

# Relaciones tróficas y flujo de biomasa en la plataforma continental del Oriente venezolano: importancia de la sardina *Sardinella aurita*

**Jeremy Mendoza**  
Biólogo pesquero

## ■ Introducción

La producción biológica marina en la plataforma del norte de Sudamérica está altamente correlacionada con la surgencia costera inducida por el viento en la estación seca (noviembre-mayo) y la influencia de los ríos en la estación húmeda (junio-octubre). Los aportes terrígenos más importantes están asociados con los ríos Orinoco y Magdalena, así como también con el amplio sistema estuarino del Lago de Maracaibo-Golfo de Venezuela. Los eventos de surgencia más importantes en la región se presentan en las costas colombianas del noroeste de la Península de la Guajira, la costa occidental de la Península de Paraguaná y, especialmente, a lo largo de las costas del nororiente de Venezuela (Longhurst y Pauly, 1987; Muller-Karger y Varela, 1988). Estos sistemas sostienen importantes pesquerías de recursos demersales y pelágicos.

La Plataforma del nororiente de Venezuela (Fig. 1) se encuentra entre los 62°O – 66°O y 10°N – 11°30'N. La plataforma se estrecha abruptamente al oeste de 66°W y se puede considerar como prácti-

camente inexistente a  $66^{\circ}30'O$  en la provincia central marítima de Venezuela. La máxima amplitud de la plataforma nororiental de alrededor de 110 km se observa entre tierra firme y el norte de la Isla de Margarita. Esta amplia plataforma continúa hacia el este en aguas de Trinidad y Tobago, pero el régimen hidrológico es modificado por la mayor influencia del río Orinoco y menor ocurrencia del fenómeno de surgencia. Los fondos son de naturaleza variable con predominancia de sedimentos fangosos, provenientes de la pluma del Orinoco, en la costa norte de la Península de Paria. En el Banco de la Tortuga, desde las islas de Los Testigos hasta Cabo Codera en el límite occidental, predominan los fondos arenosos con numerosas áreas de fondos duros. Al sur de la Fosa de Cariaco y en el Golfo de Cariaco los fondos fangosos son de nuevo más abundantes.

Los recursos pelágicos de la región son explotados fundamentalmente por pescadores artesanales. Las especies más importantes, entre otras, son la sardina (*Sardinella aurita*), los carites (*Scomberomorus cavalla* y *Scomberomorus brasiliensis*), la cabañas (*Euthynnus alleteratus* y *Sarda sarda*). Los recursos de-

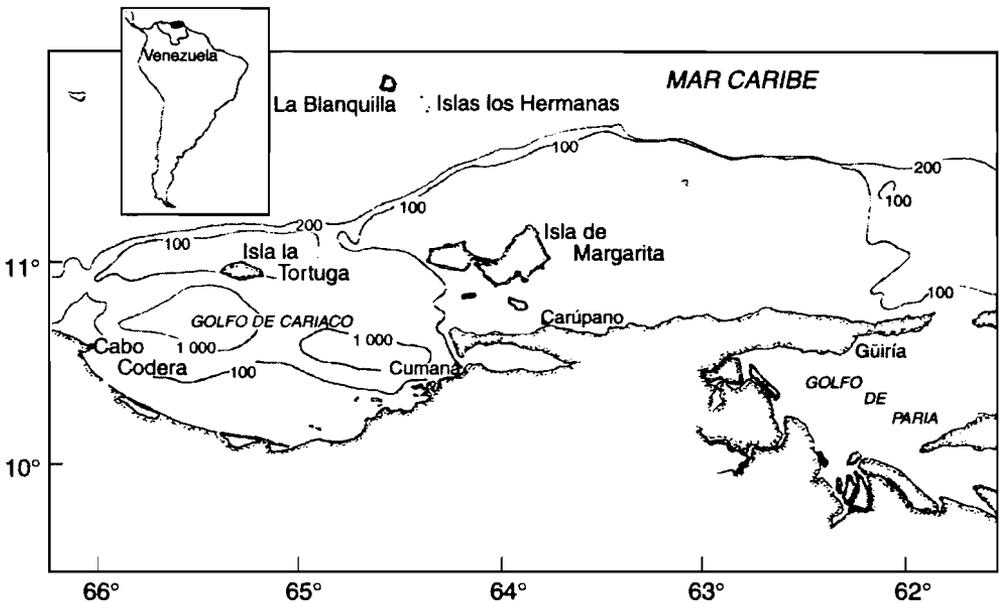


Figura 1  
 Area de estudio  
 Study area

mersales son explotados por pescadores artesanales y embarcaciones de arrastre camaronero del tipo Florida. Las especies más importantes son los camarones (*Penaeus* spp.), corocoros (Familia Haemulidae), pargos (Familia Lutjanidae), meros y cunas (Familia Serranidae), moluscos (cefalópodos y bivalvos) y diferentes especies de la familia Sciaenidae.

A nivel mundial, la mayor parte de los estudios en biología pesquera han analizado los recursos pesqueros marinos utilizando el enfoque monoespecífico (Beverton y Holt, 1957; Ricker, 1975). Aún cuando desde un inicio se admitió la necesidad de incorporar variables ambientales e interacciones entre especies (Smith, 1988), no es sino recientemente que se han desarrollado modelos pertinentes (Andersen y Ursin, 1977; Laevastu y Larkins, 1981; Walsh, 1981; Pauly y Murphy, 1982; Polovina, 1984). Algunos de estos modelos son altamente exigentes en cuanto a requerimientos de datos y son, por lo tanto, de aplicabilidad limitada, especialmente en países tropicales en desarrollo.

Polovina (op. cit.) desarrolló un modelo trófico sencillo de compartimientos al equilibrio conocido como ECOPATH, en el cual un ecosistema es dividido en grupos de especies y, dado un conjunto de parámetros como datos de entrada, estima biomasa promedio anual, producción anual promedio de biomasa y consumo anual de biomasa para cada uno de los grupos de especies. Estos grupos se definen en función de la similaridad de sus parámetros vitales, habitat común y similitud de la dieta o regimen alimentario. Este enfoque fue posteriormente ampliado por Pauly *et al.* (1993) y Christensen y Pauly (1992a, 1992b).

Considerando la necesidad de mejorar la comprensión del funcionamiento de la red trófica en la plataforma del oriente venezolano, he considerado de utilidad recolectar la información disponible con el objeto de estimar un presupuesto preliminar de biomasa para esta importante región marina. Este análisis es particularmente relevante si se considera que no existen antecedentes de estudios de modelización de esta naturaleza para la mencionada región. La mayor parte de los estudios a escala regional han sido enfocados a describir la fauna ictiológica (Cervigón, 1966) y las características generales del sistema en el contexto pesquero (Ginés, 1972).

## ■ Materiales y Métodos

En el presente estudio el modelo ECOPATH II (Christensen y Pauly, 1992a, 1992b) ha sido aplicado con el fin de obtener una descripción, en equilibrio dinámico, del ecosistema de plataforma del oriente de Venezuela. En primer lugar se presentará un breve esquema del modelo y luego las diferentes técnicas y fuentes de datos utilizados para satisfacer los requerimientos del mismo.

### *El Modelo ECOPATH II*

Tal como lo señalan Pauly *et al.* (1993) y Christensen y Pauly (1992a, 1992b) el modelo ECOPATH II se deriva del programa ECOPATH de Polovina y Ow (1983) y Polovina (1984).

Básicamente el enfoque consiste en modelizar un ecosistema utilizando un sistema de ecuaciones lineales simultáneas (una por cada (grupo de) especie (*s*) *i*):

*Producción de (i) – toda depredación sobre (i) – pérdidas no depredatorias de (i) – exportación de (i) = 0, para todas las (i).*

o, en otros términos:

$$B_i P_i/B_i - \sum (B_j Q_j/B_j DC_{ji}) - P_i/B_i (1 - EE_i) - EX_i = 0 \quad (1)$$

donde,

$B_i$  = biomasa de (*i*)

$P_i/B_i$  = cociente producción/biomasa de (*i*), el cual bajo condiciones de equilibrio dinámico es igual al coeficiente instantáneo de mortalidad total *Z* (Allen, 1971).

$EE_i$  = la Eficiencia Ecotrófica es la parte de la producción de (*i*) que va hacia la depredación, capturas y exportaciones a otros sistemas.

$B_j$  = biomasa del depredador (*j*)

$Q_j/B_j$  = Cociente consumo/biomasa del depredador (*j*)

$DC_{ji}$  = es la fracción en peso de la presa (*i*) en la dieta promedio del depredador (*j*)

$EX_i$  = suma de las capturas de (*i*) más emigración a otros sistemas adyacentes.

## *Fuentes de Datos y Técnicas de Estimación de Parámetros*

### **Estimaciones de Biomasa**

Evaluaciones hidroacústicas y campañas de pesca de arrastre han sido utilizadas en la última década para estimar la biomasa de peces e invertebrados en esta región (Gerlotto y Elquezabal, 1986; Ginés y Gerlotto, 1988; Anon., 1989). La biomasa global aparentemente se ha mantenido relativamente estable alrededor de  $1,4 \times 10^6$  t. El informe presentado por el Institute of Marine Research, Bergen, Noruega (Anon., 1989), resultado de 4 prospecciones realizadas en el año 1988, presenta datos relativamente detallados para los grupos más importantes de especies demersales y pelágicas. Las estimaciones de biomasa fueron transformadas a  $t \text{ km}^{-2}$  utilizando un valor de  $30.000 \text{ km}^2$  para el área de la plataforma (Ginés, 1972; Anon., 1989).

### **Cocientes Producción/Biomasa**

Se utilizó la información suministrada por el Servicio Autónomo de los Recursos Pesqueros y Acuícolas (SARPA) del Ministerio de Agricultura y Cría (MAC) para estimar la mortalidad por pesca. Es decir:  $F = Y/B$

La mortalidad natural ( $M$ ) fue estimada utilizando la ecuación empírica de Pauly (1980):

$$\ln M = -0,0152 - 0,279 \ln L_{\infty} + 0,6543 \ln K + 0,463 \ln T \quad (2)$$

donde  $L_{\infty}$  y  $K$  son parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy y  $T$  representa la temperatura media ambiental. Para esta última variable, se tomó el valor de  $24^{\circ}\text{C}$  (Ginés, 1972).

Finalmente, el cociente  $P/B$  (es decir  $Z$  bajo supuestos de equilibrio dinámico) fue estimado a partir de  $F + M$ . En los casos en que no fue posible aplicar esta metodología se tomaron datos disponibles en la bibliografía especializada.

### Cocientes Consumo/Biomasa

Los cocientes consumo/biomasa por grupos de especies fueron obtenidos a partir de la ecuación empírica de Palomares y Pauly (1989):

$$\ln Q/B = -0,1775 - 0,2018 \ln W_{\infty} + 0,6121 \ln T + 0,5156 \ln A + 1,26 F \quad (3)$$

donde,

$W_{\infty}$  = peso asintótico en gramos.

$T$  = temperatura media ambiental (24°C)

$A$  = cociente de aspecto de la aleta caudal (calculado a partir de fotografías en Ginés (1972) y dibujos en Cervigón (1966)

$F$  = variable del tipo de alimentación (= 0 en carnívoros y 1 en herbívoros)

### Composición de la Dieta

Una importante cantidad de trabajos se ha realizado en la región sobre el régimen alimentario de numerosas especies, particularmente como trabajos de grado de la Universidad de Oriente. La mayor parte de estos trabajos son de naturaleza cualitativa. Sin embargo, MacDonald y Green (1983) demostraron que hay un elevado nivel de redundancia en las diferentes variables utilizadas en el análisis de los contenidos estomacales. No obstante, es necesario hacer un esfuerzo de discernimiento cuando la distribución de tallas de la presas cubren un amplio rango. Además, en muchos de los estudios realizados, los peces son agrupados como un ítem único en la dieta. Considerando la poca selectividad específica en la alimentación de muchos peces tropicales, se utilizaron los estimados de biomasa y las características generales del habitat para repartir el consumo de especies de peces como ítems de presa. En algunos casos, cuando no había estudios locales de contenido estomacal o la información se consideró insuficiente, se utilizó información disponible en fuentes bibliográficas.

### Eficiencia Ecotrófica

No había información disponible referente a esta variable. Se asumió para la mayor parte de los grupos que las eficiencias ecotróficas

eran mayores de 0,9 e inferiores a 1. En esta etapa se asumió un valor conservador para el fitoplancton de 0,75.

## *Producción Primaria*

La producción primaria en la región fue intensamente estudiada en la década de 1960 (Curl, 1960; Ballester y Margalef, 1965; Hammer, 1967; Ginés, 1972). Los valores promedios observados en el Golfo de Cariaco fueron de aproximadamente  $1,800 \text{ mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ . Al norte de la Península de Araya y al norte y noroeste de la Isla de Margarita los valores promedios observados fueron del orden de  $500\text{--}600 \text{ mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ . Al norte de la Península de Paria y alrededor de las islas de Los Testigos se observaron valores promedios de aproximadamente  $360 \text{ mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ . Al norte de la Fosa de Cariaco, en los alrededores de la Isla de La Tortuga, los valores medios fueron relativamente bajos de aproximadamente  $280 \text{ mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ . Mientras que en las aguas costeras al sur de la Fosa de Cariaco no se realizaron observaciones. En base a esta información se estimó un valor medio total ponderado de  $450 \text{ mg C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$  para la totalidad de la plataforma continental de la región. Se estimó un 20% adicional para la producción primaria bentónica y la de aguas costeras al sur de la Fosa de Cariaco. Un factor de conversión de  $0,06 \text{ g C} = 1 \text{ g peso húmedo}$  (Walsh, 1981) fue utilizado para la transformación de las observaciones. El valor de entrada de la producción primaria total del sistema fue estimado en  $3.300 \text{ t km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ .

## **Grupos de Especies**

El modelo incluyó un total de 16 grupos y reposa en gran medida sobre la parte explotada del ecosistema. Por lo tanto, 12 de estos grupos son explotados comercialmente, entre los cuales 10 corresponden a grupos de peces. Los cuatro grupos restantes fueron: fitoplancton, zooplancton, productores bentónicos y detrito.

## **Cazones**

Las especies más importantes en este grupo están representadas por *Mustelus canis*, *Mustelus higmani* y *Rhizoprionodon porosus*. La

primera de ellas presentó la abundancia relativa más alta en las campañas de prospección y fue, por lo tanto, considerada como representativa del grupo. La biomasa total fue estimada en 2.800 tm y las capturas se estimaron en 500 t año<sup>-1</sup>.

La longitud máxima reportada para *M. canis* es de 1.500 mm (Compagno, 1984). Por lo tanto,  $L_{\infty}$  fue aproximado utilizando  $L_{max}/0,95$  (Pauly, 1983), lo que resultó en un valor de 158 cm. Un valor conservador de  $K = 0,24$  fue estimado en función de información suministrada para especies de *Mustelus spp.* por Francis (1981). El valor  $Q/B = 4,5$  fue tomado de Polovina (1984). La composición de la dieta para este grupo fue estimada según la información reportada en Russo (1975) y Gómez y Bashirullah (1984).

### **Escómbridos y Picúas**

El grupo está conformado por los escómbridos *Scomberomorus cavalla*, *Euthynnus alleteratus* y *Sarda Sarda*, y por las picúas *Sphyraena guachancho* y *Sphyraena picudilla*. El carite (*S. cavalla*) fue tomado como representante del grupo. La biomasa del grupo de especies fue estimada en 16.000 t y las capturas en 5.500 t año<sup>-1</sup>.

Los parámetros de crecimiento fueron obtenidos de Beaumariage (1973). La información sobre régimen alimentario para este grupo se obtuvo de Etchevers (1976), Anon. (1983a), Torres (1986) y Bashirullah y Acuña (1984).

### **Pargos y Meros**

Este grupo está compuesto por miembros de las familias Lutjanidae (esencialmente, *Lutjanus*, spp., *Pristipomoides macropthalmus* y *Rhomboplites aurorubens*) y Serranidae. Durante las campañas de prospección los lutjánidos fueron el grupo predominante. *Rhomboplites aurorubens* fue seleccionado como representante del grupo. La biomasa fue estimada en 22.600 t y las capturas en 5.250 t año<sup>-1</sup>.

Los parámetros de crecimiento fueron obtenidos de Grimes (1976). La composición de la dieta fue estimada según los trabajos de García y Bashirullah (1976), Grimes (1979), Anónimo (1983b), Munro (1983) y Lorenzo (1985).

## Calamares

Las especies dominantes son *Loligo plei* y *Loligo pealei*. La biomasa fue estimada en 8.000 t y las capturas en 1.600 t año<sup>-1</sup>.

Los parámetros de crecimiento y la mortalidad natural se obtuvieron de Pauly (1985). El cociente  $Q/B$  se estableció sobre la base de una ingestión diaria de 10% del peso corporal (Amaratunga, 1983). Este último autor también suministra información sobre los hábitos alimenticios de estas especies.

## Carángidos

Este grupo contiene diversas especies, entre las que podemos mencionar: *Trachurus lathami*, *Decapterus* spp., *Chloroscombrus chrysurus*, *Selar crumenophthalmus* y *Selene* spp. La biomasa fue estimada en 200.000 t y las capturas en 9.200 t año<sup>-1</sup>. El cataco (*T. lathami*) representó más del 85% de la biomasa y fue seleccionado como representante del grupo.

Los parámetros de crecimiento fueron estimados en base a la información suministrada por Munro (1983), Rodríguez (1987) y Widodo (1988).

El régimen alimenticio fue establecido de acuerdo a los trabajos de Anon. (1983b) y Munro (1983).

## Cachorreta

La única especie del grupo está representada por la cachorreta *Scomber japonicus*. La biomasa total fue estimada en 24.000 t y las capturas en 600 t año<sup>-1</sup>.

La longitud máxima observada durante las prospecciones fue de 30 cm;  $L_{\infty}$  fue calculado utilizando  $L_{max} / 0,95$  (Pauly, 1983). El índice de performance del crecimiento  $\Phi'$  (Munro y Pauly, 1983) fue estimado en base a datos en Morales-Nin (1988), lo cual permitió establecer un valor del coeficiente  $K$ .

En la región no se han realizado estudios de contenido estomacal de esta especie. Datos de Muck y Sánchez (1987) fueron utilizados para estimar el vector de dieta para *S. japonicus*.

### Sciánidos

Este grupo contiene principalmente especies del género *Cynoscion* y al roncador (*Micropogonias furnieri*). Esta última especie fue seleccionada como representante del grupo. La biomasa fue estimada en 6.900 t y las capturas en 2.800 t año<sup>-1</sup>.

Los parámetros de crecimiento se tomaron de Rodríguez (1986). La información de composición de la dieta fue obtenida de Moreno (1985), Ruiz (1985) e Isaac (1988).

### Corocoros

Este grupo contiene especies de la familia Haemulidae, principalmente *Haemulon* spp. y *Orthopristis ruber*. La biomasa fue estimada en 14.300 tm y las capturas en 3.840 t año<sup>-1</sup>. El cherechere *Haemulon steindachneri* fue seleccionado como representante del grupo.

Los parámetros de crecimiento fueron estimados por Barreto (1990). El contenido estomacal de especies del grupo ha sido estudiado por González (1981), Guzmán (1989) y Barreto (1990).

### Bagres

Las especies más importantes son *Bagre marinus* y *Cathorops spixii*. Esta última especie fue tomada como representante del grupo.

La biomasa fue estimada en 11.400 t y las capturas en 2.170 t año<sup>-1</sup>. Los parámetros de crecimiento fueron estimados por Etchevers (1978). La composición de la dieta fue estimada en base al trabajo de Arias y Bashirullah (1984).

### Otros Peces Demersales

Este es un grupo sumamente heterogéneo de especies de peces demersales. Las familias más abundantes son Mullidae, Priacanthidae, Sauridae, Sparidae, Gerreidae, etc. La biomasa fue estimada en 25.400 t y las capturas en 25.000 t año<sup>-1</sup> lo cual probablemente sobreestima el valor de *F*. El salmonete *Mulloidichthys martinicus* (Mullidae) fue elegido como representante del grupo.

Los parámetros de crecimiento se estimaron de Munro (1983). La

composición de la dieta de este grupo fue establecida tentativamente según los estudios de Vásquez (1977), Fradique (1981), Fernández (1982), Munro (1983), Granado (1985) y Franco (1987).

### **P**equños Pelágicos

Este grupo contiene clupéidos y engráulidos. La sardina *Sardinella aurita* representó más del 80% de la abundancia global del grupo. La biomasa fue estimada en 1.000.000 t y las capturas en 80.000 t año<sup>-1</sup>.

Los parámetros de crecimiento y de mortalidad natural provienen de los estudios de Mendoza *et al.* (este volumen) y Fréon (1988). Los datos de composición de la dieta fueron obtenidos de Anónimo (1984), Huq (1984), Parra y León (1984) y Medina-Gaertner (1988).

### **B**entos Heterotrófico

Este grupo contiene todos los invertebrados bentónicos incluyendo camarones y cangrejos. Las capturas fueron estimadas en 20.400 t. El valor del cociente  $P/B = 3$  fue tomado de Polovina (1984). Un vector de dieta tentativo fue aproximado del conocimiento general de los hábitos alimentarios de invertebrados bentónicos (Barnes, 1974) y de los datos de Polovina (1984).

### **Z**ooplancton

Este grupo contiene también los estados larvarios de peces. Según Polovina (1984) el cociente  $P/B$  se estableció en 40 y el vector de dieta se basó en fitoplancton y algo de canibalismo.

### **F**itoplancton

El cociente  $P/B$  se estableció en 70 (Polovina, 1984) y la Eficiencia Ectrófica en 0,75.

### **P**roductores Bentónicos

El valor de 12,5 del cociente  $P/B$  fue tomado de Polovina (1984).

## Detrito

No hubo información disponible sobre la biomasa de este componente en el área bajo estudio. Se utilizó la relación empírica establecida por Pauly *et al.* (1993) para obtener un estimado de este parámetro:

$$\log D = 0,954 \log PP + 0,863 \log E - 2,41 \quad (4)$$

donde  $D$  es biomasa del detrito en  $\text{g C m}^{-2}$ ,  $PP$  es la producción primaria en  $\text{g C m}^{-2} \text{ año}^{-1}$  y  $E$  es la profundidad de la capa eufótica. Los valores de entrada fueron estimados en 182,5 para la producción primaria y 40 para la profundidad de la capa eufótica.

Para todos los grupos de consumidores la asimilación se fijó en 80% del consumo, según los trabajos de Winberg (1956) en peces.

## Resultados y Discusión

La tabla 1 presenta valores de entrada y estimaciones de biomasa, capturas y tasa instantánea de mortalidad por pesca para los diferentes grupos de especies.

En la mayor parte de los casos se utilizó los estimados de biomasa promedio obtenidos en las cuatro prospecciones hidroacústicas y de área de barrido realizadas en 1988 (Anon. 1989). Los estimados por hidroacústica se refieren a pequeños pelágicos, carángidos, cachorreta y escómbridos y picúas; la composición por especies fue determinada por medio de arrastres pelágicos. Naturalmente, la selectividad del arte por especies y por tallas puede introducir sesgos importantes en lo que se refiere a la composición real por especies. Es difícil determinar en qué forma los resultados pueden estar sesgados, aunque el informe antes mencionado considera que la abundancia de cachorreta y escómbridos y picúas puede haber sido sobreestimada debido a sus relativamente altas capturas.

Para la mayoría de los grupos demersales la biomasa estimada por área de barrido probablemente represente un subestimado si se considera que la capturabilidad se estableció en un valor igual a 1. El único cambio importante realizado en los datos suministrados fue el de duplicar la biomasa del grupo de los cazones, ya que en el mencionado informe se consideró que el estimado representaba una subestimación fuerte debido a la naturaleza pelágica del grupo.

Por otro lado, las estadísticas pesqueras de capturas en Venezuela son de baja calidad, especialmente en el caso de las pesquerías artesanales costaneras. Varios estudios en la región nororiental

Grupo	Biomasa	Capturas	F
Cazones	0,082	0,017	0,21
Escómbridos y Picuas	0,550	0,183	0,33
Pargos y Meros	0,750	0,175	0,23
Carangidos	6,670	0,307	0,05
Cachorreta	0,800	0,020	0,02
Calamares	0,267	0,053	0,20
Otros Demersales	0,850	0,833	0,98
Bagres	0,380	0,072	0,19
Corocoros	0,480	0,128	0,27
Esciénidos	0,230	0,093	0,40
Pequeños Pelágicos	33,300	2,667	0,08
Zooplancton	8,160	—	—
Bentos Heterotrófico	13,400	0,680	0,05
Fitoplancton	45,000	—	—
Prod. Bentónicos	11,200	—	—
Detrito	135,000	—	—
<b>TOTAL</b>	<b>257,119</b>	<b>5,228</b>	

▮ Tabla 1

Biomاسas ( $t\ km^{-2}$ ), capturas ( $t\ km^{-2}\ año^{-1}$ ) y tasa instantánea de mortalidad por pesca ( $F$ ;  $año^{-1}$ ) para los diferentes grupos de especies en la plataforma del nororiente de Venezuela.

*Biomass ( $t\ km^{-2}$ ), catches ( $t\ km^{-2}\ year^{-1}$ ) and fishing mortality ( $F$ ;  $year^{-1}$ ) for the different groups of species on the continental shelf of Venezuela*

(Mendoza *et al.*, 1987; Mendoza y Fréon, 1991a, 1991b) indican que las estadísticas oficiales pueden subestimar las capturas en más del 100%. Por lo tanto, varios ajustes empíricos fueron necesarios para tomar en cuenta las deficiencias de los datos. Globalmente se agregó un 50% a las estadísticas oficiales de captura por parte de pescadores artesanales. Este ajuste relativamente leve se hizo considerando que los estimados de biomasa no cubrían el rango de 0 – 20 m de profundidad y, como se mencionó anteriormente, que la mayor parte de los recursos demersales están subestimados. Por otra parte, las estadísticas de captura de las pesquerías de arrastre de camarones y peces son de mejor calidad. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta los descartes de especies no comerciales de peces e invertebrados (básicamente, los grupos de otros demersales y bentos heterotrófico), los cuales pueden representar entre dos y tres veces las cantidades desembarcadas.

Naturalmente, los errores en los estimados de biomasa y capturas se reflejarán sobre el valor del coeficiente de mortalidad por pesca. Desafortunadamente, en este momento no hay estimaciones independientes para realizar comparaciones con los resultados obtenidos. Los valores particularmente bajos estimados para carángidos, cachorreta y pequeños pelágicos pueden explicarse por el leve nivel de explotación al que están sometidos estos recursos. Sin embargo, en líneas generales, no hay razones para pensar que los resultados presentados no son aproximaciones razonables al valor de este parámetro.

Los valores de biomasa presentados para los grupos de fitoplancton, zooplancton, productores bentónicos y bentos heterotrófico son estimaciones al equilibrio calculados por el modelo ECOPATH II. Los valores obtenidos para los compartimientos del fitoplancton y zooplancton son comparables a observaciones realizadas en la zona (Ferraz-Reyes, 1983; Urosa, 1983). A nuestro conocimiento, no hay valores publicados para autotrofos y heterotrofos bentónicos en el área de la plataforma. Sin embargo, el valor estimado para el bentos heterotrófico es comparable a biomasa observadas en la plataforma tropical del occidente del Golfo de Guinea (Longhurst, 1959, en Longhurst y Pauly, 1987), la cual está sometida a variaciones ambientales similares a las del área de estudio. Adicionalmente, la biomasa detrital obtenida a través de la ecuación empírica de Pauly *et al.* (1993) es una aproximación

Especie	$L_{\infty}$ (cm)	$W_{\infty}$ (g)	$K$ (año <sup>-1</sup> )	$M$ (año <sup>-1</sup> )
<i>M. canis</i>	158,0	–	0,24	0,22
<i>S. cavalla</i>	110,0	9.411	0,21	0,23
<i>R. aurorubens</i>	62,6	2.982	0,26	0,26
<i>T. lathami</i>	53,9	478	0,40	0,40
<i>S. japonicus</i>	31,6	416	0,54	0,58
<i>L. plei</i>	23,0	207	0,95	1,50
<i>M. martinicus</i>	30,0	459	0,40	0,94
<i>C. spixii</i>	33,9	622	0,34	0,43
<i>H. steindachneri</i>	34,9	586	0,20	0,30
<i>M. furnieri</i>	68,0	3.144	0,18	0,23
<i>S. aurita</i>	27,4	201	1,20	1,10

▮ Tabla 2

Parámetros de crecimiento y mortalidad natural sobre la base anual para especies representativas de los grupos en la plataforma del oriente Venezolano.

*Growth parameters and natural mortality on an annual basis for representative species of the different species group on the continental shelf of northeastern Venezuela.*

razonable al valor de este parámetro en la región (W. Senior, Dpto. de Oceanografía, Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, com. pers.).

La tabla 2 presenta los estimados de los parámetros de crecimiento y mortalidad natural para las especies representativas de los diferentes grupos en este estudio. Es importante subrayar que la mayor parte de los parámetros de crecimiento, a excepción de *S. aurita*, *C. spixii* y *H. steindachneri*, fueron obtenidos de estudios realizados en otras áreas tropicales y subtropicales. Desafortunadamente, los estudios de edad y crecimiento realizados en el área de estudio son relativamente poco numerosos. Por otro lado, trabajos por Heald y Griffiths (1967) y González (1985) en escamas y otólitos de *S. aurita*, respectivamente, y lecturas de otólitos del cataco (*T. lathami*) por Rodríguez (1987) no fueron incluidos, principalmente porque los relativamente bajos valores de  $K$  obtenidos por estos autores condujeron a estimados de producción incompatibles, como se verá más adelante, con la presión depreda-

Grupo	<i>P/B</i>	<i>Q/B</i>	<i>EE</i>
Cazones	0,40	4,5	0,83
Escómbridos y Picúas	0,57	5,9	0,83
Pargos y Meros	0,49	5,6	0,87
Carangidos	0,45	7,6	0,93
Cachorreta	0,60	9,0	0,91
Calamares	1,70	36,5	0,96
Otros Demersales	1,92	8,4	0,92
Bagres	0,62	7,2	0,93
Corocoros	0,57	6,7	0,95
Esciénidos	0,64	4,9	0,92
Pequeños Pelágicos	1,13	9,8	0,93
Bentos Heterotrófico	3,00	12,5	0,97
Zooplanton	40,00	279,9	0,97
Fitoplancton	70,00	0,0	0,75
Prod. Bentónicos	12,50	0,0	0,61

▮ Tabla 3

Producción/Biomasa (*P/B*; año<sup>-1</sup>) y Consumo/Biomasa (*Q/B*; año<sup>-1</sup>) en t km<sup>-2</sup> y Eficiencia Ecotrófica (*EE*) por grupos de especies en la plataforma del nororiente Venezolano.

*Production/Biomass (P/B; year<sup>-1</sup>) and Consumption/Biomass (Q/B; year<sup>-1</sup>) in t km<sup>-2</sup> and trophic efficiency (EE) by group of species on the continental shelf on northeastern Venezuela.*

toria ejercida sobre estos grupos. Por lo tanto, el modelo también es de utilidad para examinar fuertes discrepancias en los parámetros de entrada.

La tabla 3 presenta los estimados de los cocientes *P/B* y *Q/B*, así como también los estimados de la Eficiencia Ecotrófica (*EE*). El cociente *P/B* para la mayor parte de los grupos depende de los estimados de *F* y *M*, por lo tanto los errores y limitaciones mencionados en la estimación de estos parámetros serán sumados en el estimado de producción. Como se mencionó anteriormente, los cocientes *Q/B* para la ictiofauna se calcularon utilizando la

ecuación empírica de Palomares y Pauly (1989) y son comparables, para la mayor parte de los grupos en este estudio, a los resultados presentados por estos autores y Pauly (1989) para diferentes grupos de peces tropicales y de aguas templadas. Sin embargo, los estimados obtenidos para los grupos de pargos y meros y otros demersales pudiesen sobreestimar el consumo. Esto se explicaría, fundamentalmente, por el relativamente alto cociente de aspecto ( $A$ ) de las aletas caudales de las especies representativas seleccionadas para estos grupos, *Rhomboplites aurorubens* y *Mulloidichthys martinicus*, respectivamente. Los valores presentados para el zooplankton y el bentos heterotrófico son estimaciones del modelo y concuerdan con los valores obtenidos por Polovina (1984).

Los valores de la Eficiencia Ecotrófica ( $EE$ ) se mantuvieron deliberadamente elevados, entre 0,8 y 1 para la mayor parte de los grupos de especies. Es razonable asumir que la mayor parte de la producción en un sistema explotado será depredada o explotada. Esto naturalmente no será necesariamente así en el caso de los depredadores de los niveles tróficos más altos. En el caso que nos ocupa, los depredadores más altos incluidos soportan un nivel elevado de capturas y, adicionalmente, sufren una depredación no cuantificada por parte de especies oceánicas de túnidos y grandes tiburones, los cuales no fueron incluidos debido a la ausencia de datos adecuados y por la naturaleza nerítica del área de estudio. Por lo tanto, los estimados de esta variable se mantuvieron entre 0,8 y 1. El valor de 0,75 retenido para el fitoplancton puede considerarse como un valor conservador para este parámetro. Walsh (1983) determinó en cierto número de sistemas marinos templados y tropicales que la exportación de la producción planctónica al detrito era de 50% o más. Sin embargo, tomando en cuenta el período relativamente prolongado de surgencia de mediana intensidad en la plataforma del oriente venezolano, parece razonable asumir que la producción primaria pelágica es utilizada más eficientemente. Esta premisa está parcialmente sustentada por el hecho que los cocientes Carbono/Nitrogeno en los sedimentos de la región muestran un importante componente de origen terrígeno (Bonilla-Ruiz *et al.*, 1985). El valor de 0,61 estimado por el modelo para los productores bentónicos puede considerarse un sobreestimado si sólo se considera a las macrofitas (Christensen y Pauly, 1992a). No obstante, hay seguramente una importante producción por microal-

Presa	Depredador												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Cazones	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Escómbrid.	0,03	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Pargos/Mer	0,06	0,01	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. Carangidos	0,15	0,10	0,08	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. Cachorreta	-	0,06	0,01	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Calamar	-	0,02	0,02	-	-	0,02	-	-	0,01	-	-	-	-
7. O. Demersal	0,06	0,00	0,03	-	-	-	0,05	0,01	0,05	0,02	-	-	-
8. Bagres	0,02	0,01	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9. Corocoros	0,02	0,01	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. Esciénido	0,07	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11. Pelágicos	0,25	0,74	0,40	0,37	0,39	0,41	0,18	0,26	0,23	0,20	-	-	-
12. Zooplanc.	-	-	-	0,50	0,59	0,46	0,06	0,11	0,10	0,10	0,56	0,04	0,05
13. Bentos	0,32	0,02	0,40	0,10	-	0,11	0,62	0,58	0,61	0,68	-	-	0,13
14. Fitoplanc.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,44	0,95	0,20
15. Pr. Bentos	-	-	-	-	-	-	0,08	0,02	-	-	-	0,01	0,37
16. Detrito	-	-	-	-	-	-	0,02	0,02	-	-	-	-	0,25

■ Tabla 4

Matriz de composición de la dieta para los grupos de especies en el nororiente de Venezuela (la composición de la dieta suma uno verticalmente).

*Matrix of diet composition of the major species group on northeastern Venezuela (the sum of diet composition equal one in each column).*

gas bentónicas sobre las cuales la presión depredatoria es sin duda mucho mayor. Finalmente, la baja Eficiencia Ecotrófica del componente detrítico (0,03) indica que existe un alto nivel de exportación hacia el sedimento.

La tabla 4 muestra la matriz de dieta para los diferentes compartimientos del sistema estudiado. Como ya se mencionó, la mayor parte de los estudios de composición de la dieta en la región han sido de naturaleza cualitativa. Por lo tanto, fue necesario ajustar empíricamente a valores cuantitativos (en peso) de composición de dieta. Básicamente, una vez determinados los valores iniciales de composición de dieta, el enfoque consistió en ajustar los vectores individuales para satisfacer los límites preestablecidos de Eficiencia Ecotrófica y demás parámetros de entrada. Afortunadamente, no fue necesario modificar sustancialmente los valores iniciales de consumo porcentual. En la mayor parte de los casos, ajustes menores del orden entre 0,5 % y 5% fueron utilizados para satisfacer los parámetros de entrada del modelo. Sin embargo, los vectores de dieta por grupo de especies deben ser considerados solamente como indicadores de preferencias alimentarias y no en términos absolutos.

La tabla 5 presenta algunos parámetros importantes del sistema estimados por el modelo. Detalles de los procedimientos de cálculo de estos parámetros pueden encontrarse en Christensen y Pauly (1992 a).

Como podía esperarse, la mayor parte del consumo de biomasa está asociado con los compartimientos pelágicos: zooplankton, pequeños pelágicos y, en menor grado, carángidos. Existe también un importante consumo de biomasa por parte del bentos heterotrófico. Estos cuatro componentes consumen alrededor del 75% de la producción del sistema y contribuyen alrededor del 40% del flujo al detrítico. Adicionalmente, algunos grupos de relativamente baja biomasa, tales como calamar, cachorreta y otros demersales, juegan un papel importante en el consumo de la producción del sistema. La mayor parte del consumo asimilado es respirado, especialmente en el caso de los carángidos, cachorreta y calamares. Esto se refleja en los valores relativamente bajos de la Eficiencia Neta (*EN*) para estos grupos, los cuales, sin embargo, parecen razonables considerando su naturaleza particularmente activa, la baja producción de carángidos y cachorreta (asociados a los bajos niveles de



Grupo	CI	AS	RS	FD	EN
1. Cazones	0,37	0,29	0,26	0,08	0,11
2. Escómbridos	3,27	2,61	2,30	0,71	0,12
3. Pargos/Meros	4,20	3,36	2,99	0,89	0,11
4. Carangidos	50,70	40,56	37,56	10,34	0,08
5. Cachorreta	7,22	5,78	5,30	1,49	0,09
6. Calamar	9,75	7,80	7,34	1,97	0,06
7. Otros Demersales	7,10	5,68	4,05	1,56	0,23
8. Bagres	2,73	2,19	1,95	0,56	0,11
9. Corocoros	3,21	2,56	2,29	0,65	0,10
10. Esciénidos	1,13	0,90	0,75	0,24	0,16
11. Peq. Pelágicos	327,01	261,60	223,98	67,91	0,15
12. Bentos Heterot.	167,00	133,60	93,40	34,51	0,30
13. Zooplancton	2.284,00	1.827,20	1.500,80	465,15	0,18
14. Fitoplancton	—	—	—	802,92	—
15. Prod. Bentonico	—	—	—	54,78	—

■ Tabla 5

Estimados de Consumo de Alimento (CI), Asimilación (AS), Respiración (RS), Flujo al Detrito (FD) y Eficiencia Neta (EN) por grupo de especies en el sistema de plataforma del oriente venezolano. Todos los valores, exceptuando EN, se expresan en  $t\ km^{-2}\ año^{-1}$ .

*Estimates of food intake (CI), assimilation (AS), respiration (RS), flow to detritus (FD) and net efficiency (EN) per species group in the northeastern Venezuela shelf. All values, except (EN), are in  $t\ km^{-2}\ year^{-1}$ .*

explotación) y el alto valor del cociente Consumo/Biomasa ( $Q/B$ ) de calamares. Los demás valores de EN para los componentes restantes se ubican dentro de los límites comúnmente aceptados (Jones, 1982; Polovina, 1984).

La figura 2 presenta los flujos de biomasa tal como fueron estimados por el modelo ECOPATH II. Como era de esperarse la mayor parte de la producción y la biomasa están contenidas en el dominio pelágico. El flujo más importante está determinado por la interacción entre fitoplancton, zooplancton, pequeños pelágicos y carángidos. En el dominio bento-demersal la mayor parte de la producción y biomasa está asociada con el detrito, productores bentónicos y el bentos heterotrófico.

La biomasa total estimada, sin incluir el detrito, fue de  $122 \text{ t km}^{-2}$  de la cual 78% correspondió a los componentes pelágicos y 22% a los componentes demersales y bentónicos. La producción total de biomasa fue de alrededor de  $3.700 \text{ t km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ , de la cual 95% fue pelágica. Adicionalmente, existe una cantidad no despreciable de acoplamiento demerso-pelágico. El consumo de producción pelágica por los componentes bentónicos y demersales fue de aproximadamente  $66 \text{ t km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ , esencialmente fitoplancton, zooplancton y pequeños pelágicos. En la dirección opuesta el consumo fue de aproximadamente  $45 \text{ t km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ , fundamentalmente bentos heterotrófico.

En este estadio los resultados deben tomarse como una aproximación preliminar de las interacciones que ocurren al interior del sistema. Es importante señalar que el modelo es incompleto en el sentido que los depredadores de nivel más alto (tales como tiburones y atunes) y la avifauna no fueron incluidos por falta de datos adecuados y en el caso de los primeros por su limitado papel en este ambiente nerítico. Muy probablemente, el impacto mayor de estos grupos serían sobre el compartimiento pelágico (en particular pequeños pelágicos y carángidos) y sobre los grupos de cazones, escómbridos y pargos y meros. Sin embargo, considero que los flujos presentados en la figura 2 no serían alterados significativamente, excepto quizás por los relativamente altos niveles de canibalismo en los grupos de carángidos y cazones que se requirieron para balancear el sistema de ecuaciones.

Otra limitación se le puede atribuir al hecho que las importaciones y exportaciones (excepto las capturas) no son conocidas. No obstante, los estimados de biomasa (Anon., 1989) para diferentes grupos de especies de áreas adyacentes son más de un orden de magnitud menores que en el área de estudio. Por lo tanto, como primera aproximación, se partió de la premisa que las interacciones con sistemas adyacentes eran despreciables.

El modelo ECOPATH también permite estimar importantes parámetros (Tabla 6) para determinar el nivel de madurez de un sistema y la comparación sobre la misma base de diferentes sistemas (Christensen y Pauly, 1992a).

El flujo total a través del sistema es igual a la suma de todos los flujos (consumo, exportaciones, respiración, flujo al detrito) en un

Suma total del consumo	2.868
Suma de las exportaciones	1.417
Suma de flujos respiratorios	1.883
Suma de flujos al detrito	1.454
Flujo total en el sistema	7.621
Producción Primaria/Respiración	1,752
Producción Neta del Sistema	1.417
Producción Primaria/Biomasa	27
Biomasa/Flujo Total	0,016
Biomasa Total	122,1
Capturas Totales	5,2
Índice de Conectancia	0,32

▮ Tabla 6

Estadísticas sumariales del ecosistema de plataforma del oriente venezolano. Flujos son en  $t\ km^{-2}\ año^{-1}$ .

*Summary statistics of the northeastern Venezuela shelf ecosystem. Flows are in  $t\ km^{-2}\ year^{-1}$ .*

ecosistema. El valor de  $7.621\ t\ km^{-2}\ año^{-1}$  obtenido para la plataforma del oriente venezolano determina un ecosistema de dimensiones intermedias en términos de flujo por unidad de área al compararse con datos presentados por Pauly *et al.* (1993). Una cantidad importante de este flujo está asociado a las entradas al detrito y su posterior exportación al sedimento.

Las otras estadísticas sumariales, las cuales expresan en cierta medida el grado de madurez de un sistema, presentan una imagen algo ambigua. Por un lado, el relativamente bajo valor del cociente producción primaria/respiración y el valor relativamente alto del índice de conectancia indican un cierto grado de madurez del sistema. Por otro lado, los relativamente alto valores de la producción neta del sistema y el cociente producción primaria/biomasa y el relativamente bajo valor del cociente biomasa/flujo total son indicadores de un sistema inmaduro. Sin excluir los posibles errores y limitaciones del conjunto de datos, esta aparente ambigüedad puede explicarse por ciertas características propias de

Fuente	Ascendencia		Estabilidad		Capacidad	
	Flujo	%	Flujo	%	Flujo	%
Importación	20,8	0,1	75,8	0,3	96,6	0,4
Interno	4.025,7	15,9	11.811,8	46,5	15.837,4	62,4
Exportación	3.858,0	15,2	156,1	0,6	4.014,1	15,8
Respiración	2.158,2	8,5	3.274,3	12,9	5.432,6	21,4
<b>Total</b>	<b>10.062,7</b>	<b>39,6</b>	<b>15.318,0</b>	<b>60,4</b>	<b>25.380,7</b>	<b>100</b>

▮ Tabla 7

Índices de flujo sistémicos en el ecosistema de plataforma del oriente venezolano.

*Network flow indices as determined by the ECOPATH II model for the north-eastern Venezuela shelf ecosystem.*

este ecosistema. Fundamentalmente, la mayor parte de la biomasa y la producción está asociada con un subsistema pelágico dominante y levemente explotado, el cual tiene numerosas conexiones tróficas, sobre una plataforma extensa y relativamente poco profunda, con un subsistema bentodemersal entre moderadamente e intensamente explotado. Esta característica también puede apreciarse al examinar los índices de flujo sistémicos (Tabla 7) basados en la teoría desarrollada por Ulanowicz (1986, en Christensen y Pauly 1992a y 1992b). A pesar del hecho que el sistema está conducido por el medio pelágico, el importante número de enlaces entre los diferentes grupos determinan un relativamente alto índice de estabilidad en los flujos internos del ecosistema.

El modelo también estima el nivel trófico global de las pesquerías, el cual en este caso se ubica en 3,80, es decir al mismo nivel que los grupos de cazones y escómbridos y picúas. Su eficiencia bruta (capturas totales/producción primaria) se estimó en 0,0016. Adicionalmente, la producción primaria estimada para sostener el ecosistema fue de  $3.290 \text{ t km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ , la cual compara favorablemente con el valor de entrada de  $3.300 \text{ t km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ .

Finalmente, es evidente en la base de datos que el componente pelágico (especialmente, pequeños pelágicos, carángidos y cachorreta) está sometido a un bajo nivel de explotación por parte de las pesquerías. La existencia de una importante biomasa subexplotada

de especies pelágicas, tal como ha sido determinada por medios hidroacústicos en los últimos 10 años (Gerlotto y Elquezabal, 1986; Ginés y Gerlotto, 1988; Anónimo 1989), es generalmente reconocida por las comunidades científicas, gubernamentales y empresariales en Venezuela.

El interés se ha enfocado sobre el posible incremento de la producción de la sardina *Sardinella aurita*. Sin embargo, hay bastante preocupación sobre los efectos que esto pudiera tener sobre el funcionamiento del sistema y la explotación de otras especies (Anónimo 1990). Considerando las necesidades sociales y económicas de la sociedad venezolana, es necesario comprender el posible efecto del aumento de la explotación sobre el funcionamiento del sistema. Algunas manipulaciones sencillas de los datos de entrada indica que las capturas de pequeños pelágicos puede incrementarse de aproximadamente 50% sin alterar el equilibrio del sistema, básicamente aumentando la eficiencia ecotrófica de este grupo. Otro resultado observable al realizar estas manipulaciones es el aumento del flujo al detrito debido a la disminución de la presión depredatoria sobre los organismos planctónicos.

El modelo ECOPATH también contiene una rutina para el análisis del impacto trófico mixto de las variaciones de biomasa de los diferentes grupos (Christensen y Pauly, 1992a). Como cabía esperar, los resultados (Tabla 8) indican que los pequeños pelágicos son el componente explotado, cuyas variaciones de biomasa tiene el mayor efecto sobre los demás grupos. Este efecto es particularmente marcado en el caso de los depredadores más altos de la cadena, especialmente para escómbridos y picúas y los calamares, los cuales representan especies de elevado interés económico. Por otra parte, es interesante constatar que la disminución de la biomasa de pequeños pelágicos tiene un efecto positivo sobre la producción de biomasa del mismo grupo, al reducirse la competencia intraespecífica. Adicionalmente, el mayor impacto de las variaciones de biomasa del grupo de los carángidos se hace sentir sobre el mismo grupo (canibalismo) y sobre los pequeños pelágicos. Estos resultados indican, dentro de las limitaciones del modelo, que la estrategia más adecuada para explotar el sistema sería de incrementar simultáneamente la explotación sobre los pequeños pelágicos y los carángidos. Esta estrategia permitiría minimizar, bajo el supuesto de constancia de los vectores de dieta, el efecto del incremento de

Grupos Impactados																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	-0,07	-0,01	-0,01	-0,00	0,00	0,00	-0,00	-0,01	-0,01	-0,06	0,00	-0,00	-0,00	-0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	-0,09	-0,06	-0,02	-0,07	-0,02	-0,00	-0,05	-0,03	-0,05	-0,01	0,00	0,00	-0,00	-0,00	0,00	0,02
3	0,03	0,00	-0,06	-0,02	-0,05	-0,02	-0,03	-0,13	-0,10	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	-0,00	0,01	0,00	0,02
4	0,08	-0,02	0,00	-0,14	-0,04	-0,05	-0,03	-0,06	-0,05	-0,05	-0,14	0,01	-0,04	0,00	0,02	0,00	-0,04
5	-0,00	0,02	0,01	-0,01	-0,07	-0,01	-0,00	-0,01	-0,01	-0,00	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,00	0,00	-0,01
6	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,06	-0,01	-0,01	-0,00	-0,01	-0,03	0,00	-0,01	0,00	0,01	0,00	-0,01
7	-0,02	-0,03	-0,02	-0,01	-0,00	-0,01	-0,11	-0,02	0,00	-0,04	-0,01	0,00	-0,04	-0,00	0,02	0,00	0,13
8	0,01	0,01	0,01	-0,00	-0,00	-0,00	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	-0,00	0,01	0,00	0,01
9	0,01	0,00	0,01	-0,00	-0,00	-0,02	-0,06	-0,01	-0,02	-0,02	-0,00	0,00	-0,01	-0,00	0,01	0,00	0,01
10	0,06	-0,00	-0,01	-0,00	-0,00	-0,00	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,00	0,00	-0,01	-0,00	0,00	0,00	0,01
11	0,15	0,54	0,22	0,19	0,16	0,22	0,01	0,11	0,08	0,02	-0,14	-0,15	0,00	0,06	0,03	0,00	0,49
12	-0,01	0,10	-0,01	0,27	0,34	0,27	-0,06	-0,01	-0,02	-0,05	-0,09	-0,44	-0,14	-0,39	-0,05	0,00	0,04
13	0,28	-0,02	0,26	0,04	-0,03	0,06	0,30	0,33	0,36	0,39	-0,03	-0,01	-0,35	-0,01	-0,39	0,00	0,15
14	0,15	0,31	0,18	0,35	0,38	0,36	0,05	0,15	0,14	0,10	0,44	0,47	0,09	-0,34	-0,17	0,00	0,30
15	0,14	-0,01	0,13	0,02	-0,01	0,03	0,21	0,18	0,18	0,19	-0,02	0,00	0,32	-0,01	-0,19	0,00	0,08
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	-0,17	-0,18	-0,13	-0,01	0,01	-0,02	-0,22	-0,06	-0,12	-0,21	-0,01	0,00	0,01	-0,00	-0,01	0,00	-

- |                         |                        |                            |
|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1. Cazones              | 7. Otros Demersales    | 13. Bentos Heterotrofo     |
| 2. Escómbridos y Picúas | 8. Bagres              | 14. Fitoplancton           |
| 3. Pargos y Meros       | 9. Corocoros           | 15. Productores Bentónicos |
| 4. Carángidos           | 10. Esciéndidos        | 16. Detrito                |
| 5. Cachorreta           | 11. Pequeños Pelágicos | 17. Pesquerías             |
| 6. Calamares            | 12. Zooplancton        |                            |

Tabla 8

Matriz de Impactos Tróficos Mixtos en la plataforma del oriente de Venezuela. El efecto en la tabla representa incrementos en la biomasa de los grupos impactantes (columna de la izquierda), las disminuciones de biomasa tienen un efecto relativo de la misma magnitud en sentido contrario.

*Mixed trophic impact matrix for the northeastern Venezuela shelf. The effect in the table represents biomass increments of impacting groups (left column), decreases in biomass of impacting groups have an effect of the same magnitude in the opposite sense.*

la explotación de los pequeños pelágicos, en particular de la sardina, sobre los componentes del sistema de elevado valor económico y social.

En conclusión el modelo ECOPATH es una herramienta útil para la comprensión del funcionamiento y el manejo de ecosistemas. En una situación de información limitada como la estudiada se obtuvo una imagen coherente del área de la plataforma del oriente de Venezuela. Evidentemente se requiere más investigación para el mejoramiento de los datos de entrada, con el objeto de sustentar o desechar los resultados obtenidos en esta fase inicial. Se espera que en el futuro las investigaciones pesqueras en la región incorporen requerimientos del modelo y retroalimentación interdisciplinaria, con el fin de complementar el enfoque tradicional. La combinación del enfoque tradicional y el de un modelo sencillo como éste, permitiría tomar en consideración los aspectos interespecíficos en el manejo de un importante recurso pesquero como la sardina en el oriente venezolano, sin imponer exigencias demasiado elevadas en los limitados recursos humanos y materiales.

## ■ Agradecimientos

Deseo expresar mi gratitud al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas por el apoyo brindado a través del proyecto S1-2126. Igualmente al Dr. Villy Christensen y al Dr. Daniel Pauly del International Center for Living Aquatic Resource Management (ICLARM) por la colaboración prestada en el desarrollo del presente trabajo.

## Referencias

- ALLEN, K. R., 1971 — Relation between Production and Biomass. *J. Fish. Res. Board Can.* 28: 1573–1581.
- AMARATUNGA, T. 1983 — *The role of cephalopods in the marine ecosystem*, p. 379–412. In: J. F. Caddy (ed.) *Advances in assessment of world cephalopod resources*. FAO Fish. Tech. Pap. 231.
- ANDERSEN, K. P. y E. URSIN, 1977 — A multispecies extension to the Beverton and Holt theory of fishing, with accounts of phosphorus circulation and primary production. *Medd. Danm. Fish. Havunders.* 7: 319–435.
- ANÓNIMO. 1983a — Fishery Management Plan. Final environmental impact statement. *Regulatory impact review. final regulations for coastal migratory pelagic resources (mackerels) in Gulf of Mexico and South Atlantic region*. Gulf of Mexico Fisheries Management Council, Tampa, Florida.
- ANÓNIMO 1983b — *Source document for the snapper-grouper fishery of the south Atlantic region*. South Atlantic Fisheries Management Council, Charleston, South Carolina.
- ANÓNIMO 1984 — *Estudio de la biología, ecología y pesquería de la sardina, Sardinella aurita, de la región nororiental de Venezuela*. Convenio MAC-UDO. Informe Final Vol. II.
- ANÓNIMO 1989 — *Surveys of the fish resources in the shelf areas between Surinam and Colombia 1988*. *Inst. Mar. Res.*, Bergen, Norway.
- ANÓNIMO 1990 — *Resultados de los talleres sobre la pesca en Venezuela*. Ministerio de Agricultura y Cría. Dirección General Sectorial de Pesca y Acuicultura. Caracas.
- APARICIO, R., (este volumen) — *Revisión de las características oceanográficas de la plataforma Nororiental de Venezuela*.
- ARIAS, A. y BASHIRULLAH, A. K. M. 1984 — *Estudios biológicos del bagre cuinche Cathorops spixii en el Golfo de Cariaco, Venezuela. Hábitos alimenticios de juveniles*. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 23 ( 1 y 2): 195–200.
- BALLESTER, A. y MARGALEF, R. 1965 — *Producción primaria. Estudios sobre el ecosistema pelágico del N.E. de Venezuela*. *Mem. Soc. Cienc. Nat.* La Salle 25: 39–137.
- BARNES, R. D., 1974 — *Invertebrate zoology*. 3rd Edition. W.B. Saunders Co., Philadelphia. 870 p.
- BARRETO, M. A. 1990 — *Alimentación, edad y crecimiento del cherechere Haemulon steindachneri de la costa del edo. Sucre, alrededores de la islas Margarita y Los Testigos*, Tesis de Maestría, Universidad de Oriente, Cumaná.
- BASHIRULLAH, A. K. M. y ACUÑA, A. 1984 — *Análisis del contenido estomacal del carite pintado Scomberomorus brasiliensis (Collette, Ruso y Zavala-Camins, 1978) en el oriente de Venezuela*. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 27 (1/2): 117–122.
- BEAUMARIAGE, D. S. 1973 — *Age, growth and reproduction of king mackerel Scomberomorus cavalla in Florida*. Fla. *Mar. Res. Publ.* No. 1. 45 p.

- BEVERTON, R. J. H. y HOLT, S. 1957 — On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Inv. Minist. Agric. Fish. Food*, U. K. 19. 533 p.
- BONILLA-RUIZ, J., MARQUEZ, Y. P. y GAMBOA, B. R. 1985 — Características geoquímicas en núcleos de sedimentos de la región nororiental y Río Orinoco — Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 24 (1 y 2): 43–61.
- CARDENAS, J. (este volumen) — Distribución y cuantificación de biomasa ictica del mar nororiental Venezolano, con énfasis especial en la sardina, determinadas por medios hidroacústicos.
- CÁRDENAS, J., SILVA J. y MENDOZA, J. 1991 — Evolución de la flota pesquera artesanal marítima del Nororiente Venezolano entre los años 1984 y 1990. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, Vol. 51 (135–136): 145–157.
- CERVIGÓN, F. 1966 — Los Peces marinos de Venezuela. 2 vols. Fund. La Salle de Cienc. Nat. Caracas, Venezuela, 951 p
- CHRISTENSEN, V. y PAULY, D. 1992a — A Guide to the ECOPATH II software system (Version 2.1). *ICLARM Software* 6: 71 p.
- CHRISTENSEN, V. y PAULY, D. 1992b — ECOPATH II — a software for balancing steady state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecol. Modelling* 61: 169–185.
- COMPAGNO, L. J. V. 1984 — FAO species catalogue. Vol. 4. Sharks of the World. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part. 2. Carcharhiniformes. *FAO Fish. Synopsis* 4 (2): 251–655.
- CURL, H. Jr. 1960 — Primary production and measurements in the north coastal waters of South America. *Deep Sea Res.* 7: 183–189.
- ETCHEVERS, S. 1974 — Variaciones morfométrico-merísticas, biología y tamaño mínimo del stock de sardina en el nororiente de Venezuela. *Bol. Cient. Tec. (MAC)*, S.R.M. 1 (3): 82 p.
- ETCHEVERS, S. 1976 — Incidencia de clupeoideos en la alimentación de las cabañas: *Euthynnus alleteratus* y *Auxis thazard* en la costa noreste de Margarita. LAGENA. Cumaná.
- ETCHEVERS, S. 1978 — Contribution to the biology of the sea catfish, *Arius spixii* south of Margarita Island, Venezuela. *Bull. Mar. Sci.* 28 (2): 381–385.
- FERNÁNDEZ, M. 1982 — *Morfología del tubo digestivo y análisis del contenido estomacal de la catalana Priacanthus arenatus en el oriente de Venezuela*. Tesis de Licenciatura. Univ. de Oriente, Cumaná.
- FERRAZ-REYES, E. 1983 — Estudio del fitoplancton en la cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 22 (1 y 2): 111–124.
- FRADIQUE, J. 1981 — *Algunos aspectos de la sistemática y contenido estomacal de Archosargus unimaculatus*. Tesis de Licenciatura. Univ. de Oriente, Cumaná.
- FRANCIS, M. P. 1981 — Von Bertalanffy growth rates in species of *Mustelus* (Elasmobranchii: Triakidae). *Copeia* 1: 189–192.
- FRANCO, L. 1987 — *Alimentación y reproducción de la lisa Mugil curema del Golfo de Cariaco, Venezuela*. Tesis de Maestría, Univ. de Oriente, Cumaná.
- FRÉON, P. 1988 — *Réponses et adaptations des stocks de clupéidés d'Afrique de l'Ouest à la variabilité du milieu et de l'exploitation: analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal*. Paris, Orstom, Etudes et Thèses, 287 p.

- GARCÍA, P. y BASHIRULLAH, A. K. M. 1976 — Biología del pargo *Lutjanus griseus* de la isla de Cubagua, Venezuela, p. 193–205. En Mem. del II Simp. latinoamer. *Oceanogr. Biol.*, Univ. de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- GERLOTTO, F. y ELQUEZABAL, X. 1986 — Evaluation des ressources halieutiques du plateau continental vénézuélien par echo-integration: resultats preliminaires. *Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst.* 37: 67–77.
- GINÉS Hno. (ed.) 1972 — Carta pesquera de Venezuela. 1. Areas del nororiente y Guyana. Monogr. No. 16, Fund. *La Salle de Cienc. Nat.* Caracas, Venezuela. 319 p.
- GINÉS, Hno. y GERLOTTO, F. 1988 — Ecointegración y pesca sardinera. 10 años de investigación en EDIMAR. I Congreso IberoAmericano y del Caribe. Boletín de Resúmenes. Fund. *La Salle Cienc. Nat.* Caracas.
- GÓMEZ, E. y BASHIRULLAH, A. K. M. 1984 — Relación longitud peso y hábitos alimenticios de *Rhizoprionodon porosus* (Carcharinidae) en el oriente de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 23 (1 y 2): 49–54.
- GONZÁLEZ, L. W. 1981 — Regimen alimenticio del corocoro *Orthopristis ruber* en las zonas adyacentes a la isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 20 (1 y 2): 23–32.
- GONZÁLEZ, L. W. 1985 — Determinación de edad y crecimiento de la sardina *Sardinella aurita* de la región nororiental de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. UDO 24 (1 y 2): 111–128.
- GRALL, C. 1984 — *A study of the biology of the spanish sardine, Sardinella aurita, in Florida waters.* M.S. Thesis, Univ. of Miami: 107 p.
- GRANADO, A. 1985 — *Aspectos biológicos del sapo bocón Amphychthys cryptocentrus de las islas de Margarita y Cubagua, Venezuela.* Tesis de Maestría, Universidad de Oriente, Cumaná.
- GRIMES, C. B. 1976 — *Certain aspects of the life history of the vermillion snapper Rhomboplites aurorubens from North and South Carolina waters.* University of South Carolina. PhD dissertation.
- GRIMES, C. B. 1978 — Diet and feeding ecology of the vermillion snapper *Rhomboplites aurorubens* from North Carolina and South Carolina waters. *Bull. Mar. Sci.* 29 (1): 53–61.
- GUZMÁN, R. 1989 — *Aspectos biológicos y pesquería del corocoro Orthopristis ruber, en el área de la isla de Margarita y norte del edo. Sucre.* Tesis de Maestría. Universidad de Oriente, Cumaná
- HAMMER, L. 1967 — *Die primarproduktion im Golf von Cariaco (ost Venezuela).* Int. Rev. Gesamt. Hydrobiol. 52: 757–768.
- HEALD, E. J. y GRIFFITHS, R. C. 1967 — The age determination, from scale readings, of the sardine, *Sardinella anchovia*, of the Gulf of Cariaco, eastern Venezuela. *Inv. Pesq., Ser. Rec. Explot. Pesq. (MAC)*. 1 (10): 374–446.
- HUO, M. F. 1984 — Alimentación de dos especies de anchovetas *Anchoa lyolepis* y *Anchoa lamprotaenia* del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 23 (1 y 2): 149–156.
- HUO, M. F. (este volumen) — Estado del conocimiento biológico pesquero de la Sardina (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) en el oriente de Venezuela
- ISAAC, V. J. 1988 — Synopsis of biological data on the whitemouth croaker *Micropogonias furnieri*

- (Desmarest, 1823). *FAO Fish. Synop.* 150. 35 p.
- JOHNSON, A. G. y VAUGHT, R. N. 1986 — *Species Profile of Spanish Sardine (Sardinella aurita)*. NOAA Tech. Memo., NMFS-SEFC-187: 82 p.
- JONES, R. 1982 — Ecosystems, food chains and fish yields, p. 195–239. *In: D. Pauly y G. I. Murphy (eds.) Theory and management of tropical fisheries.* ICLARM Conf. Proc. 9, 360 p.
- LAEVASTU, T. y LARKINS, H. A. 1981 — *Marine fisheries ecosystem, its quantitative evaluation and management.* Fishing News Books, Farnham, UK, 162 p.
- LONGHURST, A. R. 1959 — Benthos densities off tropical West Africa. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 25:21–28.
- LONGHURST, A. R. y PAULY, D. 1987 — *Ecology of tropical oceans.* Academic Press, San Diego, California. 407 p.
- LÓPEZ, H. 1972 — Distribución y abundancia estimada de huevos de la sardina (*Sardinella anchovia*) en la región oriental de Venezuela, 1968–1969. *Proy. MAC-PNUD-FAO, Inf. Tec.* 46: 1–27.
- LORENZO, D. T. 1985 — *Aspectos biológicos del pargo ceibal (Lutjanus analis) de la Isla de Margarita, Venezuela.* Tesis de Licenciatura. Universidad de Oriente, Cumaná.
- MACDONALD, J. S. y Green, R. H. 1983 — Redundancy of variables used to describe importance of prey species in fish diets. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40: 635–637.
- MEDINA - GAERTNER, M. 1988 — Relation entre l'alimentation des poissons et le zooplankton de la baie de Dakar (Senegal). *Inves. Pesq.* 52 (2): 155–191.
- MENDOZA, J. y FRÉON, P. 1991a — Producción y esfuerzo de pesca en Porlamar, Isla de Margarita durante 1986. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle.* Vol. 51 (135–136): 129–144.
- MENDOZA, J. y FRÉON, P. 1991b — Producción y esfuerzo de pesca de la flota artesanal costanera en Juangriego, Isla de Margarita, durante los años 1983, 1985 y 1986. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle.* Vol. 51 (135–136): 144–160.
- MENDOZA, J., GONZÁLEZ, J. y FRÉON, P. 1987 — La Pesca artesanal del Nororiente Venezolano: Esfuerzo de pesca potencial y aspectos socio-económicos. *Actas de la Conferencia Internacional de la Pesca, Université du Quebec a Rimouski, 10–15 Agosto 1986.* Vol. II: 1087–1099.
- MORALES-NIN, B. 1988 — Crecimiento de *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782) (*Pisces: Scombridae*) y *Sardinops sagax* (Jenyns, 1923) (*Pisces: Clupeidae*) en aguas ecuatorianas. *Inves. Pesq.* 52 (4): 483–500.
- MORENO, N. 1985 — *Sistemática, distribución y hábitos alimenticios de juveniles de la Familia Sciaenidae en algunas playas de la Isla de Margarita, Venezuela.* Tesis de Licenciatura. Universidad de Oriente, Cumaná.
- MUCK, P. y SÁNCHEZ, G. 1987 — The importance of mackerel and horse mackerel predation for the Peruvian anchoveta stock (a population and feeding model), p. 276–293. *In: D. Pauly y Y. Tsukayama (eds) The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change.* ICLARM Stud. Rev. 15, 351 p.
- MULLER-KARGER, F. y VARELA, R. 1988 — Variabilidad de la biomasa de fitoplancton en el Mar Caribe. I Congreso Iberoamericano y del Caribe. *Bol. Resumenes. Fund. La Salle Cienc. Nat. Caracas, Venezuela.*

- MUNRO, J. (Ed.) 1983 — *Caribbean coral reef fishery resources*. ICLARM Stud. Rev. 7, 276 p.
- MUNRO, J. y PAULY, D. 1983 — A simple method of comparing growth of fishes and invertebrates. ICLARM Fishbyte, 1 (1): 5–6.
- PALOMARES, M. L. y PAULY, D. 1989 — A multiple regression model for predicting the food consumption of marine fish populations. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.* 40: 259–284.
- PARRA, B. y LEÓN, J. R. 1984 — Análisis del contenido estomacal y hábitos alimenticios de la camiguana *Anchoa parva* (Engraulidae) del Golfo de Cariaco, Edo. Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 23 (1 y 2): 3–13.
- PAULY, D. 1980 — On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM*, 39 (2): 175–192.
- PAULY, D. 1985 — Population dynamics of short lived species with emphasis on squids. *NAFO Sci. Coun. Stud.* 9: 143–154.
- PAULY, D. 1989 — Food consumption by tropical and temperate fish populations: some generalizations. *J. Fish Biol.* 35 (Suppl. A): 11–20.
- PAULY, D. y MURPHY, G. I. (Eds.) 1982 — *Theory and management of tropical fisheries*. ICLARM Conf. Proc. 9, 360 p.
- PAULY, D., SORIANO-BARTZ, M. L. y PALOMARES, M. L. 1993 — Improved construction, parametrization and interpretation of steady-state ecosystem models, p. 1–13. In: V. Christensen y D. Pauly (eds.) *Trophic models of aquatic ecosystems*. ICLARM Conf. Proc. 26, 390 p.
- POLOVINA, J. J. 1984 — Model of a coral reef ecosystem. I. The ECOPATH model and its application to French Frigate Shoals. *Coral Reefs* 3: 1–11.
- POLOVINA, J. J. y OW, M. D. 1983 — ECOPATH: a user's manual and program listings. National Marine Fisheries Service, NOAA, Honolulu. *Adm. Rep.* No. 83. 46 p.
- RICKER, W. E. 1975 — Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.* 191: 382 p.
- RODRIGUEZ, J. 1987 — *Aspectos biológicos y pesquería del cataco Trachurus lathami en el oriente de Venezuela*. Tesis de Maestría. Universidad de Oriente, Cumaná.
- RODRIGUEZ, M.S. de S. 1968 — Edad e crecimiento de cururuca *Micropogon furnieri*, en las aguas cearences. *Arq. Estad. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceara* 8 (1): 7–14.
- RUIZ, L. 1985 — *Sistemática y hábitos alimenticios del roncaro Micropogonias furnieri en la costa norte del edo. Sucre, Venezuela*. Trabajo de Ascenso. Universidad de Oriente. 137 p.
- RUSO, R. A. 1975 — Observations on the food habits of leopard sharks (*Triakis semifasciata*) and brown smoothhounds (*Mustelus henlei*). *Calif. Fish. Game* 61 (2): 95–103.
- SIMPSON J. G. y GONZÁLEZ, G. 1967 — Algunos aspectos de las primeras etapas de vida y el medio ambiente de la sardina, *Sardinella anchovia*, en el Oriente de Venezuela. *Ser. Rec. y Explot. Pesq. (MAC)* 1 (2):39–84.
- SMITH, T. D. 1988 — Stock assessment methods: the first fifty years. In: J. Gulland (Ed.) *Fish Population Dynamics*: 1–33. Wiley Interscience, New York.
- TORRES, A. 1986 — *Aspectos biológicos del carite lucio (Scomberomorus cavalla) del norte*

- del edo. Sucre, Venezuela*. Tesis de Maestría. Universidad de Oriente, Cumaná.
- ULANOWICZ, R. E. 1986 — *Growth and development: ecosystem phenomenology*. Springer-Verlag, New York. 203 p.
- U ROSA, L. J. 1983 — Distribución del zooplancton en la Cuenca Tuy-Cariaco, área de posible actividad petrolera en Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 22 (1 y 2): 125–143.
- VARELA, R., CARVAJAL, F. y MULLER-KARGER, F. (este volumen) — El Fitoplancton de la Plataforma Nororiental de Venezuela. Licenciatura. Universidad de Oriente, Cumaná.
- WALSH, J. J. 1981 — A carbon budget for overfishing off Peru. *Nature* (London) 290: 300–304.
- WALSH, J. J. 1983 — Death in the sea: enigmatic phytoplankton losses. *Prog. Oceanogr.* 12 (1): 1–86.
- WIDODO, J. 1988 — Population biology of Russell's scad (*Decapterus russelli*) in the Java Sea, Indonesia. In S.C. Venema, J.M. Christensen y D. Pauly (eds.) *Contributions to tropical fisheries biology*. FAO Fish. Rep. 389: 308–323.
- WINBERG, G. G. 1956 — *Rate of metabolism and food requirements of fishes*. Transl. Fish. Res. Board Can. 253. 202 p.



colloques

et

séminaires

# La sardina (*Sardinella aurita*)

Su medio ambiente y explotación  
en el Oriente de Venezuela

# *The sardine* (*Sardinella aurita*)

*Its environment and exploitation  
in Eastern Venezuela*

Editores científicos/Scientific editors

**Pierre Fréon**

**Jeremy Mendoza**

**IRD**  
Editions