la bahía (Jímenez-Illescas y Obeso-Nieblas, 1990).

Entre estas zonas se establece un gradiente de temperatura y salinidad con valores extremos hacia la parte más interna. Las variaciones de temperatura son muy marcadas a lo largo del año, con una temperatura media anual de 24.9 °C, una media mínima de 17.5 °C (enero) y una media máxima de 32.1 °C (septiembre). Durante todo el año el estrato de 0-10 m presenta características térmicas muy homogéneas alcanzando la homogeneización total en invierno. A excepción del invierno, durante las tres estaciones restantes, se observa una acentuada estratificación térmica por debajo de los 10 m de profundidad, la cual permite que el estrato profundo desarrolle durante 9-10 meses condiciones de bajo contenido de Oxígeno (2 ml a 20 m; anóxico a 30 m en octubre) y un

enriquecimiento en NO_3 y PO_4 (hasta $12\mu\text{g-atn-NO}_3$ /litro y $1.6\mu\text{g-atn-P-PO}_4$ /litro en de octubre), así como una acumulación de sulfuro de hidrógeno (hasta 3.1 mg/litro en octubre). En el invierno todo se homogeneiza permitiendo la dilución completa del sulfuro acumulado en el fondo, la homogeneización total de la columna de agua y la liberación del nutrimento generado (Reyes-Salinas, 1994)

Este cuerpo de agua funciona como una cuenca de evaporación, lo cual trae consigo elevadas temperaturas durante el verano, así como salinidades por arriba de las 35 ‰. La salinidad media anual es de 35.3 ‰ con una media mensual mínima y máxima de 34.6 ‰ y 37‰ respectivamente (Martínez-López y Gárate-Lizárraga, 1994). La distribución de la concentración de oxígeno disuelto varía de 5.95 ml/l en el invierno, hasta 5.40 ml/l en la primavera (Reyes-Salinas, 1994) presentando los valores bajos en la zona intermedia -profunda de la bahía.

La visibilidad del agua presenta su valor más bajo en la boca de la bahía (5 m) y el más alto en la parte media (8 m). La precipitación media anual es de 165 mm y la evaporación de 2354 mm.

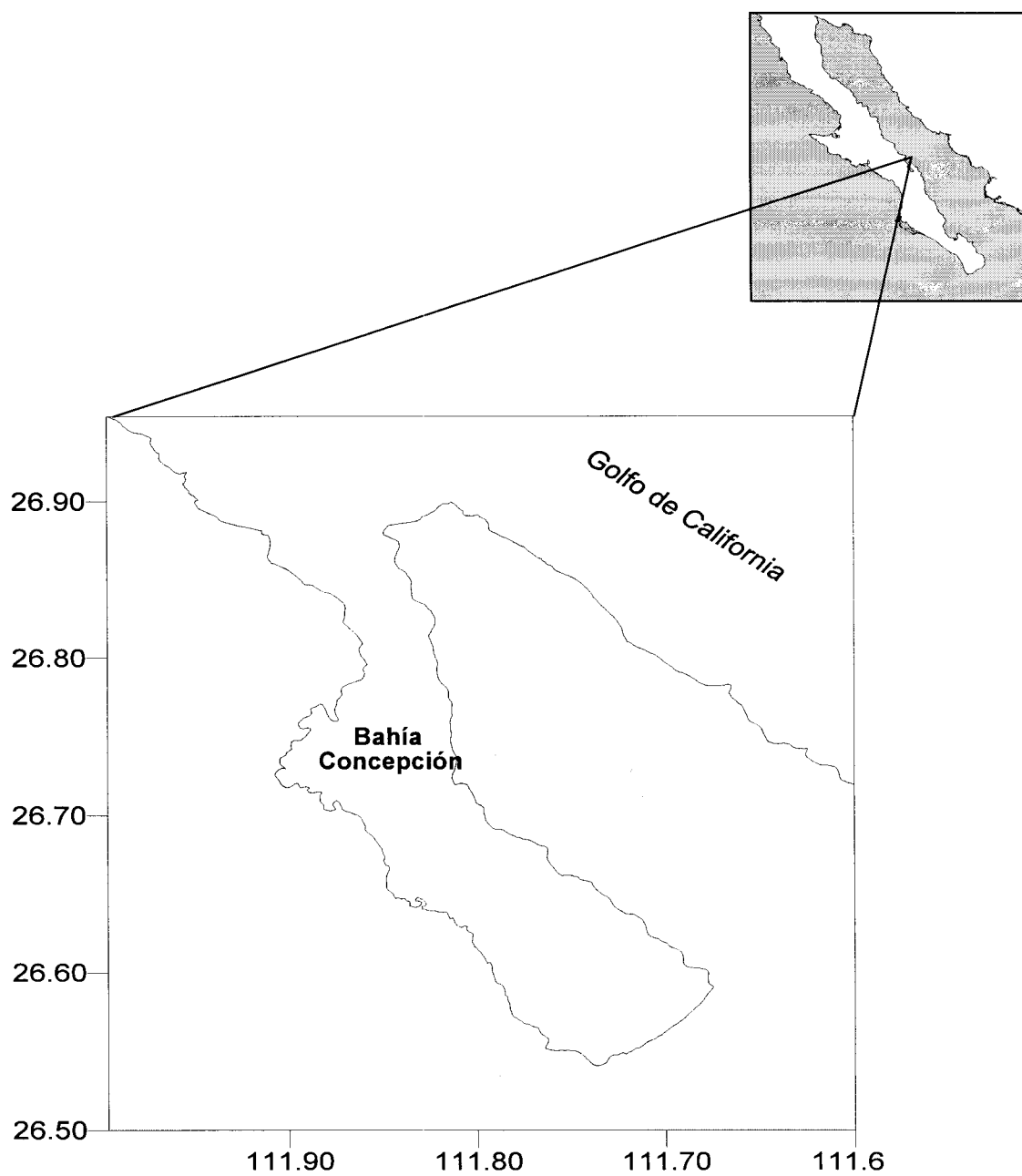


Fig. 1 Area de estudio

6. METODOLOGÍA.

El sistema de Bahía Concepción se caracteriza por presentar dos estructuras hidrográficas bien definidas originadas por la variabilidad estacional de la temperatura y el oxígeno disuelto (Reyes-Salinas, 1994). Debido a esta peculiaridad del sistema y a la importancia de lograr una mejor representación de su estructura trófica, se desarrollaron tres modelos: uno anual y dos estacionales, denominados época fría (noviembre-abril) y época cálida (mayo-octubre), tomando como base el cambio de la temperatura superficial del mar (Santa-María, 1996; Arreola-Hernández, 1997; Prado-Ancona, 1998). Esto con el fin de reducir al mínimo las limitaciones del modelo.

La estructura de la comunidad trófica del área de estudio fue analizada a través del programa ECOPATH (Christensen y Pauly, 1993). Para la construcción de un modelo de este tipo se supone que el sistema se encuentra en equilibrio en un intervalo de tiempo dado. Esto significa que lo que se produce en dicho intervalo es igual a lo que se pierde. Supone además que pueden fijarse límites para el sistema y cuantificarse cuanto entra o sale del mismo.

Se supuso que en Bahía Concepción, para un periodo de tiempo dado, la producción biológica (P_i) de un grupo (i) de organismos (un stock monoespecífico, o un grupo funcional) con una biomasa media (B_i), es igual a todo el consumo que se tiene de él por sus depredadores (j), más la captura y exportaciones (EX_i), más otras pérdidas ($1-EE_i$); manteniéndose así en equilibrio. Este supuesto puede expresarse de la siguiente forma:

Producción- Depredación-Otras pérdidas- Exportación= 0

o bien,

$$P_i - B_i M_{2i} - P_i(1 - EE_i) - EX_i = 0$$

(1)

Donde M_2 es la mortalidad por depredación; EE_i es la eficiencia ecotrófica y se define como la proporción del grupo i que es aprovechada, ya sea por depredación o exportación. La ecuación (1) puede ser reexpresada de la siguiente forma:

$$B_i \times \left(\frac{P}{B}\right)_i \times EE_i - \sum_{j=1}^n \left[B_j \times \left(\frac{Q}{B}\right)_j \times DC_{ji} \right] - EX_i = 0 \quad (2)$$

Donde, $(P/B)_i$ es la proporción Producción/Biomasa del grupo i , $(Q/B)_i$ es la proporción Consumo/Biomasa de i , DC_{ji} es la fracción de la presa i en la dieta del depredador j , B_j es la biomasa del depredador j .

Para construir los modelos primero se definieron los límites del sistema con base en las características fisiográficas, después de lo cual se calculó el área del mismo para estandarizar los datos en términos de biomasa a una misma unidad de área (en este caso $g/m^2/año$). Para este sistema se definió un área de 226,870 m^2 que comprende desde el margen interno de la bahía hasta la boca de la misma. Una vez que se delimitó el sistema, los organismos que lo conformaban se dividieron por especies o grupos de especies con características tróficas y ciclos de vida similares y para cada uno se determinaron los parámetros básicos que las ecuaciones requieren tales como: biomasa, producción (P/B), consumo (Q/B), exportación del sistema, asimilación (GE), Eficiencia Ecotrófica (EE) y dieta. Con estos parámetros se alimentó una ecuación para cada grupo. Dado que el programa utiliza un algoritmo de álgebra matricial, uno de los parámetros puede ser desconocido y éste es estimado al resolverse el sistema de ecuaciones lineales.

También fue necesario conseguir información de biomasa, producción, consumo y exportación, así como de la dieta de cada uno de los grupos del sistema. Para esto se realizó una búsqueda de la literatura, incluyendo información de acceso limitado como tesis, resúmenes de congresos, informes y reportes.

6.1 DATOS DE ENTRADA

6.1.1 Alimentación:

Para obtener la información de las dietas se buscaron de preferencia trabajos sobre contenidos estomacales de los grupos en el área de estudio; al no contarse en muchos casos con esta información se consultaron trabajos que describen la dieta de los mismos grupos en áreas similares ya que el espectro alimenticio es muy similar debido a que mantienen comportamiento alimenticio similares así como las mismas estructuras alimenticias que les permiten explotar recursos semejantes. La información de las dietas es representada en una matriz cuadrada depredador-presa. Los valores son expresados como proporciones de cada presa para cada depredador, lo cual hará que la suma de todas las presas para un depredador dado sea igual a 1.

Una vez recopilada la información se analizó y se extrajeron los datos necesarios para armar el modelo.

El origen de los datos se muestra en las tablas 1 y 2 (ver anexo), la composición de la dieta para cada modelo en las tablas 8, 9 y 10 (matriz depredador-presa)

6.1.2 Exportación:

La exportación se define como la materia que sale del sistema previamente definido, se incluyeron aquí las capturas y la salida del material que puede aún ser utilizado, pero que no se incorpora nuevamente al sistema.

En un ecosistema explotado, el modelo requiere de datos de capturas pesqueras, las cuales son equivalentes a exportaciones del área. De acuerdo con los datos pesqueros en el área, la pesca en Bahía Concepción no se considera significativa excepto para la almeja catarina, la cual soportó una intensa pesquería en los últimos años. Para éste grupo las capturas se obtuvieron de los registros de

arribos en la bahía, proporcionados por la Secretaría de Pesca (1998). El valor asignado al resto de los grupos fue de cero.

6.1.3 Biomasa

Se define como el peso total de materia viva, expresada en volumen o en peso. En este caso particular la biomasa se expresó como peso húmedo.

Peces

Las biomásas promedios para cada grupo de peces se calculó a partir de muestreos bimensuales realizados por Rodríguez-Romero (1992), cuyo valor se estandarizó a las unidades requeridas. Para algunos grupos en los que no fue posible obtener una estimación, ésta se dejó vacía y el programa la calculó.

Invertebrados

Debido a la escasez de estimaciones de biomasa de los micro y macro invertebrados en la bahía, la EE fue introducida en el modelo basada en valores de la literatura y el modelo realizó el cálculo de la biomasa. Para el cálculo de la biomasa del grupo del zooplancton se utilizaron los datos dados en ml/m^3 por Palomares-García *et al.*, (en prensa) suponiendo que $1\text{ml} \Leftrightarrow 1\text{ g}$ y que la profundidad media de la bahía es de 17 m.

Productores primarios

Los valores de biomasa para el fitoplancton fueron obtenidos a partir de valores mensuales de mgCl_a estimados por Verdugo-Díaz (1997) en un ciclo anual. Para los productores bentónicos, el género *Sargassum* (Setchell y Gardner, 1924) es dominante con respecto al total de algas presentes y su abundancia es

considerable; el valor de la biomasa fue obtenido de evaluaciones realizadas por Núñez-López y Casas-Valdez (1997).

Detritus

En Bahía Concepción no se cuenta con la información necesaria para la estimación de la abundancia del detritus, por lo cual su valor fue estimado a partir de la ecuación empírica propuesta por Pauly *et al.* (1993), como:

$$\log_{10} D = 0.954 \log_{10} PP + 0.863 \log_{10} E - 2.41 \quad (3)$$

Donde: D es la cantidad de detritus, PP es la producción primaria en $\text{gm}^{-2}\text{año}^{-1}$ y E es la profundidad de la capa eufótica en m. Se consideró la producción primaria estimada previamente por Murillo-Murillo (1998) y una profundidad promedio de 17 m.

6.1.1.4 Relación Producción/Biomasa (P/B)

Peces

La producción incluye todo material elaborado por un grupo en un periodo de tiempo considerado. Bajo la condición de que el sistema se encuentra en estado de equilibrio es decir, lo que se produce es igual a lo que se consume, de que el crecimiento de las poblaciones se describe a través de la función de Von Bertalanffy (Allen, 1971) y que la relación entre la producción y la biomasa (P/B) de cada grupo es equivalente a su tasa instantánea de mortalidad (Z). Para especies no explotadas y en ausencia de datos de captura-edad se estimó la mortalidad natural a través de la ecuación empírica de Pauly (1980)

$$M = K^{0.65} + L\infty^{-0.279} + T^{0.463} \quad (4)$$

Donde, M es la mortalidad natural (anual); K es el parámetro de la ecuación VBGF (año); L_{∞} es la longitud asintótica (cm) y T es la temperatura promedio, en °C. Los datos empleados para el cálculo se presentan en la tabla 1.

Invertebrados

Para el grupo de los invertebrados se calculó la relación P/B a través de la ecuación alométrica propuesta por Riddle (1990) la cual se define de la siguiente forma:

$$P / B = 0.66457W^{-0.37} \quad (5)$$

Donde, W es el peso individual en Kcal. Las unidades empleadas en el modelo se obtuvieron a partir de las transformaciones correspondientes.

En caso de conocerse la biomasa entonces la relación P/B puede ser calculada usando la fórmula de Robertson (1979) de la siguiente forma:

$$P = (B / 42)e^{5.225 - 0.726 Lnt} \quad (6)$$

Donde, B es la biomasa, t es la longevidad en años, la cual para algunos invertebrados puede tomar los siguientes valores: poliquetos, microcrustáceos y moluscos, 1 año; cangrejos y algunos camarones, 3 años

En el grupo de los bivalvos y la langosta, el valor de P/B fue equivalente a su tasa instantánea de mortalidad (z).

En el caso del grupo zooplancton el valor se obtuvo a partir de otro modelo en que se incluye el grupo, suponiendo que los valores son mas o menos constantes.

Productores primarios

En el caso de los productores primarios la relación P/B fue más difícil de estimar, de tal manera que el valor para ambos grupos fue tomado de la literatura de otros sistemas similares.

6.1.5 Relación Consumo/Biomasa (Q/B)

Peces

La tasa de consumo alimenticio (Q/B) indica la cantidad de alimento consumida por unidad de biomasa para cada grupo en un área dada, o sea el número de veces que una población consume su propio peso al año.

Las tasas de consumo (Q/B) se estimaron a partir del modelo empírico propuesto por Palomares y Pauly (1989), que relacionan el tamaño del pez, las dimensiones de la aleta caudal y la temperatura promedio del hábitat, expresado de la siguiente forma:

$$Q/B = 0.1775 - 0.2018 \ln W_{\infty} + 0.6121 \ln T + 0.5156 \ln A + 1.26F \quad (7)$$

Donde; W_{∞} , es el peso asintótico del modelo de von Bertalanffy (g); T, es la temperatura promedio anual en °C; A, es un índice del nivel de actividad del pez y F, el tipo de alimento (0 para carnívoros; 1 para herbívoros). Cada uno de los valores empleados para este cálculo se muestra en la tabla 1.

6. 1.5.1.Cálculo del índice de la aleta caudal (A)

El cálculo del índice (A) fue definido por Lindsey (1978) a partir del aspecto de la aleta caudal, e involucra la relación entre su altura (h) y área (s) como:

$$A = h^2 / s$$

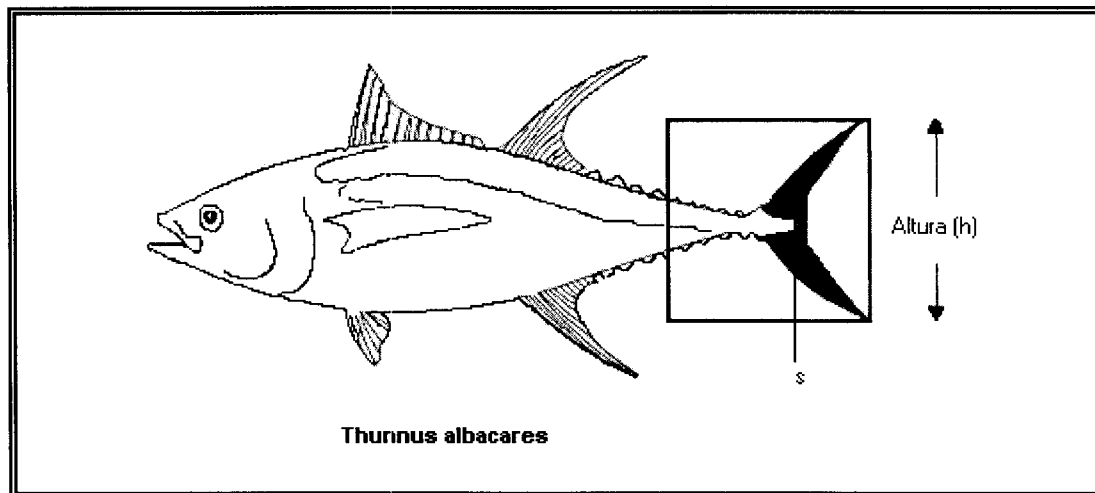


Fig 2 Representación esquemática del método para estimar la razón del aspecto de la aleta caudal (h^2/s) dada la altura (h) y el área de la misma (s)

El valor de A permite evaluar el nivel de metabolismo del pez en relación con su tasa de consumo. Los peces activos con un metabolismo y un consumo alimenticio elevados poseen generalmente un valor alto de A, mientras que uno bajo se refiere a un nivel de actividad y un consumo alimenticio menor (Palomares y Pauly, 1989). Resulta conveniente señalar que ésta relación puede ser usada únicamente para aquellos peces que emplean la aleta caudal como el principal órgano de propulsión. Para el grupo de las rayas y peces planos el valor de Q/B fue estimado a partir del programa ECOPATH, el cual resuelve un sistema de

ecuaciones en equilibrio, de tal forma es posible tener este dato faltante y el modelo global será capaz de estimarlo.

Invertebrados

El consumo para los grupos de invertebrados fue obtenido de la relación:

$$Q = \frac{(R + P)}{(EA)} \quad (9)$$

Donde, Q es la cantidad consumida en g (peso fresco) m⁻² año⁻¹, R es la respiración, P es la producción y EA la eficiencia de asimilación, dando un valor de 20% para detritus, 50% para plantas y bacterias y 80% para animales.

6.2 Eficiencia Ecotrófica (EE)

La Eficiencia Ecotrófica se define como la fracción de la producción de cualquier grupo que es consumido dentro del sistema o capturado por la pesquería. Este parámetro es difícil de estimar y generalmente se supone un intervalo de valores bajos para grandes depredadores y altos para grupos fuertemente depredados (Ricker, 1969). Para este modelo no se obtuvieron datos referentes a este parámetro; este valor se calculó una vez que se conocieron los valores de mortalidad por depredación y exportación. Se considera para la mayoría de los grupos que las Eficiencias Ecotróficas deben ser menores a 1, ya que no puede consumirse mas del total que existe en el sistema.

6.3 Estimaciones adicionales

En los grupos en que no fue posible estimar L_{∞} y W_{∞} a partir de la estimación peso-longitud ($W_{\infty}=aL^b_{\infty}$), se emplearon las siguientes ecuaciones empíricas propuesta por Pauly (1983):

$$\begin{aligned} L_{\infty} &= L_{max} / 0.95 \\ W_{\infty} &= W_{max} / 0.86 \end{aligned} \quad (10)$$

Donde la longitud máxima (L_{max}) y el peso máximo (W_{max}) representan un porcentaje fijo de los valores máximo teóricos (L_{∞} y W_{∞}). El valor obtenido de L_{∞} y W_{∞} a partir de la ecuación 10, se empleó posteriormente para el cálculo de P/B y Q/B. Los datos se presentan en las tablas 1 y 2 (ver anexo)

Finalmente, se incorporaron los valores de los parámetros en la ecuación (2) y la matriz depredador-presa y se procedió a balancear el modelo.

6.4 Evaluación de Parámetros.

La evaluación de parámetros del modelo de Bahía Concepción se llevó a cabo considerando que el valor de la Eficiencia Ecológica (EE) es la proporción de la producción exportada o consumida por los depredadores incluidos en el sistema y su valor debe encontrarse entre 0-1, ya que es expresado como una proporción de la producción; el valor mínimo indica que el grupo no es exportado ni consumido por ningún otro depredador. Un valor cercano a o igual a uno, implica que el grupo es fuertemente depredado o que la presión por pesca es demasiado elevada, evitando que los grupos mueran de viejos o por algún otro factor natural.

En aquellos grupos en los cuales se obtuvieron valores con $EE > 1$ se detectó qué depredadores generaban mayor mortalidad y se disminuyó la cantidad consumida en la matriz depredador-presa, ajustando la dieta para cada componente del sistema. Esto se realizó hasta obtener el balance del modelo con

la cual el valor de la EE fuera menor o igual a uno. En algunos casos también se disminuyó la biomasa y consumo de los depredadores o se aumentó la biomasa y producción de las presas.

7. RESULTADOS.

7.1 Componentes del sistema.

El modelo trófico anual generado consiste de los siguientes grupos funcionales: 17 de peces, 10 de invertebrados, 2 de productores primarios y 1 de detritus. El modelo de la época cálida está integrado por el mismo número y composición de grupos funcionales que el modelo anual, mientras que la época fría presentó menos grupos funcionales, quedando integrado de la siguiente forma: 15 de peces, 10 de invertebrados, 2 de productores primarios y 1 de detritus.

Los grupos funcionales elegidos para el modelo trófico se presentan en las tablas 3 y 4. La mayoría de los grupos de peces se encuentran integrados por varias especies, por lo cual se eligió como representante del grupo aquella especie con una mayor biomasa en el sistema (tabla 3).

TABLA 3. Lista de las especies que conforman los grupos funcionales de peces dentro del modelo del ecosistema de Bahía Concepción. En negritas se señala la especie representativa del grupo. Rodríguez-Romero, 1998.

GRUPO FUNCIONAL	ESPECIES QUE LO INTEGRAN
Peces planos	<i>Bothus leopardinus</i> , <i>Cyclopsetts maculifera</i> , <i>Citharichthys gilberti</i> , <i>C. stigmatus</i> , <i>C. xantostigma</i> , <i>Etropus crossotus</i> , <i>Hippoglossina tetraphthalmus</i> , <i>Paralichthys californicus</i> , <i>P. woolmani</i> , <i>Syacium ovale</i> , <i>Xistreurys liolepis</i> , <i>Pleuronichthys ocellatus</i> , <i>Symphurus atramentatus</i> , <i>Achirus mazatlanus</i>
Diodóntidos	<i>Diodon holocanthus</i>
Tetrodóntidos	<i>Sphoeroides annulatus</i> , <i>S. lobatus</i> , <i>Sphoeroides sp.</i>
Hemúlidos	<i>Haemulon maculicauda</i> , <i>Haemulopsis leuciscus</i> , <i>Microlepidotus inornatus</i> , <i>Orthopristis reddingi</i> , <i>Oxyjulis californica</i> , <i>Xenistius californiensis</i>
Escómbridos	<i>Scomber japonicus</i>
Mugílidos	<i>Mugil cephalus</i>
Peces de fondo	<i>Calamus brachysomus</i> , <i>Synodus scituliceps</i> , <i>Porichthys notatus</i> , <i>Scorpaena mystes</i> , <i>S. russula</i> , <i>Cynoscion parvipinnis</i> , <i>Pareques viola</i> , <i>Pseudopeneus grandisquamis</i> , <i>Abudefduf troschelii</i> , <i>Pomacanthus zonipectus</i> , <i>Holacanthus passer</i>
Lutjánidos	<i>Hoplopagrus guentheri</i> , <i>Lutjanus guttatus</i> , <i>L. novemfasciatus</i>
Gérridos	<i>Eucinostomus currani</i> , <i>E. dovii</i> , <i>E. entomelas</i> , <i>Gerres cinereus</i>
Nematístidos	<i>Nematistius pectoralis</i>
Carángidos	<i>Caranx marginatus</i>
Serránidos	<i>Epinephelus labriformis</i> <i>Diplectrum labarum</i> , <i>Paralabrax maculatofasciatus</i> , <i>Serranus fasciatus</i> ,
Balístidos	<i>Balistes polylepis</i>
Clupeidos	<i>Sardinops sagax</i>
Peces pequeños	<i>Gobionellus microdon</i>
Rayas	<i>Diplobatis ommata</i> , <i>Narcine entemedor</i> , <i>Rhinobatos glaucostigma</i> , <i>R. productus</i> , <i>Zapterix exasperata</i> , <i>Urolophus halleri</i>
Tiburones	<i>Carcharhinus limbatus</i>

TABLA 4. Lista de las especies que conforman los grupos funcionales de invertebrados y productores primarios dentro del modelo del ecosistema de Bahía Concepción. En negritas se señala la especie representativa del grupo.

GRUPO FUNCIONAL	ESPECIES QUE LO INTEGRAN
Portúnidos	<i>Callinectes arcuatus</i>
Palinúridos	<i>Panulirus inflatus</i>
Peneidos	<i>Farfantepenaeus californiensis</i>
Microcrustáceos	Copépodos, isópodos y anfípodos
Holotúridos	<i>Isostichopus fuscus</i>
Gusanos	<i>Poliquetos, oligoquetos</i>
Octopus	<i>Octopus sp.</i>
Gasterópodos	<i>Hexaplex erithrostomus</i>
Bivalvos	<i>Argopecten ventricosus</i>
Prod. Bentónicos	<i>Sargassum sp</i>
Zooplancton	
Fitoplancton	
Detritus	

En las tablas 5, 6 y 7 se observan los diferentes valores obtenidos de biomasa, P/B, Q/B, Eficiencia Ectrófica y Eficiencia de conversión alimenticia para cada uno de los componentes del sistema de Bahía Concepción. Los valores más altos de P/B corresponden a los grupos que se ubican en los primeros niveles tróficos del sistema (fitoplancton, zooplancton y productores bentónicos), ya que estos grupos presentan una alta producción y un rápido crecimiento.

Los valores más altos de Q/B se encontraron en grupos de los primeros niveles tróficos, siendo el zooplancton el grupo con el valor más alto (157) durante todo el año, seguido de los clupeidos (52) pero sólo durante la época cálida.

El fitoplancton fue el grupo con la mayor biomasa seguido del grupo de los productores bentónicos, los cuales experimentan cambios estacionales en su abundancia, registrándose valores más altos a finales de primavera, disminuyendo considerablemente en verano prácticamente desapareció en el otoño y con un

incremento durante el invierno (Núñez-López y Casas-Váldez, 1997); esto conduce a tener una biomasa baja en el modelo de la época cálida.

El detritus recibe gran cantidad de flujos de los otros grupos del sistema, siendo algunos especialmente importantes como es el caso del fitoplancton y zooplancton y en menor medida de los productores bentónicos (*Sargassum* y pastos marinos). El detritus representa un componente que en la época fría recibe una gran cantidad de energía que no es transferible a otros niveles de la trama trófica, lo cual es evidenciado por su baja EE (0.035).

En el caso de los productores bentónicos con una gran biomasa en el sistema (v. gr. *Sargassum*) durante la época cálida, se genera una pérdida de su producción debido a la escasez de consumidores apropiados. Además de constituir uno de los generadores de materia orgánica en el sistema, este grupo es utilizado como lugar de protección para diversos estadios larvales y juveniles de peces y crustáceos.

De manera similar el fitoplancton, tuvo una pérdida de su biomasa ya que a pesar de constituir uno de los principales recursos alimenticios, presenta una baja EE debido a su alta tasa de productividad ($P/B = 45 \text{ gm}^2 \text{ año}^{-1}$).

Los microcrustáceos ocuparon los valores más altos de EE en los tres modelos (0.99), aunque durante la época cálida también los gusanos y los peces pequeños presentaron valores iguales. En general los valores más bajos de EE en los tres modelos se observaron en grupos con niveles tróficos con valor igual a 1. Los valores más bajos se observaron en grupos con niveles tróficos menores o iguales a 2 (productores primarios y zooplancton)

Para la mayoría de los peces la EE es baja a pesar de constituir importantes componentes alimenticios de otros grupos; sin embargo, la presión de pesca que se ejerce en la bahía en estos grupos es poco significativa, lo que permite que las especies mueran por otras causas. El grupo de los tiburones muestra la EE mas baja de todos los grandes consumidores (0.029 en el modelo anual), ya que son organismos poco depredados y la presión por pesca es casi inexistente.

Tabla 5. Parámetros de entrada y estimaciones calculadas por el programa (entre paréntesis) del modelo anual de Bahía Concepción, B.C.S. B=Biomasa ($\text{g m}^{-2} \text{año}^{-1}$) P/B=Producción/Biomasa (año^{-1}), Q/B=Consumo/Biomasa (año^{-1}), EE=Eficiencia Ectotrófica y GE= Eficiencia de conversión alimenticia.

	Nombre del grupo	B	P/B	Q/B	EE	GE
1	Peces planos	0.016	2.350	10.000	(0.768)	0.235
2	Diodóntidos	0.021	1.913	9.564	(0.385)	0.200
3	Tetrodóntidos	0.024	2.000	9.640	(0.799)	0.207
4	Hemúlidos	0.028	1.500	6.667	(0.351)	0.225
5	Escómbridos	0.015	1.589	8.765	(0.501)	0.181
6	Mugílidos	(0.054)	0.301	1.505	0.850	0.200
7	Peces de fondo	0.475	1.789	10.880	(0.188)	0.164
8	Lutjánidos	0.075	0.840	6.410	(0.942)	0.131
9	Gérridos	0.011	1.700	8.500	(0.788)	0.200
10	Nematístidos	0.015	1.576	7.880	(0.800)	0.200
11	Carángidos	(0.091)	0.500	2.500	0.800	0.200
12	Serránidos	0.098	1.100	5.000	(0.881)	0.220
13	Balístidos	0.084	0.880	6.700	(0.467)	0.131
14	Clupeidos	(0.027)	1.760	8.800	0.950	0.200
15	Peces pequeños	(0.245)	1.739	6.129	0.950	0.284
16	Rayas	0.024	0.434	2.170	(0.878)	0.200
17	Tiburones	0.060	0.323	1.850	(0.029)	0.175
18	Portúnidos	(0.698)	2.330	7.770	0.850	0.300
19	Palinúridos	(0.216)	1.860	6.200	0.800	0.300
20	Peneidos	(0.584)	8.560	28.530	0.950	0.300
21	Microcrustáceos	(0.826)	8.120	27.000	0.990	0.301
22	Holotúridos	(0.670)	0.580	5.800	0.900	0.100
23	Gusanos	0.900	4.200	11.670	(0.959)	0.360
24	Octopus	(0.102)	1.390	3.500	0.900	0.397
25	Gasterópodos	(0.031)	1.730	8.650	0.900	0.200
26	Bivalvos	(0.335)	7.700	25.66	0.950	0.300
27	Prod. Bentónicos	9.064	15.340	-	(0.042)	-
28	Zooplankton	4.750	17.500	157.80	(0.082)	0.111
29	Fitoplancton	18.805	45.000	-	(0.752)	-
30	Detritus	1.085	-	-	(0.270)	-

Tabla 6. Parámetros de entrada y estimaciones realizadas por el programa (entre paréntesis) para el modelo de la temporada fría de Bahía Concepción, B.C.S. B=Biomasa ($\text{g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$) P/B=Producción/Biomasa (año^{-1}), Q/B=Consumo/Biomasa(año^{-1}), EE=Eficiencia Ecotrófica y GE= Eficiencia de conversión alimenticia.

	Nombre del grupo	B	P/B	Q/B	EE	GE
1	Peces planos	0.018	2.140	10.70	(0.473)	0.200
2	Diodóntidos	0.026	1.750	10.84	(0.314)	0.161
3	Tetrodóntidos	0.030	1.800	10.25	(0.320)	0.176
4	Hemúlidos	0.024	0.570	9.000	(0.524)	0.063
5	Mugílidos	(0.033)	0.325	1.620	0.850	0.013
6	Peces de fondo	0.090	1.550	9.510	(0.687)	0.163
7	Lutjánidos	(0.052)	0.700	5.600	0.970	0.125
8	Gérridos	0.016	1.450	7.250	(0.677)	0.047
9	Nematístidos	0.010	1.378	6.800	(0.423)	0.203
10	Carángidos	(0.038)	0.520	2.600	0.850	0.052
11	Serránidos	0.056	0.730	4.850	(0.845)	0.151
12	Balístidos	0.135	0.720	5.600	(0.440)	0.129
13	Peces pequeños	(0.255)	1.300	6.310	0.990	0.206
14	Rayas	0.056	0.400	2.000	(0.165)	0.200
15	Tiburones	(0.017)	0.290	2.300	0.200	0.126
16	Portúnidos	(0.505)	2.300	7.600	0.950	0.303
17	Palinúridos	(0.158)	1.860	6.200	0.850	0.300
18	Peneidos	(0.282)	8.560	28.53	0.950	0.300
19	Microcrustáceos	(0.517)	8.120	27.00	0.990	0.301
20	Holotúridos	0.579	0.580	5.800	(0.900)	0.100
21	Gusanos	(0.607)	4.100	11.97	0.990	0.343
22	Octopus	0.500	1.300	3.500	(0.151)	0.371
23	Gasterópodos	0.400	1.730	7.500	(0.541)	0.231
24	Bivalvos	(0.481)	7.700	25.66	0.990	0.300
25	Prod. Bentónicos	3.360	15.34	-	(0.078)	-
26	Zooplankton	3.315	17.50	157.800	(0.119)	0.111
27	Fitoplancton	23.620	45.00	-	(0.503)	-
28	Detritus	2.000	-	-	(0.035)	-

Tabla 7. Parámetros de entrada y estimaciones (entre paréntesis) usados para la época cálida en Bahía Concepción, B.C.S. B=Biomasa ($\text{g m}^{-2} \text{año}^{-1}$) P/B=Producción/Biomasa (año^{-1}), Q/B=Consumo/Biomasa (año^{-1}), EE=Eficiencia Ecotrófica y GE= Eficiencia de conversión alimenticia.

	Nombre del grupo	Biomasa gr m^{-2}	P/B año^{-1}	Q/B año^{-1}	EE	GE
1	Peces planos	0.014	2.500	12.00	(0.346)	0.208
2	Diodóntidos	0.017	2.700	13.00	(0.435)	0.208
3	Tetrodóntidos	0.010	3.000	12.59	(0.301)	0.238
4	Hemúlidos	0.025	2.450	11.04	(0.824)	0.222
5	Escómbridos	0.015	1.900	10.00	(0.805)	0.190
6	Mugílidos	(0.024)	0.600	11.00	0.900	0.055
7	Peces de fondo	0.050	3.000	13.00	(0.601)	0.231
8	Lutjánidos	0.050	0.980	6.960	(0.880)	0.141
9	Gérridos	0.015	3.660	30.00	(0.661)	0.122
10	Nematístidos	0.020	1.710	10.00	(0.751)	0.171
11	Carángidos	0.040	1.100	12.00	(0.713)	0.092
12	Serránidos	0.120	1.000	5.000	(0.771)	0.200
13	Balístidos	0.033	1.500	7.250	(0.938)	0.207
14	Clupeidos	(0.100)	2.500	52.00	0.950	0.048
15	Peces pequeños	(0.112)	1.300	7.830	0.950	0.166
16	Rayas	0.030	0.470	2.530	(0.341)	0.186
17	Tiburones	0.030	0.340	2.860	(0.042)	0.119
18	Portúnidos	(0.321)	2.330	7.770	0.850	0.300
19	Palinúridos	(0.025)	1.860	6.200	0.800	0.300
20	Peneidos	(0.199)	8.560	28.53	0.950	0.300
21	Microcrustáceos	(0.646)	8.120	27.00	0.990	0.301
22	Holotúridos	(0.172)	0.580	5.80	0.900	0.100
23	Gusanos	1.000	4.300	11.67	(0.450)	0.368
24	Octopus	(0.048)	1.000	3.50	0.900	0.286
25	Gasterópodos	(0.105)	1.730	8.75	0.900	0.198
26	Bivalvos	(0.226)	7.70	0.667	0.950	0.3
27	Prod. Bentónicos	11.73	15.34	0.000	(0.014)	-
28	Zooplancton	5.600	17.00	157.00	(0.296)	0.108
29	Fitoplancton	15.56	45.00	0.000	(0.823)	-
30	Detritus	0.117	-	-	(0.563)	-

7.2 Matriz depredador-presa

partir de las proporciones relativas del contenido estomacal de cada uno de los depredadores; la depredación es lo que une a los grupos en el sistema, ya que lo que es consumo para un grupo es mortalidad para otro. Por lo tanto, la información sobre la alimentación de las especies es de gran importancia para la identificación de las diferentes vías de flujo de biomasa y energía y para la organización del sistema (Arreguín-Sánchez, 1995).

Tabla 8 Matriz depredador/presa anual para el ecosistema de Bahía Concepción.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1 Peces planos	0.005				0.02					0.010	0.010	0.040					0.045
2 Diodóntidos					0.023					0.018	0.010						0.076
3 Tetradóntidos								0.025		0.012	0.010	0.040					
4 Hemúlidos					0.005					0.040	0.034						0.020
5 Escómbridos										0.014	0.010	0.010					0.022
6 Mugilidos										0.100	0.005						0.008
7 Peces de fondo	0.099			0.056						0.056	0.091	0.180					0.028
8 Lutjanidos					0.050					0.200		0.030	0.012				0.069
9 Gérridos				0.027	0.026			0.004		0.005	0.003					0.040	0.009
10 Nematístidos					0.033					0.005							0.165
11 Carángidos										0.201	0.005	0.007					0.035
12 Serránidos	0.030				0.025			0.043		0.108	0.010	0.005	0.057				0.150
13 Balístidos					0.018			0.006		0.101	0.010	0.028					0.012
14 Clupeidos										0.030	0.035	0.057					0.009
15 Peces pequeños		0.298		0.010	0.041		0.044	0.009		0.095	0.249		0.037			0.005	
16 Rayas																0.005	0.080
17 Tiburones																	0.005
18 Portúnidos	0.150	0.300	0.034	0.009			0.200				0.047						
19 Palinúridos												0.160	0.070				
20 Peneidos	0.154		0.144	0.336	0.101		0.275	0.725			0.360	0.200	0.130			0.500	
21 Microcrust	0.200			0.420		0.08	0.080	0.112	0.210			0.040			0.740	0.005	
22 Holotúridos			0.015				0.008						0.185				
23 Gusanos	0.005			0.010		0.07	0.100		0.040				0.001			0.430	
24 Octopus					0.042							0.203					0.190
25 Gasterópodos				0.071					0.011				0.061				
26 Bivalvos		0.300	0.170	0.011			0.070		0.040				0.300			0.015	
27 Prod. Bent		0.035	0.637	0.019	0.220	0.25	0.050		0.220				0.093		0.065		
28 Zooplancton	0.068				0.296	0.30								0.050			
29 Fitoplancton		0.036		0.028				0.076	0.040					0.950			
30 Detritus	0.280			0.003		0.28	0.163		0.436		0.100		0.053		0.075		

Tabla 9. Matriz depredador/presa de la época fría para el ecosistema de Bahía Concepción.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1 Peces planos	0.005									0.015	0.050				0.056		
2 Diodontidos									0.005	0.015	0.008	0.005			0.076		
3 Tetradontidos							0.004			0.015	0.040	0.005					
4 Hemúlidos									0.051	0.020					0.044		
5 Mugilidos									0.100	0.015					0.022		
6 Peces de fond	0.100			0.074					0.005	0.095	0.100				0.028		
7 Lutjánidos							0.005		0.200	0.037	0.013	0.012			0.100		
8 Gérridos				0.033			0.005		0.005	0.020				0.040	0.009		
9 Nematístidos										0.005					0.110		
10 Carángidos									0.151	0.015	0.007				0.100		
11 Serránidos	0.004						0.002		0.100	0.018	0.005	0.025			0.110		
12 Balístidos							0.031		0.140	0.018	0.025	0.005			0.080		
13 Peces pequeñ	0.012	0.246		0.013		0.044	0.009		0.095	0.276	0.158	0.042		0.005	0.005		
14 Rayas							0.003							0.005	0.057		
15 Tiburones																	
16 Portúnidos	0.143	0.383	0.034			0.373	0.005			0.020	0.160	0.002				0.004	0.050
17 Palinúridos							0.010			0.020		0.070					0.005
18 Peneidos	0.145		0.144	0.328		0.275	0.721			0.353	0.200	0.140		0.500		0.245	0.300
19 Microcrust	0.292			0.412	0.085	0.080	0.108	0.210		0.010	0.004	0.010	0.801	0.005			0.100
20 Holotúridos						0.008				0.008		0.185					0.150
21 Gusanos	0.005		0.015	0.013	0.076	0.144		0.060		0.010	0.010	0.006	0.050	0.430		0.020	
22 Octopus							0.021				0.220				0.180		0.025
23 Gasterópodos				0.071				0.011				0.061					
24 Bivalvos		0.315	0.170	0.011		0.076		0.040				0.347		0.015		0.269	0.150
25 Prod. Bent		0.020			0.173			0.220				0.065	0.100			0.029	0.050
26 Zooplankton	0.050				0.343												
27 Fitoplancton								0.039									
28 Detritus	0.244	0.036	0.637	0.025	0.323		0.076	0.420				0.020				0.433	0.120

Tabla 10 Matriz depredador/presa de la época cálida para el ecosistema de Bahía Concepción.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1 Peces planos	0.005									0.010	0.010	0.002					0.038					
2 Diodontidos					0.010					0.012	0.012	0.010					0.050					
3 Tetradontidos					0.018			0.006		0.005	0.003	0.003										
4 Hemúlidos										0.045	0.020	0.050					0.022					
5 Escómbridos					0.002					0.030	0.015	0.006					0.068					
6 Mugílidos										0.026	0.014						0.009					
7 Peces de fondo	0.051			0.033						0.056	0.040	0.060					0.015					
8 Lutjánidos				0.026	0.011			0.003		0.010	0.010	0.020	0.023				0.104					
9 Gérridos				0.002	0.030			0.008		0.013	0.041	0.009					0.009					
10 Nematístidos										0.005	0.030						0.120					
11 Carángidos					0.031					0.050	0.005	0.016					0.055					
12 Serránidos	0.012				0.043			0.040		0.100	0.011	0.016	0.083				0.179					
13 Balístidos					0.011			0.004		0.018	0.017	0.042										
14 Clupeidos					0.026					0.280	0.278	0.075										
15 Peces peq		0.240		0.013			0.044			0.035	0.029	0.006	0.040		0.005							
16 Rayas																	0.056					
17 Tiburones																						
18 Portúnidos	0.155	0.376	0.034				0.372			0.045	0.023	0.179					0.005	0.050				
19 Palinúridos										0.010	0.017		0.073					0.005				
20 Penéidos	0.155		0.144	0.339	0.109		0.275	0.726		0.190	0.362	0.218	0.133				0.245	0.300				
21 Microcrust	0.304			0.423		0.049	0.080	0.112	0.189		0.010	0.049	0.013		0.770	0.750		0.100	0.200			
22 Holotúridos				0.015			0.008						0.188				0.005	0.150				
23 Gusanos	0.009		0.015			0.020	0.125	0.002	0.056	0.010	0.008	0.004	0.009		0.040	0.030	0.010			0.100		
24 Octopus				0.074	0.046												0.180					
25 Gasterópodos			0.170	0.014					0.005			0.200	0.064									
26 Bivalvos		0.307					0.077		0.019				0.350				0.269	0.200				
27 Prod. Bent		0.044		0.033	0.352	0.400	0.004		0.330						0.040		0.046	0.079	0.330			
28 Zooplankton	0.055				0.301	0.265								0.200						0.036		
29 Fitoplancton				0.028					0.001					0.800						0.300		
30 Detritus	0.254	0.033	0.637			0.247	0.006	0.076	0.400	0.020	0.018	0.015	0.024		0.085		0.410	0.116	0.470	0.539	1.00	

7.3 Agregación trófica

Lindeman (1942) introdujo el concepto de niveles tróficos; en ECOPATH se incluye esta rutina para el cálculo de niveles tróficos fraccionales, de acuerdo a lo sugerido por Odum y Heald (1975). Por definición, la rutina asigna niveles tróficos (NT) de uno a los productores primarios y al detritus. En el caso de los consumidores el valor del NT depende de la suma de los niveles tróficos de su presa, multiplicado por la proporción de la presa dentro de la dieta de la especie. Aunado al NT, el Índice de Omnivorismo (IO) indica la conducta alimenticia de los grupos de consumidores y se calcula como la varianza de los NT de las presas consumidas por un depredador dado.

$$OI_i = \sum_j (TL_j - (TL_i - i))^2 * DC_{ij}$$

(11)

Donde, TL_j es el nivel trófico de la presa j , TL_i es el nivel trófico del depredador i , DC_{ij} es la fracción de la presa (i) en la dieta promedio del depredador (j).

Cuando el valor del IO es cero, el consumidor es un especialista, es decir se alimenta de un sólo nivel trófico, un valor alto sugiere una dieta variada integrada por varios niveles tróficos. Los valores del NT y de IO se muestran en las tablas 11, 12 y 13.

En los tres modelos generados la mayoría de los grupos se ubican en los niveles tróficos menores a 3.5, lo cual puede ser atribuible a la abundancia de organismos juveniles, que emplean la laguna como área de crianza y alimentación.

Los principales depredadores en el sistema fueron los tiburones, nematístidos y serránidos con niveles tróficos mayores a 3.99.

El valor del nivel trófico más alto en los tres modelos incluye al grupo de los nematístidos y los tiburones, mientras que los holotúridos, el zooplancton y los bivalvos presentan el valor más bajo (2.0) así como el menor IO (0), ya que consumen básicamente del nivel trófico primario (detritus y productores primarios). El valor del IO mas alto en el grupo de los consumidores, en la época cálida lo obtuvo el grupo de los escómbridos (0.72) mientras que en la época fría fue el grupo de los peces planos (0.579) seguido del grupo de los gasterópodos (0.540), en esta temporada el grupo de los escómbridos estuvo ausente de la bahía. En general se observa en los tres modelos que los principales depredadores presentan un espectro alimenticio relativamente estrecho, evidenciado por los valores tan bajos del IO.

Tabla 11. Parámetros bioenergéticos del sistema de Bahía Concepción: Nivel Trófico (NT) y el Índice de Omnivorismo (IO) para el modelo anual.

	Nombre del grupo	NT	IO
1	Peces planos	3.1	0.625
2	Diodóntidos	3.5	0.406
3	Tetrodóntidos	2.4	0.335
4	Hemúlidos	3.4	0.147
5	Escómbridos	3.2	0.751
6	Mugílidos	2.5	0.335
7	Peces de fondo	3.1	0.392
8	Lutjánidos	3.3	0.268
9	Gérridos	2.4	0.416
10	Nematístidos	4.3	0.200
11	Carángidos	3.6	0.487
12	Serránidos	4.0	0.337
13	Balístidos	3.2	0.533
14	Clupeidos	2.1	0.271
15	Peces pequeños	3.2	0.048
16	Rayas	3.3	0.011
17	Tiburones	4.7	0.245
18	Portúnidos	2.6	0.350
19	Palinúridos	3.0	0.269
20	Peneidos	2.3	0.339
21	Microcrustáceos	2.5	0.298
22	Holotúridos	2.0	0.000
23	Gusanos	2.3	0.345
24	Octopus	3.9	0.060
25	Gasterópodos	2.7	0.210
26	Bivalvos	2.0	0.000
27	Prod. Bent.	1.0	0.000
28	Zooplankton	2.0	0.000
29	Fitoplancton	1.0	0.000
30	Detritus	1.0	0.000

Tabla 12. Parámetros bioenergéticos del sistema de Bahía Concepción: Nivel Trófico (NT) y el Índice de Omnivorismo (IO) para el modelo de la época fría.

	Nombre del grupo	NT	IO
1	Peces planos	3.1	0.579
2	Diodóntidos	3.7	0.210
3	Tetrodóntidos	2.5	0.468
4	Hemúlidos	3.3	0.213
6	Mugílidos	2.5	0.281
7	Peces de fondo	3.5	0.083
8	Lutjánidos	3.3	0.232
9	Gérridos	2.4	0.355
10	Nematístidos	4.4	0.372
11	Carángidos	3.8	0.325
12	Serránidos	4.0	0.293
13	Balístidos	3.4	0.360
15	Peces pequeños	3.1	0.144
16	Rayas	3.2	0.018
17	Tiburones	4.6	0.178
18	Portúnidos	2.7	0.479
19	Palinúridos	3.1	0.340
20	Peneidos	2.3	0.245
21	Microcrustáceo	2.2	0.205
22	Holotúridos	2.0	0.000
23	Gusanos	2.1	0.090
24	Octopus	3.7	0.097
25	Gasterópodos	2.9	0.540
26	Bivalvos	2.5	0.250
27	Prod. Bentón	1.0	0.000
28	Zooplankton	2.0	0.000
29	Fitoplancton	1.0	0.000
30	Detritus	1.0	0.085

Tabla 13. Parámetros bioenergéticos del sistema de Bahía Concepción: Nivel Trófico (NT) y el Índice de Omnivorismo para el modelo de la época cálida.

	Nombre del grupo	NT	IO
1	Peces planos	3.0	0.463
2	Diodóntidos	3.4	0.309
3	Tetrodóntidos	2.6	0.572
4	Hemúlidos	3.3	0.316
5	Escómbridos	2.9	0.729
6	Mugílidos	2.4	0.253
7	Peces de fondo	3.4	0.079
8	Lutjánidos	3.2	0.210
9	Gérridos	2.3	0.284
10	Nematístidos	3.7	0.368
11	Carángidos	3.5	0.243
12	Serránidos	3.7	0.227
13	Balístidos	3.3	0.325
14	Clupeidos	2.2	0.170
15	Peces pequeños	3.0	0.169
16	Rayas	3.0	0.211
17	Tiburones	4.4	0.093
18	Portúnidos	2.6	0.317
19	Palinúridos	2.9	0.232
20	Peneidos	2.2	0.219
21	Microcrustáceos	2.2	0.178
22	Holotúridos	2.0	0.000
23	Gusanos	2.3	0.257
24	Octopus	3.6	0.051
25	Gasterópodos	2.8	0.160
26	Bivalvos	2.0	0.000
27	Prod. Bentónicos	1.0	0.000
28	Zooplancton	2.0	0.031
29	Fitoplancton	1.0	0.000
30	Detritus	1.0	0.185

Al emplear la rutina de agregación trófica (Christensen y Pauly, 1992), los flujos en un sistema pueden ser distribuidos por niveles tróficos y la eficiencia de transferencia puede ser estimada. La eficiencia de transferencia anual promedio para todo el sistema es de 12%, este valor es consistente con el 10% propuesto por Lindeman (1942) y comparable al valor encontrado para otros sistemas costeros.

Los resultados de la agregación trófica muestran la presencia de 7 niveles tróficos en cada uno de los modelos generados. La aportación de los flujos relativos por nivel trófico es mostrada en la tabla 14.

Tabla 14. Agregación trófica para todos los flujos dentro de niveles tróficos discretos y la eficiencia de transferencia.

Nivel Trófico	Flujo Total (gm ⁻² año ⁻¹)			Eficiencia de Transferencia (%)		
	Anual	Invierno	Verano	Anual	Invierno	Verano
I	1144	1226	1195	-	-	-
II	801	546	894	2.3	3.7	1
III	18	20	9	19.2	22.6	15.1
IV	3.6	5	1.4	17.4	15.3	13.5
V	0.63	0.71	0.18	12.4	10.4	11.2
VI	0.08	0.08	0.02	10.9	10.1	9.4
VII	0.009	0.008	0.002	9.8	7.9	8.5

En la tabla 14 se observa que el flujo total del sistema (1974 gm⁻² año⁻¹) se encuentra distribuido de la siguiente forma: el 58 % en el nivel trófico primario (herbívoros-detritívoros), el 41% en el secundario (consumidores de primer orden), el 0.9 % en el nivel terciario (consumidores de segundo orden) y < 1 % en los últimos niveles tróficos (depredadores tope).

7.4 Eficiencia de transferencia y flujos entre los grupos.

La eficiencia de transferencia fue empleada para construir una figura que representa el total de biomasa del sistema, en forma de una pirámide tridimensional (Figs. 2, 3 y 4). La pirámide anual construida para Bahía Concepción, muestra que el 73 % de la biomasa se encuentra distribuida principalmente en el primer nivel trófico, en el segundo nivel trófico el 22 %, en el tercer nivel trófico el 4 %, en el cuarto nivel trófico el 1% y < 1 % en los restantes niveles tróficos. La mayoría de los flujos del nivel trófico II es atribuida principalmente al zooplancton y en menor grado a los microcrustáceos.

La eficiencia de transferencia promedio de los niveles heterotróficos en la época cálida y fría fue de 9.7 y 11.6 % respectivamente, para el modelo anual fue de 12 %, valor consistente con el promedio del 10% propuesto para otros sistemas (Pauly y Christensen 1995). Bauman (1995) menciona que el valor del 10% propuesto por Pauly es el resultado de la simulación de Monte-Carlo, la cual refleja la variabilidad de los niveles tróficos entre grupos de especies e ignora la variabilidad en los niveles tróficos dentro de un grupo.

Al combinar todos los flujos (productores y detritus), la eficiencia trófica de Bahía Concepción no muestra diferencias muy marcadas en cada uno de los modelos, a excepción de invierno donde se encontró una pequeña diferencia, la eficiencia de transferencia para los diferentes niveles tróficos mostró un intervalo de 3.7 a 22.6.

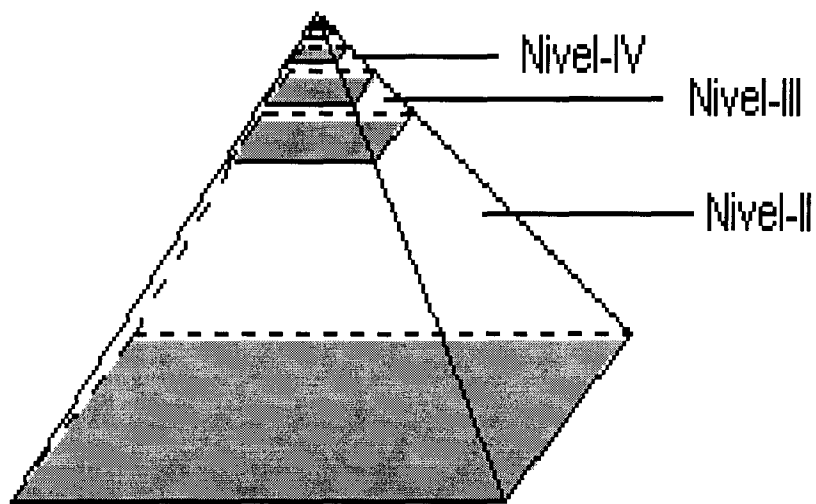


Fig. 2 Representación piramidal del flujo trófico anual desde los consumidores primarios (Nivel trófico I) hasta los depredadores tope (Nivel trófico V). El volumen de cada compartimiento es proporcional al total de flujos ($\text{gm}^{-2}\text{año}^{-1}$).

El flujo de energía en un ecosistema se representa mediante una pirámide trófica. La base de la pirámide representa a los productores (Nivel trófico I), y las capas superiores representan a los consumidores (Nivel trófico II, III, IV, V). El volumen de cada compartimiento es proporcional al total de flujos ($\text{gm}^{-2}\text{año}^{-1}$).

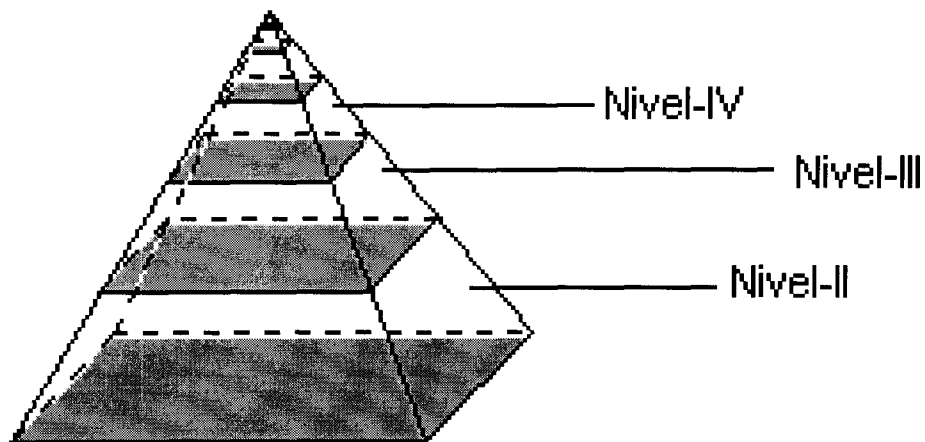


Fig. 3 Representación piramidal del flujo trófico de la época fría desde los consumidores primarios (Nivel trófico I) hasta los depredadores tope (Nivel trófico V). El volumen de cada compartimiento es proporcional al total de flujos ($\text{gm}^{-2}\text{año}^{-1}$).

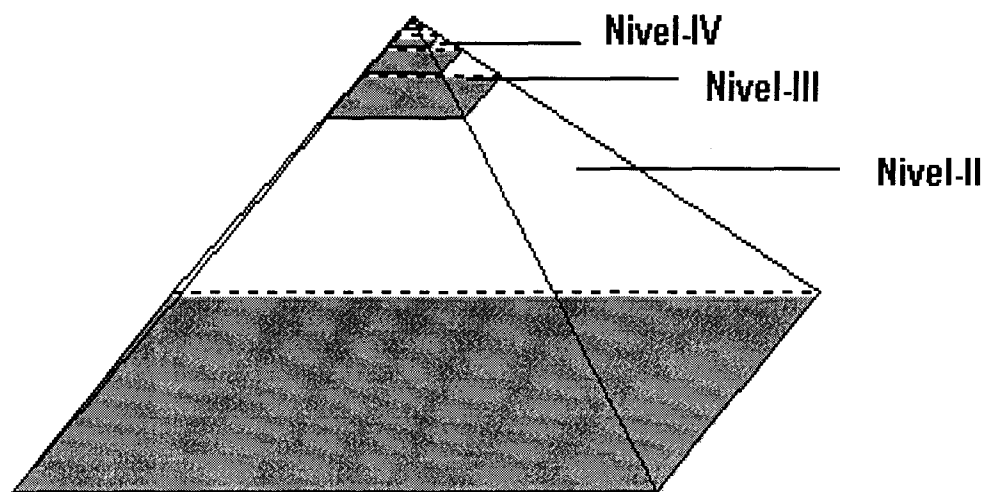


Fig. 4 Representación piramidal del flujo trófico de la época cálida desde los consumidores primarios (Nivel trófico I) hasta los depredadores tope (Nivel trófico V). El volumen de cada compartimiento es proporcional al total de flujos ($\text{gm}^{-2}\text{año}^{-1}$).

Los flujos y biomasa para cada modelo son representados en un diagrama de flujo (figs. 5, 6 y 7); cada una de las cajas representa los grupos funcionales que integran el sistema y cuyo tamaño es proporcional a su biomasa. La posición vertical de cada caja dentro de la gráfica está en función del nivel trófico determinado para cada componente. En la parte inferior se presentan los grupos de los niveles tróficos cercanos a la base de la cadena trófica (v.gr. Productores primarios y detritus); las cajas de la parte superior corresponden a los consumidores, ocupando la mayoría el segundo y tercer nivel trófico, por último el cuarto nivel lo integra el grupo de los tiburones (depredadores tope).

La mayor actividad en términos de flujo ocurre en la parte inferior de la trama trófica en donde se utiliza el detritus y el fitoplancton como fuente de alimento.

La biomasa de los productores bentónicos es poco consumida y la mayoría de su producción se va al detritus, los flujos más grandes se derivan de los productores primarios y el detritus.

La mayor parte de la energía de los depredadores tope es exportada a aguas más profundas y fuera de la bahía, como resultado de los cambios ambientales en la bahía, lo cual trae como consecuencia un patrón estacional de la fauna ictiológica (Rodríguez-Romero, 1990).

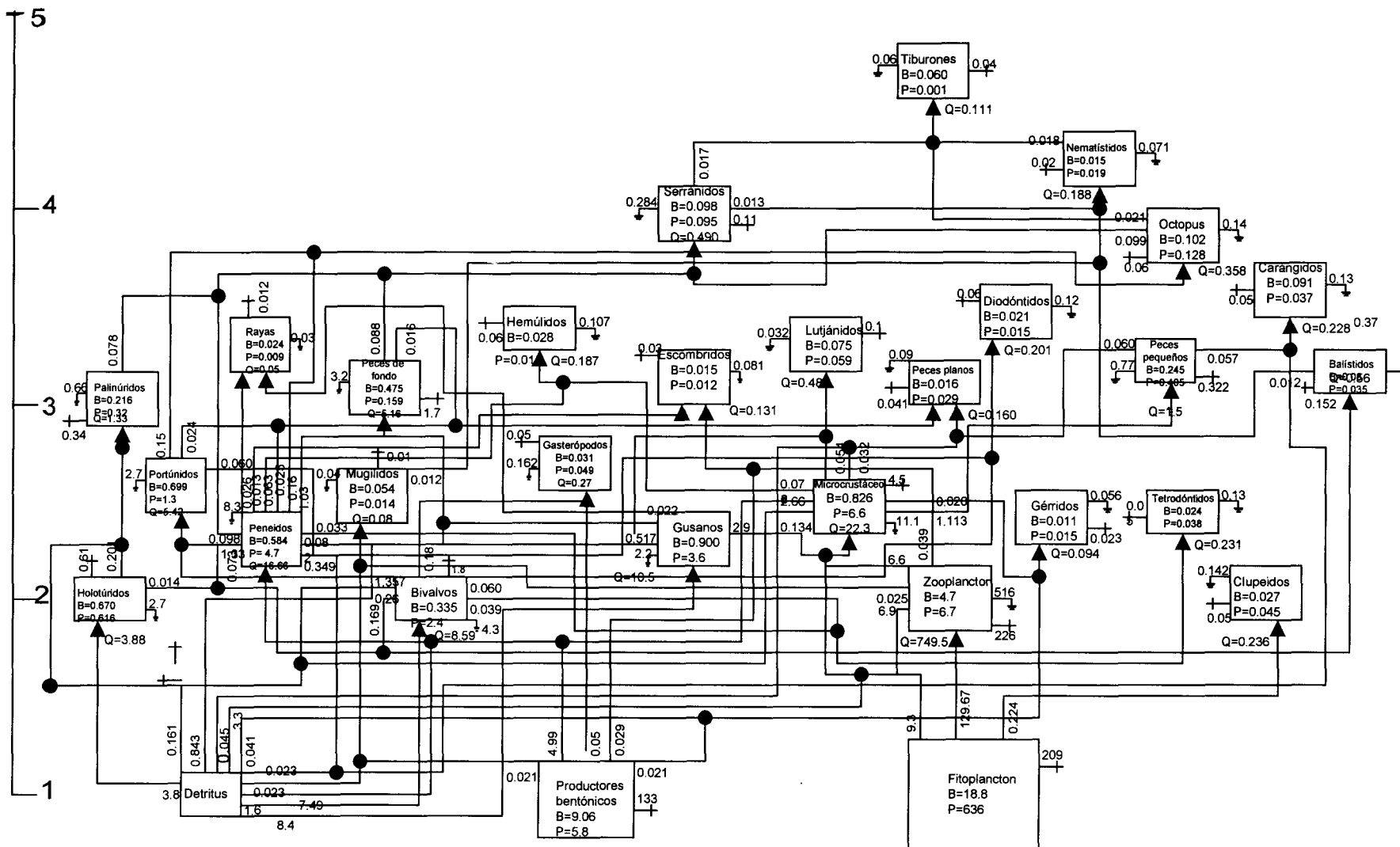


Fig. 5 Diagrama del flujo trófico anual del ecosistema de Bahía Concepción. Solo se muestran aquellos flujos > 10 % del total. B= Biomasa (gm^{-2}), P= Producción($\text{gm}^{-2}\text{año}^{-1}$), Q= Consumo($\text{gm}^{-2}\text{año}^{-1}$)

→ Flujos — T — Respiración — + — Flujo a detritus —●— Conector

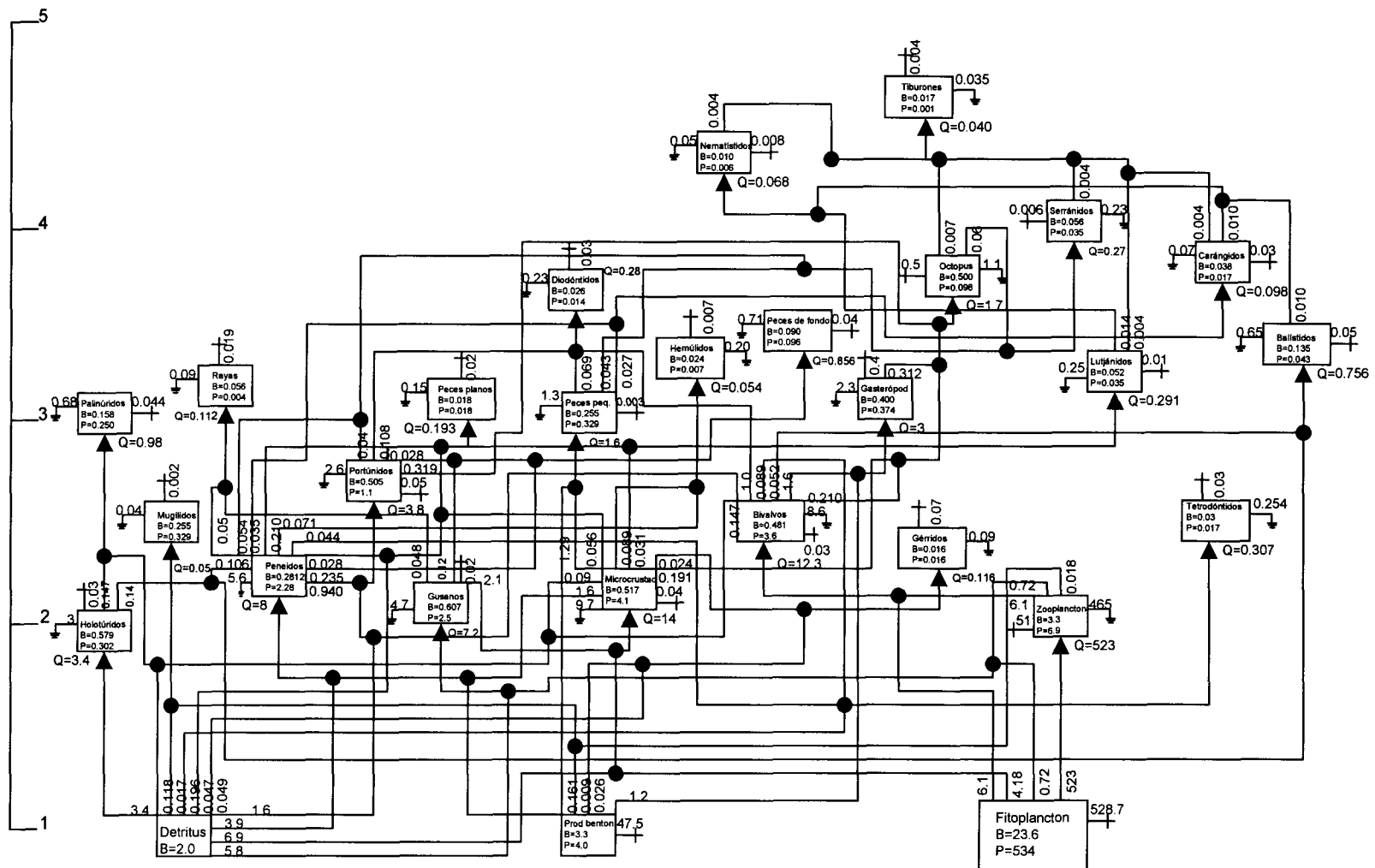


Fig. 6 Diagrama del flujo trófico de la época fría del ecosistema de Bahía Concepción. Solo se muestran aquellos flujos $> 10\%$ del total. B= Biomasa (gm^{-2}), P= Producción($\text{gm}^{-2}\text{año}^{-1}$), Q= Consumo($\text{gm}^{-2}\text{año}^{-1}$)

 Flujos
  Respiración
  Flujo a detritus
 

7.5 Estimadores del Ecosistema.

El total de flujos del sistema (TFS) representa “el tamaño del sistema en términos de flujo” (Throughput, Ulanowicz, 1986) y su valor es utilizado como un parámetro comparativo entre ecosistemas (Christensen, 1995). El TFS para el modelo anual fue de $1974 \text{ g/m}^2/\text{año}^1$; del total de los flujos para la bahía, el 28 % se utiliza para los procesos respiratorios y el 30 % se canaliza al detritus. La biomasa total del sistema para el modelo anual fue de $38 \text{ g/m}^2/\text{año}^1$, para las épocas cálida y fría fue de $36 \text{ g/m}^2/\text{año}^1$ y de $37 \text{ g/m}^2/\text{año}^1$ respectivamente.

7.6 Impacto trófico

Leontief (1951) desarrolló un método para evaluar las interacciones directas e indirectas de la economía en EE.UU; dicha matriz fue introducida en ecología por Hanon (1973) y Hanon y Joiris (1989). La matriz evalúa el efecto que los cambios de biomasa de un grupo tendrían sobre la biomasa de otro grupo en el sistema.

Las figuras 8, 9 y 10 muestran el impacto directo e indirecto que los grupos de la parte izquierda de la gráfica tienen sobre los grupos de la parte superior. Los impactos positivos son indicados por las barras por arriba de la base de la línea y los negativos hacia abajo. La mayoría de los grupos tienen un impacto negativo sobre si mismos, reflejando competencia por recursos dentro de los grupos.

A pesar que se supone que el sistema se encuentra en estado de equilibrio es posible determinar la respuesta de cada grupo en el modelo a perturbaciones por el incremento en la biomasa de cada grupo. Un incremento en la depredación de algunos grupos reduce todas las biomásas de sus presas y decrece drásticamente su propia biomasa. Cuando disminuye la biomasa de la presa se origina una competencia y un incremento del canibalismo dentro del grupo.

Los grupos con bajos niveles tróficos tales como microcrustáceos, bivalvos, fitoplancton y peneidos, tienen impactos positivos sobre un gran número de consumidores, ya que forman parte de la dieta de muchos organismos, lo que les

confiere un papel importante como recurso alimenticio. A pesar de que los productores bentónicos no se ven afectados por ningún otro grupo, debido a que no forman parte importante de su dieta, tienen un impacto positivo indirecto sobre un número relativamente grande de grupos debido a su contribución al detritus.

Los impactos negativos por parte de los peces sobre otros grupos son muy pequeños debido a su papel como depredadores y competidores en el sistema, así como a su abundancia y alta tasa de producción de sus presas.

El número más alto de impactos negativos es causado por el zooplancton, resaltando su importancia como componente alimenticio de un gran número de grupos y su papel regulador en la cadena trófica.

La rutina de impactos tróficos no fue diseñada para realizar predicciones, ya que no se tiene una dimensión de tiempo y no puede anticipar cambios en la trama alimenticia. Aún así, esta matriz puede ser usada para incrementar nuestro conocimiento de las uniones ecológicas del sistema.

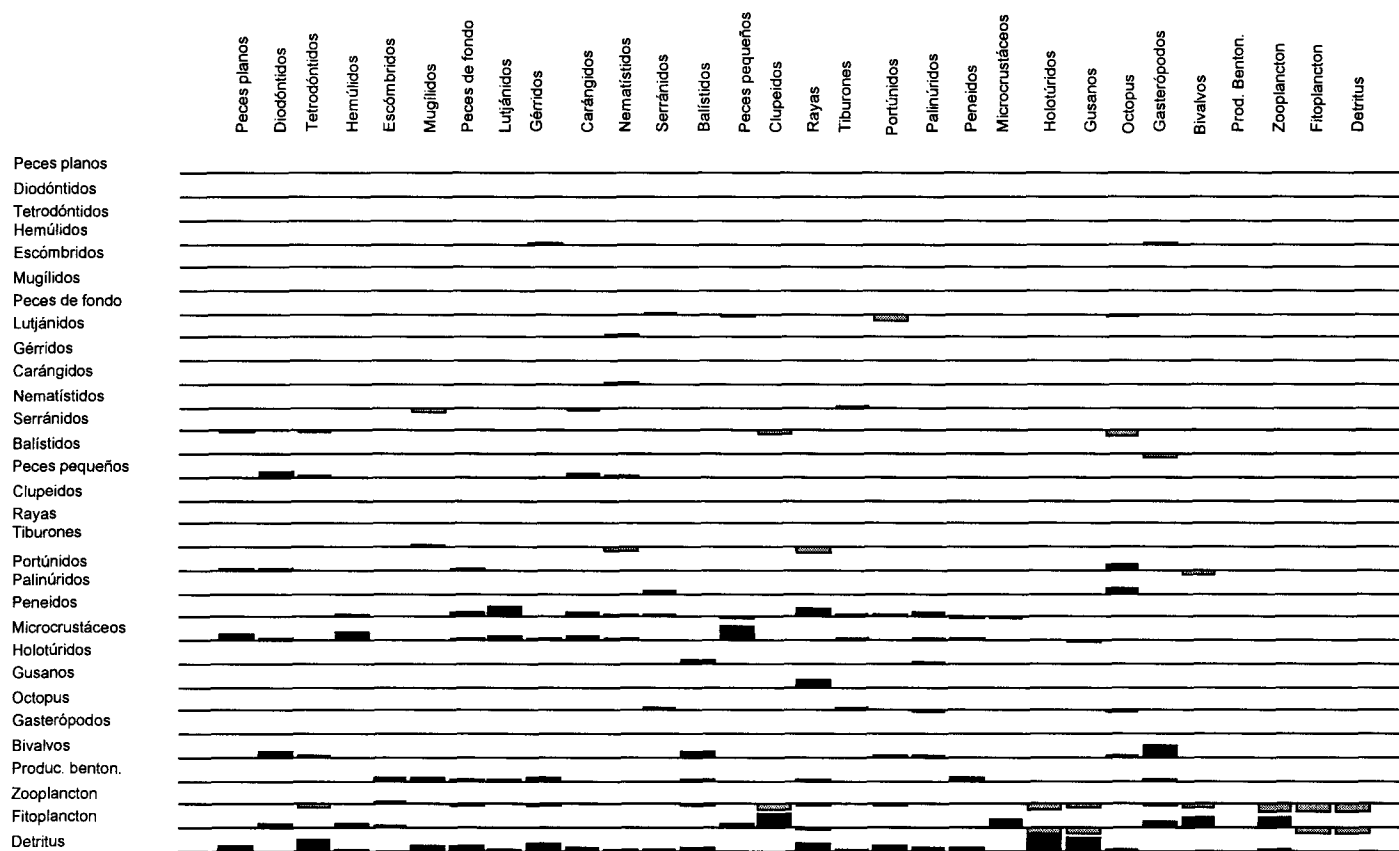


Fig. 8 Representación de los impactos tróficos directos e indirectos para el ecosistema de Bahía Concepción (anual). Los impactos positivos son mostrados arriba de la base de la línea, los negativos abajo.

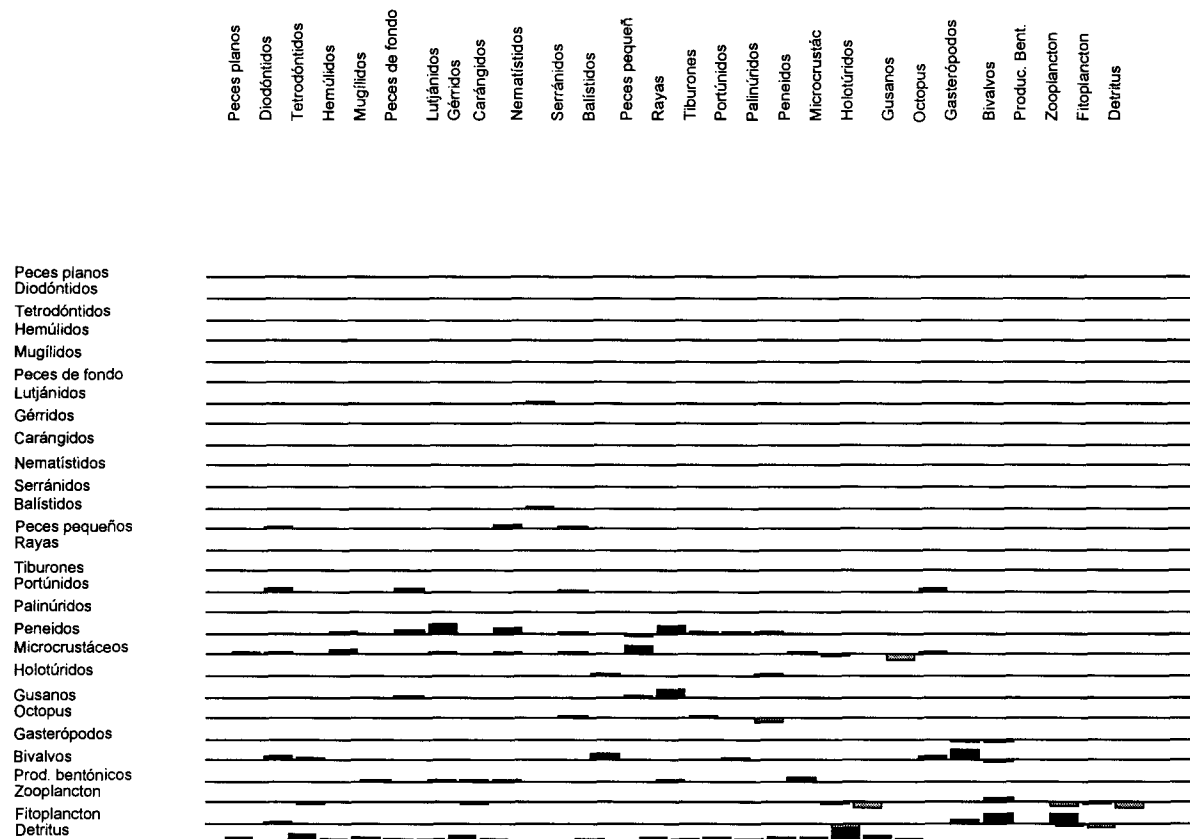


Fig. 9 Representación de los impactos tróficos directos e indirectos para el ecosistema de Bahía Concepción (época fría). Los impactos positivos son mostrados arriba de la base de la línea, los negativos abajo.

7.7 Comparación de los principales atributos del sistema de Bahía Concepción con otros sistemas similares.

Para llevar a cabo la comparación de Bahía Concepción con otros sistemas se tomaron en cuenta los siguientes atributos: el flujo total del sistema, la producción primaria total, la producción total y la biomasa total. Se consideraron los siguientes sistemas modelados con ECOPATH: Bahía de Maputo (Africa), Laguna de Huizache-Caimanero Sin., Laguna de Tamiahua Ver., Laguna de Celestún Yuc., Ecosistema Epipelágico y Costero del Golfo de California, Plataforma sur occidental del Golfo de México, Plataforma de Campeche y Plataforma de Yucatán.

En las tablas 15 y 16 se puede observar que los atributos de Bahía Concepción se encuentran por debajo del valor promedio de los otros sistemas, excepto el de la laguna de Tamiahua $811 \text{ gm}^{-2}\text{año}^{-1}$. La tasa de producción varía considerablemente entre los sistemas analizados, con la más alta en el sistema de Huizache-Caimanero, seguida por el sistema del Golfo de California, con valores de $4,320$ y $3,492 \text{ tkm}^{-2}\text{año}^{-1}$ respectivamente.

Existen además diferencias entre las propiedades estructurales, tales como la biomasa y en atributos como el total de los flujos. Este último muestra un valor similar para Huizache-Caimanero y el ecosistema del Golfo de California; esto se debe en parte a que Huizache-Caimanero es un sistema subsidiado, con una gran intensidad en el movimiento de agua lo que origina un aporte elevado de nutrimentos y eficientes maneras de conservarlo, además de presentar durante el verano lluvias y vientos fuertes en invierno. En el Golfo de California los vientos provenientes del sureste generan surgencias y las fuertes corrientes de marea producen advección y afloramiento en la cintura insular, lo que lo hace una zona altamente productiva (Hernández- Herrera y Cisneros-Mata, 1999).

Los valores de los atributos del Golfo de México muestran un flujo total de $3,319 \text{ tkm}^{-2}\text{año}^{-1}$ indicando un sistema productivo, debido a la contribución de las lagunas costeras a lo largo de la línea costera de esta región.

La laguna de Tamiahua presenta una productividad muy baja comparada con otros sistemas estuarinos tropicales, esto es debido en parte a que ésta área soporta un impacto de las actividades petroleras, resultando una alta mortalidad de las comunidades bénticas.

El sistema de Campeche y Yucatán muestran valores relativamente bajos en los atributos analizados, los cuales son comparables a los obtenidos en Bahía Concepción. En el caso de Bahía Concepción los valores obtenidos muestran que ésta bahía es poco productiva, lo cual es atribuible a las características hidrográficas tan particulares que se presentan en la bahía. Aunado a esto, la zona se caracteriza por la escasez de lluvias y ausencia de entradas de ríos y por la presencia de un abastecimiento de material sedimentario de la tierra a través del aporte atmosférico y erosión costera (Shumilin, *et al* coms. pers.). Adicionalmente, la capa anóxica del fondo limita el desarrollo de la vida bentónica y el reciclaje del nutrimento y del detritus. En todos los sistemas el nivel trófico en que actúa la pesquería es similar.

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO

Tabla 15. Comparación de los principales atributos de Bahía Concepción con otros sistemas similares (Lagunas y Bahías).

Atributo/Sistema	Bahía Concepción	Bahía Maputo	Laguna Huiza-Caima	Laguna Tamiahua	Laguna Celestún
Unidades	gm ⁻² año ⁻¹	tkm ⁻² año ⁻¹	tkm ⁻² año ⁻¹	gm ⁻² año ⁻¹	gm ⁻² año ⁻¹
Total de Flujos del sistema	1974	5498	6669	811	8969
Suma total de la producción	1091	2650	4320	316	2443
Producción primaria neta calculada	985	2359	3816	256	1890
Biomasa total	38	167	486	21	430
Capturas totales	0.002	7	7.39	0	1.00
Nivel en el que actúa la pesquería	3.0	2.5	3.5	0	3.2

Tabla 16. Comparación de los principales atributos de Bahía Concepción con otros sistemas similares (Golfo y Plataformas).

Atributo/Sistema	Golfo California	Golfo México	Yucatán	Campeche
Unidades	tkm ⁻² año ⁻¹	tkm ⁻² año ⁻¹	gm ⁻² año ⁻¹	gm ⁻² año ⁻¹
Total de Flujos del sistema	6914	3319	2049	2033
Suma total de la producción	3492	1505	691	695
Producción primaria neta calculada	2673	1220	454	474
Biomasa total	91	35	65	86
Capturas totales	8.33	2.8	0.08	4.8
Nivel en el que actúa la pesquería	3.8	2.6	4.1	4.0

8. DISCUSIÓN.

8.1 Modelos ECOPATH

El conocimiento de la dinámica trófica del ecosistema de Bahía Concepción resulta básico para comprender y analizar el flujo de energía en este sistema. Actualmente se ha dado un mayor énfasis a la evaluación de flujos de materia y energía en este tipo de sistemas; sin embargo, los modelos tradicionales son difíciles de construir y aún más difícil de obtener una simulación real del sistema. El empleo de herramientas tipo ECOPATH ha permitido construir modelos en los cuales se conceptualizan los recursos como componentes del sistema funcionando de manera integral con los distintos grupos, por lo que al afectar alguno se verán afectados los demás; además evalúa diversas propiedades que pueden ser usadas para fines comparativos entre sistemas (e.g. Vega *et al.*, 1993; De la Cruz, 1993; Chávez *et al.*, 1993). Recientemente el modelo ECOPATH ha integrado la rutina ECOSIM (Walters *et al.*, 1998), la cual es un programa de simulación que permite evaluar el impacto de diferentes regímenes pesqueros sobre los componentes biológicos del sistema. Se espera que un enfoque de este tipo permita en un futuro un mejor manejo de los recursos existentes dentro de cualquier sistema.

8.2 Componentes del sistema.

Para la construcción del modelo trófico se eligieron varios grupos funcionales, los cuales presentaban una biomasa alta en el sistema, formaban parte importante de la dieta de algunos grupos o bien son recursos pesqueros importantes; se trató de considerar todos los componentes del ecosistema. Resulta necesaria la generación de información para el grupo de invertebrados y de los productores primarios, ya que en muchos casos no se incluyeron grupos importantes o la información tuvo que ser adaptada de otros sistemas. Es recomendable considerar

grupos funcionales integrados por organismos juveniles, ya que este sistema es utilizado como área de refugio y alimentación por una gran cantidad de juveniles y especies pequeñas (Rodríguez-Romero, *et al.*, 1998).

Para el grupo de los productores bentónicos, bivalvos, fitoplancton, zooplancton y la mayoría de los grupos de peces, los datos de entrada de la biomasa provienen de estudios realizados en la bahía. Se utilizaron los promedios de biomasa para cada grupo tomando en cuenta las variaciones estacionales (época fría y cálida). Cabe señalar que los valores de biomasa tan pequeños para los grupos de los peces se debieron a que un gran número de juveniles y especies pequeñas se encuentran en la bahía durante gran parte del año. Para la mayoría de los grupos de invertebrados la estimación de la biomasa fue realizada por el programa, debido a la escasez de información referente a este aspecto.

La biomasa de detritus está probablemente subestimada debido a que únicamente se consideraron los datos de Cla, la cual refleja sólo una parte de la aportación al detritus; resulta necesario considerar en futuros trabajos otras fuentes como el mangle, macroalgas, pastos marinos, zooplancton y heces fecales, que no se tomaron en cuenta debido a la carencia de trabajos al respecto en el área de estudio.

La información de las dietas para la mayoría de los grupos fue tomada de áreas similares, únicamente se contó con información para cuatro grupos funcionales en el área de estudio (lutjánidos, balístidos, peces de fondo y gasterópodos). A pesar de que la información de las dietas proviene de otras áreas no se considera un problema ya que la mayoría de las especies son constantes en su dieta, al grado que las dietas reportadas para una especie de un área no son fundamentalmente diferentes de sus dietas en otra área similar, especialmente si no se consideran las especies de las presas sino grupos generales de éstos.

Los datos de capturas fueron poco significativos para la mayoría de los grupos, a excepción de los bivalvos, los cuales soportan una pesquería artesanal desde hace algunos años.

La razón P/B y Q/B no fue estimada de experimentos en el área, estimaciones aproximadas fueron derivadas. Para el grupo de los peces se estimó con la ecuación empírica de Pauly (1980) y Palomares y Pauly (1989). Para el grupo de los invertebrados el cálculo resultó más difícil debido a la escasez de información de los parámetros biológicos, por lo cual en muchos casos éste fue tomado de sistemas similares.

El conocimiento disponible para la estimación de la razón P/B de los productores bentónicos y el fitoplancton es mas que incompleto, por lo que fue necesario considerar valores de P/B de otros sistemas similares.

Los depredadores tope del sistema fueron principalmente peces; no se consideraron otros grupos (aves), ya que su impacto es limitado y su abundancia en el sistema es pequeña, por lo tanto es aceptable excluirlos del modelo.

A pesar de que existe una carencia de información acerca de gran parte de los componentes del sistema, se debe enfatizar que es perfectamente posible construir un modelo razonable basado en datos y parámetros estimados indirectamente (ecuaciones empíricas) o bien a través del cálculo por el programa.

8.3 El modelo de Bahía Concepción.

El conocimiento de las interacciones tróficas constituye un paso importante hacia un entendimiento de la base dinámica de la estructura de la comunidad (Livingston, 1982). En Bahía Concepción los niveles tróficos de los consumidores se encuentran en un intervalo de 2.0-4.4.

8.3.1 Factores ambientales y Productividad primaria.

La dinámica de este sistema se debe en gran medida a las condiciones ambientales, al hábitat y a las características intrínsecas de la comunidad biótica. De esta forma el incremento en biomasa y el descenso en abundancia en el modelo de la época fría parece estar relacionado con los patrones migratorios de

las especies, los cuales podrían estar asociados con la búsqueda de protección, alimentación e incluso con la reproducción (Rodríguez-Romero *et al.* , 1998). Además, este sistema está sometido a cambios drásticos de las variables ambientales, los cuales se presentan de manera estacional, produciendo cambios significativos en la composición y abundancia de la biota de la bahía, lo cual se ve reflejado en la ausencia de algunos grupos en la época fría.

La permanencia de ciertas especies en la bahía a lo largo del año, está en función de las adaptaciones que permiten reducir la competencia interespecífica, lo cual repercute en la función que desarrollan estas especies en el ecosistema por su papel en la transformación de energía a lo largo de la cadena trófica.

Bahía Concepción muestra que las condiciones oceanográficas modulan cambios estacionales en la productividad de la bahía; durante el periodo de vientos fuertes, la productividad más alta fue registrada en la época fría y la más baja en la cálida, cuando los vientos son más débiles y la columna de agua se estratifica (Reyes-Salinas, 1994).

En cuanto a la productividad primaria se refiere, que el fitoplancton es el productor primario más importante tanto por su biomasa como por su alta tasa de producción, constituyendo una fuente de energía importante para un gran número de organismos. Los productores bentónicos (especialmente el género *Sargassum* sp) presentan una importancia secundaria. La fragmentación de esta vegetación en la temporada de desprendimiento pasa a formar parte del detritus, el cual posteriormente será una fuente directa e indirecta de energía para un gran número de organismos.

8.3.2 Niveles tróficos.

Los sistemas lagunares se caracterizan por presentar niveles tróficos relativamente bajos (2.0-3.6); esto indica que la mayoría de los organismos están constituidos por individuos juveniles, los cuales utilizan el sistema como zona de alimentación y crianza y a la dependencia de la trama trófica sobre el detritus. Sin embargo en Bahía Concepción, el detritus no fue muy significativo en la trama

trófica y se encontró una alta abundancia de organismos juveniles y pequeños como los clupeidos que encuentran en la bahía una fuente importante de alimento.

En Bahía Concepción los niveles tróficos fueron relativamente altos (2.0-4.7); los peces fueron los depredadores tope y juegan un papel importante en la transferencia de energía de los productores primarios a los niveles tróficos más altos dentro de la bahía, los cuales a su vez emigran hacia áreas adyacentes. El nivel trófico de los depredadores tope correspondió al grupo de los tiburones y nematístidos con un valor comparable al encontrado para estos depredadores en otros sistemas costeros. La mayoría de los invertebrados se ubicaron en los niveles tróficos ≤ 2.9 , de estos el grupo del zooplancton, microcrustáceos y gusanos constituyen una fuente importante de energía transferible a los subsecuentes niveles tróficos.

8.3.3 Impactos tróficos.

La matriz de impactos muestra que los peces tienen sólo impactos negativos sobre los otros grupos debido a su papel como depredadores y competidores en el sistema. Grupos de bajos niveles tróficos, principalmente el detritus, impactan positivamente en un gran número de grupos exaltando su papel como fuente alimenticia. Un incremento en la biomasa de detritus implica una rápida respuesta funcional de los detritívoros (Graff, 1992) con un subsecuente impacto positivo en los niveles tróficos más altos.

Los productores bentónicos tienen un impacto positivo directo sobre un gran número de grupos debido a su contribución a la biomasa de detritus, el cual tiene una gran importancia como recurso alimenticio en sistemas acuáticos someros (Tenore *et al.*, 1982).

En general la estructura de las rutas ilustradas en el diagrama de flujo es muy similar en el modelo anual y en el de la época cálida, observándose una diferencia en la magnitud de los flujos en la época fría. La ausencia de ciertos grupos en el modelo de la época fría (probablemente por migración) se ve

reflejado en la diferencia de valores de la biomasa total del sistema siendo mayor en la época cálida que en la fría.

El diagrama de flujo muestra que uno de los principales flujos de energía es a partir de la biomasa del fitoplancton, la mayoría de este es utilizado directamente por los bivalvos y parte es transferido directa o indirectamente como materia fecal vía detritus (Mölter *et al.*, 1985).

El fitoplancton presenta fluctuaciones en los valores de biomasa en ambos modelos, mostrando un incremento en la época fría y un descenso en la cálida debido al patrón de estratificación vertical en esta época, el cual reduce la tasa de producción primaria en esta temporada. En contraparte, en la época fría la columna de agua se encuentra bien mezclada, de tal forma el incremento en la disponibilidad del nutrimento estimula la producción primaria, con el consecuente aumento directo e indirecto de la biomasa de ciertos componentes del sistema por ejemplo zooplancton, moluscos bivalvos y pequeños invertebrados. Esto ocasiona diferencias en la estructura de la comunidad y en las propiedades del sistema, las cuales fueron observadas a escala temporal.

Las principales razones que explican las variaciones en la biomasa, consumo y producción en la época cálida y fría son el incremento en la temperatura superficial, el efecto de esta sobre la respiración y el crecimiento de las especies residentes, así como la migración de ciertas especies de peces (clupeidos y escómbridos).

8.3.4 Comparación con otros ecosistemas.

La eficiencia de transferencia promedio para este sistema del orden de 10 al 15 %, es consistente con el registrado en otras zonas costeras y estuarios.

La tasa de producción primaria varía considerablemente entre los ecosistemas analizados, siendo la más alta en el sistema de Huizache-Caimanero (3,816) seguida por la del Golfo de California (2,673). Las diferencias entre las posiciones tróficas de los grupos que integran el sistema son pequeñas. El total de

flujos del sistema (TST) muestra que en términos de flujo, Bahía Concepción es menos productiva en comparación con los sistemas del Golfo de México y del Pacífico, corroborado por su baja tasa de productividad neta.

El nivel en que actúa la pesquería y las capturas totales encontradas en la bahía presenta una diferencia notable ya que la pesquería es muy incipiente mientras que en los sistemas comparados existen pesquerías mejor desarrolladas.

8.3.5 Papel del detritus en Bahía Concepción.

En un sistema lagunar son dos las principales vías de flujo en las cadenas alimenticias, una basada en el pastoreo y la otra que se alimenta de detritus. En el sistema de Bahía Concepción el detritus tiene una importancia secundaria, durante la época cálida la condición hidrodinámica de la bahía permite la acumulación del detritus en la porción más profunda de la bahía que tiende a condiciones anóxica; trayendo como consecuencia que el detritus como fuente de energía sea poco accesible a un gran número de organismos. Durante la época fría el detritus adquiere mayor importancia, ya que el aumento de los vientos provoca la resuspensión del material orgánico del fondo de la bahía, todo esto permite un aumento en la abundancia del fitoplancton y por lo tanto un incremento de alimento disponible para el zooplancton y en general la mayoría de los grupos se ven beneficiados al consumir organismos asociados al detritus.

En la zona, el detritus llega a ser una fuente alimenticia alterna para el zooplancton cuando se presenta una baja densidad de fitoplancton durante el periodo de estratificación (Martínez-López y Gárate-Lizárraga, 1997). Esto, aunado a los cambios ambientales, son los responsables de las variaciones en la comunidad del zooplancton (Palomares-García y Martínez-López, 1997).

El inicio del periodo de estratificación produce cambios importantes en los productores primarios principales dentro de la bahía. Estos cambios implican el decremento de la productividad del fitoplancton, pastos (género *Zostera*) y macroalgas (principalmente de las especies del género *Sargassum*). Estas

características están reflejadas en el origen de la materia orgánica, la cual contiene una alta proporción de carbohidratos probablemente relacionados a productos detríticos y la degradación de los pastos y macroalgas en la parte interna de la bahía (Palomares-García y Martínez-López, 1997).

8.3.6 Comentarios finales.

Es importante reconocer las limitaciones del modelo construido para Bahía Concepción, ya que es un sistema abierto con intercambio continuo de materiales y organismos. Las distribuciones de especies como los macrocrustáceos y peces que habitan el sistema no están restringidas a ésta área y probablemente algunas entradas y salidas (importación y exportación) deben ser tomadas en cuenta, por lo tanto el supuesto equilibrio debe tomarse con sus reservas y limitaciones. Es importante seguir analizando y complementado la información de este sistema ya que la entrada de datos en muchos casos fue adaptada de la literatura y la mayoría referida a diferentes periodos de tiempo; por lo tanto los resultados deben ser considerados sólo como una aproximación preliminar de la estructura trófica de Bahía Concepción.

Con toda la información analizada se puede concluir que hacen falta estudios sobre una gran cantidad de procesos poblacionales: migraciones, reclutamiento, crecimiento y mortalidad natural para casi todos los componentes existentes en Bahía Concepción

Resulta necesario la generación de conocimientos en áreas relativamente sin impacto antropogénico, como es el caso de Bahía Concepción, la cual es considerada como un ambiente marino prístino del Golfo de California.

CONCLUSIONES.

- 1) El modelo trófico generado consistió de los siguientes grupos funcionales: 17 de peces, 10 de invertebrados 2 de productores primarios y 1 de detritus. Para cada uno de los grupos se estimó la biomasa, producción y consumo (excepto productores primarios y detritus).
- 2) A través del programa ECOPATH fue posible identificar la estructura trófica del ecosistema de donde se calcularon el flujo total del sistema $1974 \text{ gm}^{-2}\text{año}^{-1}$, la biomasa total $38 \text{ gm}^{-2}\text{año}^{-1}$ y la producción total $3492 \text{ gm}^{-2}\text{año}^{-1}$.
- 3) El programa ECOPATH permitió poner en evidencia la variabilidad estacional (época cálida y fría) de la estructura y función del ecosistema de Bahía Concepción.
- 4) El sistema de Bahía Concepción exhibe cambios estacionales, los cuales repercuten en los valores de producción, biomasa y en las diversas interacciones tróficas de los componentes del sistema.
- 5) A los grupos del primer nivel trófico corresponden los máximos valores de biomasa y producción en los tres modelos.
- 6) La mayoría de los grupos de consumidores se ubican en niveles tróficos menores a 3.5.
- 7) Los grupos ubicados en niveles tróficos bajos tienen impactos positivos sobre un gran número de consumidores, ya que constituyen un recurso alimenticio importante.
- 8) Las capturas no representó un porcentaje importante ($0.002 \text{ gm}^{-2}\text{año}^{-1}$) dentro de los flujos del sistema de Bahía Concepción.
- 9) En general la estructura de los caminos ilustrados en los diagramas tróficos fue muy similar en los tres modelos: anual, época cálida y época fría, con una diferencia en la magnitud de los flujos en el invierno. Los flujos más intensos se derivan de los productores primarios y el detritus.
- 10) La eficiencia de transferencia promedio anual fue del 12 %, la cual se encuentra dentro del intervalo propuesto para lagunas costeras y estuarios.

11) La comparación de los principales atributos de Bahía Concepción muestra que en términos de flujo, la bahía es menos productiva que los siguientes ecosistemas: Bahía Maputo, Huizache-Caimanero, Celestún, Golfo de California, Golfo de México, Plataforma de Yucatán y Campeche.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Abitia-Cardenas, L.A., J. Rodríguez-Romero y F. Galván-Magaña. 1990. Observaciones tróficas de tres especies de peces de importancia comercial de bahía Concepción, Baja California Sur, México. **Inv. Mar. CICIMAR**. 5(1): 55-61.
- Aguirre-León, A., A. Yañez-Arancibia y F. Amezcua-Linares. 1982. Taxonomía, diversidad, distribución y abundancia de las mojaras de la Laguna de Términos, Campeche (Pisces: Gerreidae). **An. Inst. Cienc del Mar y Limnol. UNAM**. 9(1): 213 - 250.
- Aiken, A.K. 1975. The biology, ecology and bionomics of the trigger-fishes, Balistidae. pp. 191-205. In: Munro J.L. (ed.). **Caribbean Coral reef fishery Resources**. ICLARM. Manila Filipinas.
- Aliño, P.M., L.T. McManus, C.L. Mañola, Jr. M.D. Fortes, G.C. Trono, Jr. y G.S. Jacinto. 1993. Initial parameter estimations of a coral reef flat ecosystem in Bolinao, Pangasinan, northwestern Philippines, pp. 252-258. In: Christensen V. and D. Pauly (eds.). **Trophic models of aquatic ecosystems**. ICLARM Conf. Proc. 26, 390 p.
- Alvarado-Castillo, R. y R. Felix-Uraga. 1996. Edad y crecimiento de la sardina monterrey *Sardinops caeruleus* (Pisces: Clupeidae) en Isla de Cedros, Baja California, México, durante 1985 y 1986. **Bol. Invest. Mar. y Cost.** 25:77-86.
- Alvarez-Cadena, N. y C. Graziano. 1990. Cut content analysis of *Calanus helgolandicus* (Crustacea: copepoda) from Manx waters area, North-Irish Sea. **Inv. Mar. CICIMAR**. 5(2): 147-153.
- Allen, K.R. 1971. Relation between production and biomass. **J. Fish. Res. Board. Can.** 28:1573-1581.
- Arreguín-Sánchez, J.C. Seijo y E. Valero-Pacheco. 1993. An Application of ECOPATH II to the North Continental Shelf Ecosystem of Yucatan, México, pp. 269-278. In: Christensen V. y D. Pauly (eds.). **Trophic models of aquatic ecosystem**. ICLARM Conf. Proc. 26, 390 p.

- Arreguín-Sánchez, F. 1995. Biodiversidad y la explotación de recursos pesqueros del ecosistema. pp. 87-109. In: Yáñez-Arancibia, A. (ed.). **Recursos faunísticos del litoral de la Península de Yucatán**. Univ. Aut. Campeche. EPOMEX Serie Científica 2.
- Arreguín-Sánchez, F. y E.A Chávez. 1995. An investigation of the trophic role of three pelagic fishes in a tropical coastal ecosystem of the Western Gulf of Mexico, using the ECOPATH II model. **Scienc. Mar.** 59 (3-4): 307-315.
- Arreguín-Sánchez, F. y E. Valero. 1996. Trophic role of the red groupers (*Epinephelus morio*) on the ecosystem of the North Continental shelf of Yucatan, Mexico. ICLARM. 19-27. In: Arreguín-Sánchez, F., J. L. Munro, M.C. Balgos y D. Pauly (eds.). **Biology, Fisheries and Culture of Tropical Groupers and Snappers**. ICLARM Conf. Proc. 48, 19-27.
- Arreola-Hernández, J.F. 1997. **Aspectos reproductivos de *Dosinia ponderosa*, Gray 1838 (Bivalvia: Veneridae) en Punta Arena, Bahía Concepción, B.C.S.** Tesis de Maestría. CICIMAR- IPN. La Paz, B.C.S., México. 85 p.
- Babel, J.S. 1967. Reproduction, life history and ecology of the round stingray *Urolophus halleri* Cooper. **Fish. Bull. Calif. Dep. Fish Game.** 137:104 .
- Baqueiro, C.E., R.A. Massó y B.A.Vélez. 1983. Crecimiento y reproducción de una población de caracol chino *Hexaplex erythrostomus* (Swainson, 1831), de Bahía Concepción. **Cienc. Pesq.** 4: 19-31.
- Banase, K. y S. Mosher. 1980. Adult body mass and annual production/biomass relationships of field populations. **Ecol. Monogr.** 50: 355-379.
- Bauman, M. 1995. A comment on transfer efficiencies. **Fish. Oceanogr.** 4(3): 264-266.
- Bohnsack, J.A. y D.E. Harper. 1988. Length-weight relationships of selected marine reef fishes from the southeastern United States and the Caribbean. **NOAA Tech. Mem. NMFS-SEFC- 215:** 31 p.
- Castro-Castro, F. 1980. **Determinación de la edad y crecimiento en el mojarrón (*Calamus brachysomus*, Lockington) en la Bahía de La Paz, B.C.S.** Reporte Interno CICIMAR.

- Cisneros, M A., Estrada J. y G. Montemayor. 1990. Growth, mortality and recruitment of exploited small pelagic fishes in the Gulf of California, Mex. **Fishbyte**. 8(1): 15-17.
- Colinas-Sánchez, F. y P. Briones. 1990. Alimentación de las langostas *Panulirus guttatus* y *P. argus* (Latreille, 1804) en el Caribe mexicano. **An. Inst. Cienc. Mar y Limnol**. 17(1): 1-156.
- Contreras-Espinoza, F. 1989. **Las lagunas costeras mexicanas**. Centro de Ecodesarrollo. Secretaria de Pesca, 121 p.
- Cruz-Romero, M., M. Espino-Barrrt y A. García- Boa. 1993. Aspectos poblacionales de cinco especies de la familia Haemulidae (pisces) en la costa de Colima, México. **Cien. Pesq.** 10: 43-54.
- Cruz-Romero, M., E.A. Chávez-Ortíz, E. Espino-Barrrt y A. García-Boa. 1996. Assessment of a snapper complex (*Lutjanus sp*) of the eastern tropical Pacific, pp. 324-330. In: Arreguín-Sánchez, F., J. L. Munro, M.C. Balgos y D. Pauly (eds.). **Biology, Fisheries and Culture of Tropical Groupers and Snappers**. ICLARM Conf. Proc. 48, 449 p.
- Chávez, E.A., M. Garduño y F. Arreguín-Sánchez. 1993. Trophic Dynamic Structure of Celestun Lagoon, Southern Gulf of México, pp. 186-192. In: Christensen V. y D. Pauly (eds.). **Trophic models of aquatic ecosystem**. ICLARM Conf. Proc. 26, 390 p.
- Chávez-Herrera, D. 1993. **Aspectos biológicos de *Mugil curema* (Cuvier Valenciennes) *Mugil cephalus* (Lineo) y *Mugil hospes*(Jordan y Cuvier); en dos lagunas costeras del sur de Sinaloa**. Tesis de licenciatura. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 59 p.
- Chavez-Solano, D. J. 1976. **Algunos aspectos biológicos de la "caballa" (*Scomber japonicus peruanus* Jordan & Hubbs) en la area de Paita y su relación con el factor de condición**. Tesis Bachiller en Ciencias biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad Ciencias Biológicas.

- Christensen, V. y D. Pauly. 1993. On steady-state modelling of ecosystems, p.14-19. En: V. Christensen and D. Pauly (eds.). **Trophic models of aquatic ecosystems**. ICLARM Conf. Proc. 26, 390 p.
- Christensen, V. y D. Pauly. 1993. **Trophic models of aquatic ecosystems**. ICLARM Conf. Proc. 26, 390 p.
- Dall, W. 1968. Food and feeding of some Australian penaeid shrimps. Proc. World. Sci. Conf. Biol. And Culture of shrimps and prawns, **FAO Fish. Rep.** 57(2): 251-258.
- Dawson, C.E. 1965. Length-weight relationships of some Gulf of Mexico fishes **Trans. Am. Fish. Soc.** 94: 279-280.
- De la Cruz-Agüero, G. 1993. A preliminary model of Mandinga Lagoon, Veracruz, México, p.193-196. In: Christensen V. y D. Pauly (eds.). **Trophic models of aquatic ecosystems**. ICLARM Conf. Proc. 26. 390 p.
- De León-González, J.A. 1994. **Poliquetos (Annelida Polychaeta) de la plataforma continental de la costa oeste de Baja California Sur, México: Taxonomía, hábitos alimenticios y distribución**. Tesis maestría. CICIMAR- IPN. La Paz, B.C.S., México. 177 p.
- Escamilla-Montes, R. 1998. **Aspectos de la Biología de las jaibas del Género *Callinectes* en el estero El Conchalito, Ensenada de La Paz, B.C.S.** Tesis de Maestría. CICIMAR- IPN. La Paz, B.C.S., México. 96 p.
- Espino-Barr, E., M. R. Cruz & A. García-Boa. Biología pesquera de tres especies de la familia Scombridae en el litoral de Colima, México. VIII Simposium Biología Marina UABC, Ensenada, B.C. México. pp. 4-8.
- Fajardo-León, M. C. y Vélez-Barajas, A. 1996. Pesquería del Pepino de Mar. 151-162. In: Casas-Valdez M. y G. Ponce-Díaz (eds.). **Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur**. CIB-CICIMAR.
- García-Domínguez, F.A., E.F. Felix-Pico, C.D.C., Juárez-Olvera & N. Romero-Ibarra. 1994. Alimentación de *Chione gnidia* (Broderip y Sowerby 1829), *C. undatella* (Sowerby, 1835) y *C. californiensis* (Broderip, 1835) (Veneridae) en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México. **Inv. Mar. CICIMAR.** 9 (2): 113-118.

- González-Villalobos, I. y E. Ramírez-González. 1987. Estudio preliminar y crecimiento de *Diapterus olisthostomus* (Goode y Bean) mojarra blanca y *Eugerres plumieri* (Cuvier) mojarra rayada, y su alimentación en el sistema lagunar El Carmen-Machona-Redonda, Tabasco, México. VII Cong. Nal. de Oceanografía. (2): 581-591.
- Hannon, B. 1973. The structure of ecosystems. **Journal of Theoretical Biology**. 41: 535-546.
- Hannon, B. y C. Joiris. 1989. A seasonal analysis of the Southern North sea ecosystems. **Ecology** 70(6): 1916-1934.
- Hernández-Herrera, A. y A. Cisneros-Mata. 1999. Modelo de flujos de biomasa del ecosistema epipelágico y costero del Golfo de California. In: Arreguín-Sánchez, F., V. Christensen, D. Pauly y S. Manickchand-Heileman (eds.). ECOPATH y manejo de ecosistemas. **Cien. Pesq.**
- Herrero-Pérezrul, D. 1999. Reproduction and growth of *Isostichopus fuscus* (Echinodermata: Holothuroidea) in the southern Gulf of California, México. **Mar. Biol.** 135: 521-532.
- Ibañez, A. 1995. **Algunos aspectos de la dinámica de población de *Mugil cephalus* (Linneo, 1758) y *M. curema* (Valenciennes, 1836) (Pisces: Mugilidae) en la laguna de Tamiahua, Veracruz.** Tesis de Doctor en Ciencias. Fac. de Ciencias UNAM. México. D.F. 215 p.
- Jayakody, D.S. 1993. On the Growth, Mortality and Recruitment of the Spiny Lobster (*Panulirus homarus*) in Sri Lankan waters. **Naga**. 16(4): 38-43.
- Jiménez-Illescas, A. y M. Obeso-Nieblas. 1990. Refracción de oleaje en la parte interna de la Bahía Concepción, B.C.S. **Calcofi Prog. Abstr., Pacific. Grove. Calif.** 1: 7974.
- Killam, K.A. y G.R. Parsons. 1989. Age and growth of the blacktip shark, *Carcharinus limbatus*, near Tampa Bay, Florida. **Fish. Bull.** , U.S. 87: 845-857.
- Lawrence, J. 1987. **A Functional Biology of Echinoderms.** Ed. Croom Helm. Londres. 340 p.

- Leontief, W.W. 1951. **The structure of the U.S. economy**. 2nd ed. Oxford University Press, New York.
- Lindeman, R.L. 1942. The trophic-dynamic aspect of ecology. **Ecology**. 23(4): 399-418.
- Livingston, R.L. 1982. Trophic organization of fishes in a Coastal Seagrass System. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** (7): 1-12
- Maeda-Martínez, A. 1981. **Composición, abundancia y alimentación de la ictiofauna, en tres lagunas costeras del Golfo de California**. Tesis de licenciatura. UANL. Nuevo León, México. 140 p.
- Martínez-López, A. e I. Gárate-Lizárraga. 1994. Cantidad y calidad de la materia orgánica particulada en Bahía Concepción en la temporada de reproducción de la almeja catarina *Argopecten ventricosus* (Sowerby II, 1843). **Ciencias. Marinas**. 20(3): 301-320.
- Martínez-López, A. e I. Gárate-Lizárraga. 1997. Variación diurna de la materia orgánica particulada en una laguna costera del Golfo de California. **Rev. Biol. Trop.** 45(4): 1421.
- Massó, J.A., N. Ceseña y P. Méndez. 1994. Evaluación de pepino de mar en la zona de Santa Rosalía y Mulegé, B.C.S. Documento Interno. CRIP-La Paz. INP. 4 p.
- Mendizábal, D.O., R. Vélez y J. Valadez. 1990. Distribución, estructura e índices alimenticios de las especies forrajeras del tiburón zorro *Alopias vulpinus* y tiburón volador *Carcharhinus limbatus* en el Pacífico Central mexicano periodo 1986-1987 y 1989-1990. **Mem. IX Simp. Int. Biol. Mar. UABCS. La Paz, B.C.S., México**. 123-129
- Mölter, P., L. Pihl y R. Rosenberg. 1985. Benthic faunal energy flow and biological interaction in some shallow marine soft bottom habitats. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** (27): 109-121.
- Munro, J.L. y D. McB. Williams. 1985. Assessment and management of coral reef fisheries: biological, environmental and socio-economic aspects. pp. 543-578. In: **Proceedings of the Fifth International Coral Reef Congress, Tahiti. Vol. 4. Antenne Museum-EPHE, Moonea, French Polynesia.**

- Niem, V.H. 1995. Nematistiidae. p. 1322. Vol.3 parte 2. In: Fischer W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V. Niem (eds.). Guía FAO para Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental. FAO, Rome.
- Núñez-López, R.A. y M. Casas-Váldez. 1997. Variación estacional de la biomasa y talla de *Sargassum spp.* (Sargassacea, Phaeophyta) en Bahía Concepción, B.C.S. México. **Hidrobiol.** 7: 19-25.
- Odum, W.E. y E.J. Heald. 1975. The detritus-based food web of an estuarine mangrove community, pp. 265-286. In: Cronin, L.E. (ed.). **Estuarine research**. Vol. 1. Academic Press, New York.
- Palomares-García, R. y A. Martínez-López. 1997. Food variability during the spawning peak of the scallop *Argopecten ventricosus=circularis* (Sowerby, 1835) in Bahía Concepción, Gulf of California. Mem. ELEVENTH INTERNATIONAL PECTINIC WORKSHOP. La Paz, B.C.S., México.
- Palomares, M.L. y D. Pauly. 1989. A multiple regression model for predicting the food consumption of marine fish populations. **Aust. J. Mar. Freshwat. Res.** 40: 259-273.
- Paul, R.K.G. 1981. Natural diet, feeding and Predatory Activity of the crabs *Callinectes arcuatus* and *C. toxotes* (Decapoda, Brachyura, Portunidae). **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 6(1): 91-99.
- Pauly, D. 1978. A preliminary compilation of fish length growth parameters. *Berichte de Institut für Meereskunde an der Christian-Albrechts Universität Kiel* (55): 200 p.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in fish stocks. **Jour. Cons. Int. Explor. Mer.** 39(2): 175-192.
- Pauly, D. 1986. A simple method for estimating the consumption of fish populations from growth data and food conversion experiments. **Fish. Bull.** 84(4): 827-840.
- Pauly, D. 1991. Growth of the checkered puffer *Sphoeroides testudineus*: postscript to papers by Targett and Pauly & Ingles. **Fishbyte.** 9(1): 19-22.

- Pauly, D., M.L. Soriano-Bartz y M.L.D. Palomares. 1993. Improved construction, parametrization and interpretation of steady-state ecosystems pp.1-13 In: Christensen V. y D. Pauly (eds.). **Trophic models of aquatic ecosystem**. ICLARM Conf. Proc. 26, 390 p.
- Pauly, D., V. Sambilay y S. Opitz. 1993. Estimates of relative food consumption by fish and invertebrate populations, required for modelling the Boliano reef ecosystem, Philippines, p. 236-251. In: Christensen V. y D. Pauly (eds.). **Trophic models of aquatic ecosystem**. ICLARM Conf. Proc. 26, 390 p.
- Pauly, D. y V. Christensen. 1995. Primary production required to sustain global fisheries. **Nature**. 374: 255-257.
- Pauly, D. y C. Binohlan. 1996. Fish Base and Auxim as tools for comparing the life-history patterns growth and natural mortality of fish: applications to snappers and groupers, p. 218-243. In: Arreguín- Sánchez, F. J.L. Munro, M.C. Balgos y D. Pauly (eds.). **Biology, Fisheries and Culture of Tropical Groupers and Snappers**. ICLARM Conf. Proc. 26, 390 p.
- Perrotta, R.G. 1992. Growth of mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) from the Buenos Aires-north Patagonian region (Argentine Sea). **Sci. Mar.** 56(1): 7-16.
- Polovina, J.J. 1984. Model of a coral reef ecosystems I. The ECOPATH model and its application to French Frigate Shoals. **Coral Reefs**. 3(1): 1-11.
- Prado-Ancona, D. 1998. **Ciclo reproductivo de 3 poblaciones de *Chione californiensis*, Broderip, 1835 (Bivalvia: Veneridae) en Baja California Sur, México**. Tesis de Maestría. CICIMAR- IPN. La Paz, B.C.S., México. 102 p.
- Randall, J.E. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. **Stud. Trop. Ocean. Miami**. 5: 665-847.
- Reyes-Salinas, A. 1994. **Relación entre la estructura hidrográfica y la abundancia, distribución y origen de diferentes expresiones de biomasa del seston en Bahía Concepción, Golfo de California**. Tesis de licenciatura, U.N.A.M. México D.F. 53 p.

- Ricker, W. E. 1969. Food from the sea. In: **Resources and Man. A study and Recommendations**, pp 87-108. Report of the Committee on Resources and Man, Division of Earth Sciences, National Academy of Sciences. San Francisco. Freeman and Co.
- Robertson, A.I. 1979. The relationships between annual production: biomass ratios and life spans for marine macrobentos. **Oecologia**. 38: 193-202
- Rodríguez de La Cruz, M.C. & E.A Chávez-Ortiz. 1994. La pesquería de camarón en alta mar del Pacífico de México. **Atlas pesquero**. CD Rom.
- Rodríguez-Romero, J. 1992. **Composición, abundancia y riqueza específica de peces de fondos blandos en Bahía Concepción Baja California Sur, durante el periodo de febrero-septiembre de 1989**. Tesis de maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 43 p.
- Rodríguez-Romero J., L.A. Abitia-Cardenas, J. de la Cruz y F. Galván-Magaña. 1998. Lista sistemática de los peces marinos de Bahía Concepción, Baja California Sur, México. **Cienc. Mar.** 18(4): 85-95.
- Rodríguez-Romero J., L.A. Abitia-Cardenas, F. Galván-Magaña. , F.J. Gutiérrez-Sánchez, B. Aguilar-Palomino y J. Arvizu-Martínez. 1998. Ecology of fish communities from the soft bottoms of Bahía Concepción, México. **Arch. Fish. Mar. Res.** 46(1): 61-76.
- Salini, J.P., S.J. Blaber y D.T. Brewer. 1994. Diets of trawled predatory fish of the Gulf of Carpentaria, Australia, with particular reference to predation on prawns. **Aust. J. Mar. Freshwat. Res.** 45: 397-411.
- Santa-María, G.A. 1996. **Ciclo de Crecimiento y Fenología de la Fanerogama *Zostera marina* L. en punta Arena, Bahía Concepción, B.C.S.** México. Tesis de Maestría. CICIMAR- IPN. La Paz. B.C.S., México. 97 p.
- Santhanam, R., A. Srinivason & M. Devaraj. 1993. Trophic model of an estuarine ecosystems at the southeast coast of India, p. 230-233. In: Christensen V. y D. Pauly (eds.). **Trophic models of aquatic ecosystems**. ICLARM. Cof. Proc. 26, 390 p.
- Schoereder, R.E. 1982. Length-weight relationships of fishes from Honda Bay, Palawa, Philippines. **Fish. Res. J. Philipp.** 7(2): 50-53.

- Ulanowicz, R.E. 1986. **Growth and development: ecosystem phenomenology.** Springer-Verlag, New York. 203 p.
- Varela-Romero, A. 1990. **Aspectos tróficos de las mojaras (Pisces:Gerreidae) en tres sistemas costeros de Sonora.** Tesis de licenciatura. UABCS. La Paz, B.C.S., México. 66 p.
- Vega-Cendejas, M.E. & F. Arreguín-Sánchez. 1993. Trophic fluxes on the Campeche Bank, Mexico, pp. 206-213. In: Christensen V. y D. Pauly (Eds.). **Trophic models of aquatic ecosystems.** ICLARM Conf. Proc. 26, 390 p.
- Verdugo-Díaz, G. 1997. **Cambios estacionales del fitoplancton y de la composición bioquímica del material orgánico particulado en Bahía Concepción, B.C.S.** Tesis Maestría. CICIMAR. IPN. La Paz, B.C.S., México. 100 p.
- Villanueva, R. 1993. Diet and mandibular growth of *Octopus magnificus* (Cephalopoda). **Afr. J. Mar.-Sci. S. Afr. Tydskt.** 13: 121-126.
- Yañez-Arancibia, A y R.S Nugent. 1977. The ecological role of fish in estuaries and coastal lagoons. **An. Cen. Cienc. del Mar y Limnol.UNAM.** 4: 107-114.
- Yañez-Arancibia, A. 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México. **An. Cen. Cienc. del Mar y Limnol. Publ. Esp.** 2: 1-306.
- Walters, C., V. Christensen y D. Pauly. 1998. Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments. **Rev. Fish. Biol. Fish.** 7:139-172.
- Warburton, K. 1978. Community, structure, abundance and diversity of the fish of a Mexican Coastal Lagoon. **Estuar. Coast. Mar. Sci.** 7: 497-519.

ANEXOS

TABLA 1. Estimaciones adicionales para el cálculo de los parámetros de entrada para el grupo de los peces.

GRUPO	L_{∞}	W_{∞}	$K(1/y)$	L_{max}	Autor
Peces planos	22	115	1.09	11	Dawson, C.E. 1965
Diodóntidos	15.7	86	-	15	Bohnsack, J.A. y D.E. Harper. 1988
Tetrodóntidos	30	74	0.51		Pauly, D. 1991
Hemúlidos	42.4	1753	0.115	30	Cruz-Romero, M. <i>et al.</i> , 1993
Escómbridos	29.3	373	0.5	50	Cisneros Mata, A. <i>et al.</i> , 1990
					Perrota, R.G. 1992
Mugílidos	64.2	2352	0.099		Ibañez, A. 1995
Peces de fondo	32.7	530.2	0.478	61	Castro-Castro, F. 1980
Lutjánidos	64.2	4577	0.192	91	Cruz-Romero, M. <i>et al.</i> , 1996
Gérridos	22.4	495	0.314		González-Villalobos y Ramírez- González, 1987
Nematístidos	105	60127	-	100	Niem, V.H. 1995
Carángidos	89.5	89.5	0.2		Munro y Williams. 1985
Serránidos	36.4	1150	0.247	50	Pauly, D. y C. Binohlan, 1996
Balístidos	43.8	2705	0.38	75	Aiken, A.K. 1975
Clupeidos	19.85	104	1.14	39	Alvarado-Castillo y Felix-Uraga, 1996
Peces pequeños	21	236	0.9	39.5	Waburton, 1978
Rayas	46	2325	0.15	52	Pauly, D. 1978
Tiburones	260	654238	0.197	2.47	Killam, K.A. y G.R. Parsons. 1989

TABLA 2. Estimaciones adicionales para el cálculo de los parámetros de entrada para el grupo de los invertebrados.

GRUPO	L_{∞}	W_{∞}	$K(1/y)$	Autor
Portúnidos	20.6	146	0.65	Escamilla-Montes R., 1999
Peneidos	24.2	220	2.2	Rodríguez de La Cruz y Chávez-Ortiz, 1994
Holotúridos	36.1	815	0.180	Herrero-Perezrul, D. 1999
Gasterópodos	12.8	154	2.5	Baqueiro, C.E. <i>et. al.</i> , 1983

TABLA 16. Fuente y derivación de los parámetros de entrada para el grupo de los peces.

GRUPO	DIETA	BIOMASA	P/B	Q/B
Peces planos	Maeda-Martínez, 1981	Rodríguez, 1990	1	$Q/B = (P/B)/GE = 11.67$ Se supone un $GE = 0.2$
Diodontidos	Maeda-Martínez, 1981	Rodríguez, 1990	P/B: $(Q/B) * GE = 0.576$ Se supone un $GE = 0.2$	3
Tetradontidos	Maeda-Martínez, 1981	Rodríguez, 1990	2	3
Hemúlidos	Maeda-Martínez, 1981	Rodríguez, 1990	2	3
Escómbridos	Chavez-Solano, D.J. 1976	1	2	3
Mugilidos	Chávez-Herrera, D. 1993	1	2	
Peces de fondo	Abitia-Cardenas, 1990	Rodríguez, 1990	2	3
Lutjánidos	Abitia-Cardenas, 1990	Rodríguez, 1990	2	3
Gérridos	Varela-Romero, A. 1990	Rodríguez, 1990	2	3
Nematístidos	Se supone que se alimenta de peces grandes	1	P/B: $(Q/B) * GE = 0.43$ Se asume un $GE = 0.2$	3
Carángidos	Salini, J.P. <i>et al</i> 1994	1	2	3
Serránidos	Maeda-Martínez, 1990	Rodríguez, 1990	2	3
Balístidos	Abitia-Cardenas, 1990	Rodríguez, 1990	2	3
Clupeidos	Espino, B.E. <i>et al.</i> , 1990	1	2	3
Peces pequeños	Yañez -Arancibia, A., 1978	1	2	3
Rayas	Babel, J.S. 1967	Rodríguez, 1990	2	$Q/B = (P/B)/GE = 2.17$ Se asume un $GE = 0.2$
Tiburones	Mendizábal, 1990	1	2	3

Nota

(1) Calculada por el programa ECOPATH. (2) y (3) parámetros calculados por el modelo, empleando la fórmula empírica de Pauly (1980) y Palomares y Pauly (1989) respectivamente.

TABLA 17. Fuente y derivación de los parámetros de entrada para invertebrados y productores primarios.

GRUPO	DIETA	BIOMASA	P/B	Q/B
Portúnidos	Paul, R.K.G. 1992	1		Q/B= (P/B)/GE=7.7 Se supone un GE=0.3
Palinúridos	Colinas-Sánchez, 1990	1	P/B: (Z)=1.86, Jayakody, 1997	
Peneidos	Dall, W. 1968	1		Q/B= (P/B)/GE=8.5 Se supone un GE= 0.3
Microcrustáceos	Alvárez-Cadena y Graziano, 1990	1	Banse y Mosher, 1980	Q/B= (P/B)/GE=2.17 Se supone un GE= 0.3
Holotúridos	Lawrence 1987	B: densidad; Masso, 1994	P/B: ($e^{(5.25-0.726\ln(t))}$) /42 =0.58	Q/B= (P/B)/GE=5.8 Se supone un GE= 0.1
Gusanos	De León-González, 1994.	1	Banse y Mosher, 1980 valor promedio de 12 sp de copepodos, isopodos y anfipodos.	Q/B= (P/B)/GE=11.6 Se supone un GE= 0.3
Octopus	Villanueva, R. 1993	1	Pauly <i>et al.</i> , 1993	Arreguín-Sánchez <i>et al.</i> , 1993
Gasterópodos	Baqueiro, C.E. <i>et al</i> 1983		P/B: ($e^{(5.25-0.726\ln(t))}$) /42 =1.73	Q/B= (P/B)/GE=8.6 Se supone un GE= 0.2
Bivalvos	García-Domínguez, <i>et al</i> 1994		P/B: (Z)= Villalejo-Fuerte, 1998 (com. pers)	
Prod. Bentónicos	---	Núñez-López y Casas-Valdez, 1997	Aliño, P.M. <i>et al</i> 1993	---
Zooplancton	Se supone que se alimenta de fitoplancton	Palomares, sin publicar	Arreguín-Sánchez <i>et al</i> , 1993	
Fitoplancton	---	Verdugo-Díaz, 1997	Arreguín-Sánchez <i>et al</i> , 1993	---
Detritus	---	*B:a+K=8.5; a/K=2.5 Murillo, 1998 (ms)		---