



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL  
CIENCIAS MARINAS  
IPN  
REUNION



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

ESPECTRO TROFICO ENERGETICO DEL MARLIN RAYADO *Tetrapturus audax*  
(PHILIPPI, 1887) Y MARLIN AZUL *Makaira mazara* (JORDAN Y SNIDER, 1901), DEL  
**AREA DE CABO SAN LUCAS, B.C.S., MEXICO.**

TESIS QUE PRESENTA EL **BIOLOGO**

**LEONARDO ANDRES ABITIA CARDENAS**

para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS  
con especialidad en CIENCIAS MARINAS

**La Paz B.C.S., 1992**

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

ESPECTRO TROFICO ENERGETICO DEL MARLIN RAYADO *Tetrapturus audax*  
(PHILIPPI, 1887) Y MARLIN AZUL *Makaira mazara* (JORDAN Y SNIDER, 1901), DEL  
AREA DE CABO SAN LUCAS, B.C.S., MEXICO.

TESIS QUE PRESENTA EL BIOLOGO

***LEONARDO ANDRES ABITIA CARDENAS***

para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS  
con especialidad en CIENCIAS MARINAS

'La Paz B.C.S., 1992

# **INDICE**

## **DEDICATORIA AGRADECIMIENTOS**

<b>1.0.- RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>1.1.- ABSTRACT</b>	<b>3</b>
<b>2.0.- INTRODUCCION</b>	<b>4</b>
<b>3.0.- ANTECEDENTES</b>	<b>5</b>
<b>4.0.- OBJETIVOS</b>	<b>8</b>
<b>5.0.- JUSTIFICACION</b>	<b>9</b>
<b>6.0.- MATERIAL Y METODOS</b>	<b>10</b>
<b>7.0.- RESULTADOS</b>	<b>13</b>
<b>7.1.- COMPOSICION DEL ESPECTRO TROFICO DEL MARLIN RAYADO Y MARLIN AZUL</b>	<b>13</b>
<b>7.2.- RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS METODOS DE ANALISIS PARA LAS DOS ESPECIES DE MARLINES</b>	<b>13</b>
<b>7.3.- VARIACION ESTACIONAL DEL ESPECTRO ALIMENTICIO DEL MARLIN RAYADO</b>	<b>16</b>
<b>7.4.- VARIACION ESTACIONAL DEL ESPECTRO ALIMENTICIO DEL MARLIN AZUL</b>	<b>17</b>
<b>8.0.- ANALISIS</b>	<b>19</b>
<b>8.1.- DISCUSION HABITOS ALIMENTARIOS</b>	<b>19</b>
<b>8.2.- DISCUSION ANALISIS ENERGETICO</b>	<b>23</b>
<b>8.3.- DISCUSION VARIACION ESTACIONAL DEL ESPECTRO ALIMENTICIO DEL MARLIN RAYADO</b>	<b>26</b>
<b>8.4.- DISCUSION VARIACION ESTACIONAL DEL ESPECTRO ALIMENTICIO DEL MARLIN AZUL</b>	<b>28</b>
<b>9.0.- CONCLUSIONES</b>	<b>30</b>
<b>10.0.- RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS</b>	<b>32</b>
<b>11.0.- BIBLIOGRAFIA</b>	<b>33</b>
<b>12.0.- RELACION DE TABLAS</b>	<b>39</b>
<b>13.0.- RELACION DE FIGURAS</b>	<b>41</b>
<b>14.0.- GLOSARIO</b>	<b>43</b>

## 1.0.- RESUMEN

Se realizó el estudio de los hábitos de alimentación (espectro trófico y aporte energético) de 403 marlines rayados *Tetrapturus audax* y 146 marlines azules *Makaira mazara* capturados por la flota de pesca deportiva que opera en el área de Cabo San Lucas, B.C.S., de mayo de 1988 a diciembre de 1989.

En el área de Cabo San Lucas, B.C.S., al marlín rayado se le encuentra durante todo el año, disminuyendo su abundancia a finales de verano y principios de otoño. Su alimento lo constituyen mayormente organismos epipelágicos (zona nerítica) y en menor grado de organismos provenientes de aguas oceánicas; siendo las presas más comunes la macarela *Scomber japonicus* Houttuyn, la sardina monterrey *Sardinops sagax* (Jenyns) y el calamar *Dosidicus gigas* (d'Orbigny).

El marlín azul es una especie que se encuentra en áreas cercanas a Los Cabos durante las estaciones de Invierno, Verano y Otoño en aguas relativamente alejadas de la costa, razón por la cual su alimento principal lo constituyen especies pelágicas oceánicas y en menor grado neríticas, la especie *Auxis spp.* se constituyó como la presa de mayor importancia en su dieta, el pez demersal *Merluccius productus* (Ayres) ocupó el segundo lugar en orden de importancia relativa, encontrándose en una menor proporción a especies integrantes del necton pelágico..

En general la composición cualitativa de los espectros alimenticios de ambas especies son similares ya que comparten'ahededor de 17 presas principalmente del grupo de peces y cefalópodos de ambientes neríticos y oceánicos (epipelágicos y mesopelágicos); sin embargo existen diferencias notables en cuanto a la proporción y aporte energético de las presas ya que en la dieta del marlín rayado las especies neríticas *S. japonicus* y *S. sagax* representaron el 68.8 % y 53.66 % del Índice de Importancia Relativa (IIR) y cuantificación porcentual del aporte energético (calorías), mientras que en el marlín azul solo constituyeron el 0.16 % y 2.59 %. Por otro lado la especie oceánica *Auxis spp.* fue la presa más importante para el marlín azul con el 93.22 % de IIR y el 72.21 % de aporte calórico, pero en la dieta del marlín rayado solo represento el 0.49 % y 4.55 %. La variación estacional mostró tendencia a una mayor ocurrencia de especies de hábitos pelágicos formadores de cardumenes, los cuales conformaron la dieta básica de ambas especies, aportandoles de manera global los mayores porcentajes de energía (calorías / gramo de peso fresco).

Al parecer estas especies se alimentan durante el día preferentemente de peces pelágicos (representando arriba del 70 % del aporte energético) y ocasionalmente realizan migraciones hacia aguas profundas para consumir presas que viven cerca o sobre los fondos arenosos; mientras que durante la noche se alimenta principalmente de cefalópodos, los cuales les aportan entre el 5.23 % y 10.5 % del total de calorías consumidas.

De manera indirecta el estudio de los hábitos de alimentación del marlín rayado y azul permitió evaluar la abundancia relativa de especies de interes comercial y potencial como es el caso de la macarela *S. japonicus*, la sardina monterrey *S. sagax* y *Auxis spp.* Se estimó que la depredación anual efectuada por el marlín rayado en el área de Cabo San Lucas, fluctua en el orden de 3,493 toneladas metricas (tm) de presas consumidas, de las cuales la macarela constituye el 25.69 % (897.48 tm) y la sardina monterrey el 18.83 %

(657.83 tm). En el caso del marlín azul se estimó un depredación anual de 89.96 tm de presas de las cuales el 61.6 % (55.41 tm) correspondieron a *Auxis spp.*

*Las altas concentraciones y cambios en la distribución del marlín rayado en la zona de los Cabos, parecen estar influenciadas principalmente por sus conductas tróficas y reproductivas, así como por condiciones medio ambientales (temperaturas y corrientes).*

*La ocurrencia del marlín azul en el área de los Cabos, B.C.S., no esta asociada a procesos reproductivos, por lo que la presencia de esta especie en la zona podria estar relacionada a factores alimenticios y medioambientales.*

## 1.1.- ABSTRACT

A study of the food habits (trophic spectrum and energetic values) of 403 striped marlin *Tetrapturus audax* and 146 blue marlin *Makaira mazara* caught by the sport fishing fleet in the area of Cabo San Lucas, Baja California Sur from spring 1988 to the fall of 1989, is presented.

Striped marlin feed mainly on epipelagic organisms (neritic zone) and less on oceanic organisms. The most common prey are chub mackerel *Scomber japonicus* Houttuyn, Monterrey sardine *Sardinops sagax* (Jenyns) and jumbo squid *Dosidicus gigas* (d'Orbigny). Though blue marlin feed on frigate tuna *Auxis spp.*, the demersal fish *Merluccius productus* (Ayres) and the jumbo squid *D. gigas*.

The qualitative composition of the trophic spectrum of both species are similar because they prey commonly on 17 species, mainly fish and cephalopods of the neritic and oceanic zone (epipelagic and mesopelagic). Nevertheless, differences exist in the proportion and energetic contribution of the prey. In the diet of striped marlin, the neritic species *S. japonicus* and *S. sagax* represent 68.8% and 53.66% of the Index of Relative Importance (IRI) and the Energetic Contribution (EC) (calories), whereas in the blue marlin they constitutes only 0.16 % and 2.59 %.

The oceanic fish *Auxis spp.* were the most important prey for the blue marlin with 73.22% of IRI and 72.21 of EC. In the diet of striped marlin this species only contributed 0.49% and 4.55 % of the IRI and EC.

The seasonal changes of the prey composition shown mostly occurrence of schooling of pelagic fishes, which integrated the basic diet of both species and contributed most of their energy requirements (calories/gram wet weight).

Apparently these billfish feed mainly on pelagic organisms (fish and cephalopods) which contribute more than 80 % of the total energetic contribution. They occasionally migrate to deeper waters to consume prey which live on or near the bottom.

The study permitted us to evaluate indirectly the relative abundance of the important commercial and potentially commercial fishes: chub mackerel *S. japonicus*, monterrey sardine *S. sagax*, and frigate tuna *Auxis spp.* The calculated annual predation by striped marlin in the area of Cabo San Lucas averages 3,493.5 metric tons (nrt), of which the chub mackerel constitutes 25.69 % (897.48 mt) and the monterrey sardine 18.83 % (657.83 mt). For blue marlin we calculated an annual predation average of 89.96 mt, of which 61.6% (55.4 mt) was frigate tuna.

The major concentration and changes in the distribution of the striped marlin in the area of Los Cabos, B.C.S. seem influenced by trophic and reproductive behavior, and environment conditions (temperature and currents). The presence of the blue marlin in Los Cabos apparently is related to food habits and environmental factors.

## **2.0.- INTRODUCCION**

Los peces de pico (familia Istiophoridae y Xiphiidae) son pelágicos mayores notablemente adaptados a su ambiente. El área de distribución de estos peces comprende las aguas templadas y tropicales de todos los océanos (Joseph et al. 1988).

Son grandes depredadores que realizan extensas migraciones, comprobándose la evidencia de estos movimientos por la naturaleza estacional de su pesquería y por la recaptura de ejemplares marcados en diferentes zonas (Strasburg, 1970). En el océano Pacífico se han registrado migraciones extensas de marlín rayado *Tetrapturus audax* (Philippi) marcados al oeste de las costas de México y recapturados a 5500 km al oeste y 3700 km al sur del punto de marcado (Joseph et al. *op cit.*).

Son seis las especies que se encuentran comúnmente en el Pacífico mexicano; la familia Xiphiidae representada por su única especie el pez espada *Xiphias gladius* Linnaeus y la familia Istiophoridae representada por 5 de sus 11 especies; el marlín rayado *T. audax*, marlín azul *Makaira mazara* (Jordan y Snyder), marlín negro *Makaira indica* (Cuvier in Cuvier y Valenciennes), pez vela *Istiophorus platypterus* (Shaw y Nodder) y el pez pico corto *Tetrapturus angustirostris* Tanaka.

El marlín rayado y marlín azul son las especies que constituyen la base de la pesca deportiva en Baja California Sur y en especial del área de Cabo San Lucas. La situación geográfica de esta zona presenta características oceanográficas complejas. Se le considera como una zona de transición, en donde la temperatura e influencia de diferentes masas y corrientes de agua (corrientes de California, Pacífico Oriental tropical y Golfo de California) (Alvarez, 1983), proporcionan condiciones ecológicas favorables para que estas dos especies confluyan en el área.

La realización de estudios orientados a conocer los hábitos de alimentación de las especies son importantes, ya que el alimentarse es una de las funciones básicas, en donde la digestión y absorción del alimento es condición necesaria para la obtención de la energía. Esta es la base para que otros procesos biológicos como el crecimiento, la reproducción y el desarrollo en general se puedan realizar. Estos procesos a su vez, están incidiendo directamente en la dinámica poblacional de cualquier organismo (Nikolsky, 1963; Weatherley, 1972).

En este contexto, la presente investigación aborda el estudio de los hábitos de alimentación (espectro trófico y transferencia de energía) del marlín rayado y marlín azul, con el fin de tratar de establecer, si existe algún tipo de relación entre las altas concentraciones de estas especies en el área de Cabo San Lucas, B.C.S. y su dinámica trófica.

### 3.0. - ANTECEDENTES

Se han realizado un gran número de estudios con relación a los hábitos de alimentación de peces a nivel mundial. Sin embargo los trabajos publicados en relación a los peces de pico son mínimos y en particular más reducidos para el marlín rayado *T. audax* y el marlín azul *M. mazara*, siendo la mayoría de estos de tipo cualitativo.

Hubbs y Wisner (1953), analizaron los contenidos estomacales de 32 ejemplares de marlín rayado del área de San Diego California, Estados Unidos; ellos encontraron que el espectro trófico se conformaba de siete especies de peces y dos de calamares. Las especies *Cololabis saira* (Brevoort), *Engraulis mordax* (Girard) y *Sardinops sagax* (Jenyns) fueron las presas más importantes.

Morrow (1952) encontró que en el área de Nueva Zelanda, el marlín rayado se alimenta principalmente de peces, siendo el pez *Scombrosox saurus* (Walbaum) la presa más importante (74.1 %). En el área de Perú y Chile La Monte (1955) registró a los calamares como el alimento preferencial; mientras que De Sylva (1962, citado por Ueyanagi y Wares, 1974) en la misma zona reporta que los peces *Engraulis ringens* 'Jenyns y *Tmchurus symmetricus* (Ayres) y los calamares son las especies principales en su dieta. Los estudios sobre los hábitos de alimentación del marlín azul se han realizado en diferentes regiones del mundo. En el Pacífico Central este marlín se alimenta principalmente de calamares y peces de la familia Scombrosoxidae y Scombridae (Morrow, 1952; Royce, 1957; Backer, 1966).

En el mar de Filipinas consume calamares (Nakamura, 1942, citado por Strasburg, 1970). En las Bahamas tunidos como bonito y *Auxis spp.* (Krumholz y De Sylva, 1958); en Hawaii el marlín azul se alimenta del barrilete *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus), *Auxis spp.* y juveniles de albacora *Thunnus alalunga* (Bonaterre) (Strasburg, *op cit.*).

En particular para la zona del océano Pacífico Oriental mexicano, solamente tres trabajos han sido desarrollados con respecto a las preferencias tróficas del marlín rayado y marlín azul. El primero fué realizado por Evans y Wares (1972) en donde analizan el contenido estomacal de 924 marlines rayados capturados por las flotas deportivas de Mazatlán, Sinaloa; Buena Vista, B.C.S., México y de San Diego California, Estados Unidos, durante el período de 1967 y 1969. Encontrando que el marlín rayado se alimenta principalmente de peces pelágicos y calamares *Dosidicus gigas* (d'Orbigny) en el área de Mazatlán y Buena Vista mientras que en San Diego las presas más importantes fueron la anchoveta norteña *E. mordax* y el pez ratón *Polydactylus spp.*

En el estudio realizado por Eldrige y Wares (1974), a partir de los muestreos llevados a cabo en 1970 en las áreas mencionadas anteriormente, los peces *Etrumeus teres* (De Kay) (39 %), *Euthynus lineatus* Kishinouye (17 %) fueron las presas dominantes en la dieta del marlín rayado. En cuanto al marlín azul, encontraron a peces de la familia Scombridae (58 %) (*Auxis spp.* y *E. lineatus*) como las presas de mayor importancia.

Por último Moehl y Galván (1989, manuscrito, sin publicar) analizaron el contenido estomacal del marlín rayado y marlín azul, capturados en el área de Cabo San Lucas, B.C.S., México, durante el período de Noviembre de 1987 a Mayo de 1988, encontrando que en la dieta del marlín rayado las especies de peces *S. sagax* (48.93 %) y *Scomber japonicus* Houttuyn (43.31 %), fueron el alimento de mayor importancia relativa, seguidos por los cefalópodos *Argonauta spp.* (2.38 %) y *D. gigas* (0.67 %). Para el marlín azul encontraron que los peces *Auxis spp.* (42.16 %) y *Balistes polyfepis* (Steindachner) (21.01 %) cuantificaron los mayores índices de importancia relativa, mientras que dentro de los cefalópodos el calamar *D. gigas* (18.58 %) fué la presa de mayor incidencia en los estómagos.

Los antecedentes sobre investigaciones encaminadas a estudiar las transformaciones energéticas que ocurren dentro de los ecosistemas, se han venido incrementando desde que Lindeman (1942) formuló el concepto de dinámica trófica. Concepto que ha propiciado un rápido progreso del uso de la teoría termodinámica en estudios ecológicos.

En la actualidad existe literatura en donde se presentan los valores energéticos de una gran cantidad de organismos. Pero la lista de investigaciones que proporcionan información acerca de la utilización y flujo de la energía (bioenergética) en peces es reducida.

Lasker (1970), realizó estudios sobre la eficiencia de la utilización de la energía obtenida del zooplankton, el cual es consumido por la sardina del Pacífico *S. sagax*. El estimó la cantidad de energía utilizada en respiración, crecimiento y reproducción a partir de experimentos en el laboratorio (medición de consumo de oxígeno, estimación de la depositación de grasa y determinaciones calorimétricas de gónadas maduras). Los resultados obtenidos indicaron que en la respiración el consumo energético es del 91 % del total asimilado, en el crecimiento este porcentaje es del 5 %, mientras que en reproducción solamente se utilizó el 2 % de la energía y el restante 2 % es almacenado en forma de lípidos corporales.

Mackinnon (1972), realizó el estudio de la acumulación de energía del pez plano *Hippoglossoides platessoides* Fabricius, y su utilización de esta en el metabolismo y maduración gónadal. Encontró que ejemplares hembras de 35 cm de longitud total almacenan 92 Kilocalorías (kcal) durante el verano, invirtiendo en el metabolismo 72 kcal y en la maduración de gónadas las restantes 20 kcal durante los meses de invierno.

Sharp y Dotson (1977), abordaron el estudio del consumo de la energía en la migración del atún *T. alalunga*. Estimaron que en una migración de 5239 km se utilizó un equivalente de 1450 gramos de grasa (13,630 kcal), estableciendo que el contenido de grasa es un importante indicador de la cantidad de energía disponible para la realización de migraciones y/o desoves en peces suficientemente maduros.

Olson y Boggs (1986) realizaron un estudio sobre aspectos bioenergéticos del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* (Bonnaterre) del Pacífico Oriental; en donde reportan tres maneras de estimar la cantidad de alimento consumido (depredación) por este atún: 1).- A partir del análisis de evacuación gástrica; 2).- Estimaciones bioenergéticas (modelo teórico) y 3).- Mediante estimaciones de concentraciones de Cesio. De acuerdo a estos métodos, se obtuvo que anualmente la población de atún aleta amarilla consumió un promedio de 4.3 - 6.4 millones de toneladas de alimento durante 1970-72, de los cuales el 34 % correspondió a la presa *Auxis spp.*

Una de las más recientes investigaciones realizadas sobre las determinaciones energéticas, fue realizada por Cortés y Gruber (1990), en donde analizan los hábitos de alimentación y estimación de la ración diaria del tiburón tropical *Negaprion brevirostris* (Poey), el cual es abundante en aguas poco profundas del sur de Florida y el Caribe. La ración diaria estimada fue de 1.5 a 2.1 % de su peso corporal, alimentándose de una manera intermitente y asincrónica; siendo el alimento de mayor importancia relativa y energética los peces teleósteos.

#### **4.0.- OBJETIVO GENERAL**

Con el propósito de establecer si existe alguna relación entre la conducta trófica del marlín rayado y marlín azul y sus altas concentraciones en el área de Cabo San Lucas, B.C.S., México, se abordó el estudio de los hábitos de alimentación (espectro trófico y transferencia de energía) de estas especies.

#### **METAS ESPECIFICAS:**

- 1.- Caracterizar el espectro trófico del marlín rayado y marlín azul y sus variaciones estacionales.**
  
- 2.- Determinar el valor energético de las especies presa más frecuentes y abundantes en las dietas de ambas especies.**
  
- 3.- Evaluar la abundancia de especies de importancia comercial o potencial en el área de Cabo San Lucas, a partir de los análisis cualitativos y cuantitativos de sus espectros tróficos.**

## **5.0.- JUSTIFICACION**

La necesidad de aplicar medidas de regulación y control de la pesquería de los peces de pico, ha propiciado una serie de iniciativas por parte de diversos sectores; para llevar a cabo estudios biológico-pesqueros que ayuden a una mejor administración, permitiendo con ello el uso racional y conservación de los peces de pico en México y en particular en Baja California Sur.

El Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) pendiente como Institución académica en investigar los recursos biológicos de importancia económica regional y nacional. se ha abocado a la realización de estudios relacionados con el ciclo de vida de dos de las principales especies de peces de pico que constituyen la base de la pesca deportiva en el área de Cabo San Lucas, el marlín rayado y marlín azul.

En este contexto, el presente trabajo plantea el estudio cualitativo y cuantitativo de los hábitos de alimentación de estas dos especies, con el proposito de caracterizar sus conductas tróficos y poder determinar su posible relación con las altas concentraciones de estos organismos, en el área de Cabo San Lucas, zona del Pacífico Oriental mexicano en donde la pesca deportiva se realiza durante todo el año con gran intensidad generando divisas, empleos y fortaleciendo económicamente a este centro turístico y al país.

Por lo anteriormente planteado y la posibilidad de poder utilizar este tipo de estudios como evaluadores indirectos de la abundancia de especies que pudieran tener importancia comercial para el hombre, se justificó ampliamente la realización del presente trabajo.

## **6.0.- MATERIAL Y METODOS**

Las muestras de estómagos que se utilizaron en el presente análisis, se obtuvieron de las capturas de marlín rayado y marlín azul de la flota de pesca deportiva que opera en el área de Cabo San Lucas, Baja California Sur (22° 53' latitud Norte y 109° 54' longitud Oeste).

Esta área presenta características oceanográficas particulares debido a que carece de plataforma continental y se encuentran profundidades de 500 m cerca de la costa. En la Figura 1 se presenta el mapa de esta área, en donde la zona de pesca deportiva comprende un radio de 30 millas náuticas. Las áreas de captura más importantes corresponden al Banco Gorda (sureste), Banco San Jaime (oeste), Banco Golden Gate (noroeste) y una franja costera de aproximadamente 10 millas (Anónimo, 1991).

El arte de captura utilizado fue el método tradicional de pesca en la superficie del agua, utilizando líneas con carnada artificial (curricán) o carnada viva (macarela), usando por lo general dos o cuatro líneas por embarcación.

Los muestreos los llevaron a cabo los integrantes del proyecto "Estudios biológicos de dos especies de peces de pico de la zona de los Cabos, B.C.S., México", del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR), durante Mayo de 1988 a Diciembre de 1989, con colectas quincenales en los meses de 1988 y mensuales en 1989.

Se analizaron un total de 403 ejemplares de marlín rayado y 146 de marlín azul (Tabla D), de cada organismo se registró su peso total y las longitudes furcal, postorbital y total, la extracción completa del estómago se realizó mediante la disección de los ejemplares. El contenido estomacal fue preservado con una solución de formaldehído al 10 % para detener los procesos de digestión, las muestras se trasladaron al laboratorio de Ictiología del CICIMAR.

Durante el análisis del contenido gástrico se procedió a separar las diferentes especies presa de acuerdo al grupo taxonómico, identificándose hasta el menor taxón posible, dependiendo del estado de digestión de las presas.

Para el caso de los peces, la determinación taxonómica se realizó por medio del esqueleto axial y apendicular. Para las características vertebrales (conteo, número, posición) se utilizaron las claves de Clothier (1950) y Jorgensen y Miller (1973); la de Monod (1968) para placas hipúricas; la identificación también se realizó por comparación directa con los esqueletos de peces previamente identificados de la colección ictiológica del CICIMAR.

Para aquellos peces que presentaron un estado de digestión mínimo se utilizaron las claves de Jordan y Everman (1896-1900), Mee & Hildebrand (1923-1928), Miller y Lea (1972), y Thomson *et al.* (1979).

Los crustáceos se identificaron por medio de los exoesqueletos o por restos de estos, utilizándose las claves de Garth y Stephenson (1966) y Brusca (1980). En los cefalópodos debido a la rápida digestión de las partes blandas de su cuerpo el aparato mandibular comunmente conocido como "pico", es la estructura con la cual se puede identificara estos organismos por estar compuesto de quitina (material de difícil digestión). Para este grupo en particular se emplearon los trabajos de: Clarke (1962) ; Iverson y Pinkas (1971) y Wolff (1982 y 1984).

Para el cálculo del volumen total desplazado por los calamares (*Dosidicus gigas*) se utilizó la metodología propuesto por Wolff (1984), realizando mediciones de la longitud rostral (LR) tanto del pico superior como inferior con el fin de poder estimar el volumen real desplazado por los calamares consumidos, mediante el uso de la ecuación de regresión;  $\text{Ln } V = 7.4 + \text{Ln } LR \cdot 2.48$  con Coeficiente de Determinación ( $r^2$ ) de 0.91.

Donde:  $V =$  Volumen total (ml) desplazado por ejemplar.

$LR =$  Longitud rostral (cm) de los picos superior o inferior.

Para medir los picos se empleó un microscopio estereoscópico equipado con micrómetro ocular.

En el análisis cuantitativo de los contenidos gástricos se usó el método de frecuencia de ocurrencia (FO) de acuerdo a Cailliet, *et al.* (1986) y los métodos volumétrico (V) y numérico (N) según Pinkas *et al.* (1971). Así mismo se utilizó una combinación de los tres métodos anteriores para valorar la importancia de cada tipo de alimento, esta formulación conocida como Índice de Importancia relativa (IIR) propuesto por Pinkas *et uf.* (1971), se utilizó para el análisis, evaluación y caracterización de los espectros tróficos de cada una de las especies estudiadas. La formulación de este índice es el siguiente:

$$\text{IIR} = (\text{N} + \text{V}) \text{FO}$$

donde:  $\text{N} =$  Porcentaje de Número de organismos

$\text{V} =$  Porcentaje de Volumen

$\text{FO} =$  Porcentaje de Frecuencia de ocurrencia.

Siendo la temperatura uno de los parametros físicos más importantes y que ademas nos permite detectar cambios en las condiciones medioambientales y por lo tanto en la disponibilidad de las especies, en el análisis de las variaciones estacionales de los espectros tróficos se utilizaron los mapas de distribución de las isotermas superficiales mensuales de los años 1988 y 1989, elaborados por F. Miller de la comisión Inter-Americana del Atún Tropical.

Finalmente para las determinaciones calorimétrica se utilizó un calorímetro adiabático, el cual cuenta con una unidad que permite su funcionamiento automático. El material analizado requirió de un tratamiento previo el cual dependía básicamente de sus características físicas. Las especies presa más frecuentes y abundantes en la dieta de los marlín colectados durante los muestreos efectuados en el otoño de 1988, fueron conservados en hielo, una vez en el laboratorio se procedió a secarlos, fraccionándolos lo más posible (homogenización) con la ayuda de una licuadora.

Dependiendo del tamaño y grosor de la muestra se procedió a su secado en una cámara liofilizadora durante un periodo de 3 a 7 días, para posteriormente transferirlo a una estufa a 65°C durante 24 horas, hasta obtener un peso constante, el cual fue considerado como peso seco. El contenido de agua se calculó restando el peso seco al peso fresco.

Inmediatamente después las muestras secas se desmenuzaron en la licuadora terminando de moler en un molino, pasando nuevamente las muestras a la estufa durante 24 horas, transfiriéndolas a un desecador. Finalmente se tomaron submuestras de aproximadamente 1 gramo (3 réplicas de cada tipo de alimento), las cuales se compactaron en forma de pastillas, para posteriormente transferirlas a la estufa por 24 horas, colocándolas en el desecador hasta el momento de su pesado y determinación calorimétrica (Parr Instrument Co., 1980).

Los valores energéticos estimados fueron comparados estadísticamente mediante un Análisis de Varianza (ANDEVA), con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas en los valores calóricos de los diferentes tipos de presa consumidas por los marlín. Se debe hacer notar que estas determinaciones fueron efectuadas solamente en el otoño de 1988, por lo que solo se cuantificó la totalidad de energía consumida por estas especies y no así sus variaciones estacionales.

## **7.0.- RESULTADOS**

### **7.1.- COMPOSICION DEL ESPECTRO TROFICO DEL MARLIN RAYADO Y MARLIN AZUL.**

El estudio de las preferencias alimenticias del marlín rayado se basó en los resultados obtenidos del análisis de 403 ejemplares, en cuya distribución de frecuencias de longitud postorbital se observó una moda en los 172 cm, con una talla mínima de 135 cm, una máxima de 208 cm y un peso promedio de 52 kg.

Del total de ejemplares, 350 presentaron estómagos con alimento (86.8 %), 27 estómagos vacíos (6.7 %) y 26 regurgitados (6.5 %) (tabla I). En total se identificaron 32 tipos diferentes de organismos presa, de los cuales 22 fueron peces, 5 cefalópodos, 5 crustáceos y materia orgánica no identificada (MONI). Correspondiendo a 14 ordenes, 19 familias, 25 géneros, identificándose a nivel específico solamente 17 de estas presas (tabla II).

El análisis del contenido alimenticio del marlín azul se realizó a partir de un total de 146 ejemplares con un intervalo de longitud postorbital entre 122 cm y 293 cm, con una moda en los 205 cm y un peso promedio de 130 kg. De estos, 122 presentaron estómagos con alimento (83.6 %), 19 estómagos vacíos (13 %) y 5 regurgitados (3.4 %) (tabla I).

En total se identificaron hasta el menor taxon posible 18 tipos de organismos presa, dentro de los cuales 14 fueron peces, 3 cefalópodos y 1 crustáceo. Donde estuvieron representados 7 ordenes, 9 familias, 14 géneros y 14 especies (tabla III).

### **7.2.- RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS METODOS DE ANALISIS PARA LAS DOS ESPECIES DE MARLIN.**

De las tablas II a la IV y figuras 2 a 9 se presentan los resultados obtenidos por cada uno de los métodos de análisis utilizados.

#### **7.2.1.-METODO VOLUMETRICO (V).**

El volumen total de presas en los estómagos de marlín rayado fué de 193,795 mililitros (ml), de los cuales a los peces correspondió el 84 % (166,920 ml), siendo las especies más importantes la macarela *Scomber japonicus*, con el 25.69% (49,788 ml), la sardina monterrey *Sardinops sagax* con el 18.83 % (36,491 ml) y la sardina japonesa *Etrumeus teres* con el 10.16 % (19,681 ml).

Los cefalópodos aportaron el 12.8 % (24,758 ml) del volumen total, siendo el calamar gigante *Dosidicus gigas* la especie dominante con el 11.28 % (21,866 ml). Con el fin de no subestimar los valores del volumen desplazado por los picos de cefalópodos

(calamar *D. gigas*) encontrados en los estómagos de los marlines, se utilizó la ecuación derivada de la forma de regresión propuesta por Wolff (1984), obteniéndose estimaciones de volúmenes cercana al 85 % con respecto a los valores reales. En la tabla IV se presentan 12 valores observados de volúmenes conocidos contra sus respectivos valores de longitud rostral y la de los volúmenes predecidos por la regresión. Los crustáceos solo representaron el 1.1 % (1,972 ml) del espectro' volumétrico, de los cuales la langostilla *Pleuroncodes planipes* Stimpson, aportó el 0.99 % (1,929 ml).

El contenido estomacal de los 122 ejemplares de marlín azul desplazó un volumen total de 47,835 ml, los peces representaron el 93.53 % (44,740 ml), siendo las especies más importantes *Auxis spp.* con el 61.57 % (29,451 ml) y la merluza *Merluccius productus* (Ayres) con el 11.45 % (5,475 ml).

El grupo de cefalópodos aportó el 6.21 % (2,968 ml), del contenido volumétrico total, siendo el calamar *D. gigas* la presa de mayor importancia con el 5.37 % (2,567 ml). Los crustáceos representados unicamente por la langostilla *P. planipes* aportaron solamente el 0.25 % (121 ml) de la importancia volumétrica.

#### 7.2.2.- METODO NUMERICO (N).

De acuerdo a este método se cuantificaron un total de 2679 organismos presa para el marlín rayado, el 68.55 % (1837 organismos) correspondio a peces, el 21.29 % (570) a cefalópodos y el 10.15 % (272) a crustáceos. En cuanto a la dominancia de las especies de peces, la sardina *S. sagax*, aportó el 18.92 % (507) seguido por la macarela *S. japonicus* con el 14.26 % (382) y la merluza *M. productus* con el 9.59 % (257). El calamar *D. gigas* represento el 14.9 % (399), seguido por la especie *Argonauta spp.* con el 2.99 % (80) dentro del grupo de los cefalópodos. En tanto que la langostilla *P. planipes* con el 7.2 % (193) fué el crustáceo de mayor dominancia.

Por el método numérico fueron cuantificados un total de 498 organismos presa dentro de la dieta del marlín azul, de los cuales el 83.51 % (416 organismos) correspondio a los peces, las especies con mayores porcentajes fueron *Auxis spp.* con el 37.15 % (185) y *M. productus* con el 20.88 % (104). Los cefalópodos representaron el 11.44 % (56), de los cuales al calamar *D. gigas* correspondieron el 10.64 % (53). La langostilla *P. planipes* significó solo el 5.02 % (25) de la importancia numérica.

#### 7.2.3.- METODO DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO).

Los peces fueron el alimento dominante en la dieta del marlín rayado, ocurriendo en el 93.43 % (327 estómagos) de los 350 estómagos que contenian alimento, siendo las presas más frecuentes las especies *S. japonicus* con el 45.43 % (159), *S. sagax* con el 27.71 % (97) y *E. teres* con el 12.57 % (44). Los cefalópodos ocurrieron en el 32.29 % (113), siendo el calamar *D. gigas* con el 28.28 % (99) la especie más representativa. Con respecto a los crustáceos estos se presentaron con una frecuencia del 6.28 % (22) de los cuales la

langostilla *P. planipes* aportó el 3.47 % (12).

Los peces también se constituyeron como el grupo más frecuente en los estómagos del marlín azul ocurriendo en el 94.48 % (115 estómagos) de los 122 estómagos con alimento analizados, las especies *Auxis spp.* con el 71.31 % (87) y el carangido *Decapterus hypodus* Gill, con el 7.38 % (9), fueron las presas más frecuentes.

Los cefalópodos ocurrieron en el 10.84 % (14) de los estómagos, siendo el calamar *D. gigas* con el 9.02 % (11) la presa más frecuentes. En cuanto a los crustáceos representados por la langostilla *P. planipes* solo se encontró en el 4.1 % (5) de los estómagos.

#### 7.2.4.- METODO INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IIR).

Por este método los peces fueron también el grupo de mayor importancia relativa tanto para el marlín rayado (80.66%) como para el marlín azul (97.77 %). Dentro del espectro trófico del marlín rayado los cefalópodos y crustáceos presentaron valores de 17.8 % y 0.79 % respectivamente, siendo las especies presa de mayor importancia los peces *S. japonicus* (43.66 %) y *S. sagax* (23.17 %), así como el cefalópodo *D. gigas* (17.8 %).

Para el marlín azul la especie *Auxis spp.* (93.22 %) fue la presa de mayor IIR; mientras que los cefalópodos y crustáceos solo aportaron el 1.94 % y 0.29 % respectivamente. El calamar *D. gigas* representó el 1.91 % dentro de los cefalópodos y la langostilla *P. planipes* la totalidad en crustáceos.

#### 7.2.5.- ANALISIS CALORIMETRICOS.

En la tabla V se presentan los valores energéticos, calorías por gramo (cal/gr) de peso seco, peso fresco y peso libre de cenizas de las especies presa de mayor Importancia Relativa (IIR) en la dieta del marlín rayado y marlín azul (fig 4) del área de Cabo San Lucas, B.C.S.

Los valores calóricos fluctuaron entre 3420.83 cal/gr en peso seco de la langostilla *P. planipes* y los 6139.95 cal/gr en peso seco del pez corneta *Fistularia spp.* El análisis de varianza mostró que los valores energéticos del total de presas excluyendo la langostilla *P. planipes* no difirieron significativamente ( $P < 0.025$ ).

El valor total del contenido calórico de las presas consumidas por el marlín rayado fue de 331,755,757 calorías (cal), estimándose un valor promedio de 947,873 cal para cada uno de los 350 organismos que presentaron contenido estomacal.

La cuantificación del aporte energético de las presas del marlín azul fue de 78,231,238 cal lo que equivale a un promedio de 641,240 cal por cada uno de los 122 ejemplares que presentaron estómago con alimento. Estas cantidades son el resultado de

la suma de los valores de energía (cal/gr de peso fresco) de cada una de las especies presa, multiplicada por su contribución total en la dieta.

La cuantificación porcentual de los aportes calóricos de las 11 presas del marlín rayado se presenta en la figura 6, en la cual se observa que las especies *S. japonicus* (32.48 %) y *S. sagax* (21.18 %) aportaron el 53.66 % del total de calorías del espectro trófico-energético de la especie (fig 7). Así mismo de las 9 presas de mayor IIR en la dieta del marlín azul (fig 8) *Auxis spp.* (72.21 %) se caracterizó como la especie que más calorías aportó al marlín (fig 9j).

### 7.3.- VARIACION ESTACIONAL DEL ESPECTRO ALIMENTICIO DEL MARLIN RAYADO.

En virtud de que fue evidente que en los métodos utilizados en el análisis cuantitativo de los espectros tróficos de ambos marlines, se obtuvieron resultados muy similares y además de que la formulación conocida como Índice de Importancia Relativa (IIR), se presenta como una combinación de los métodos volumétrico, numérico y frecuencia de ocurrencia, en el análisis se utilizan los resultados obtenidos por este Índice y por las determinaciones calorimétricas efectuadas.

En la figura 10a se presentan los resultados estacionales por grupos de organismos presa durante 1988, año en el cual iniciaron los muestreos a partir de la primavera. En las estaciones de primavera y otoño se observó que los peces obtuvieron los valores más altos de Índice de Importancia Relativa (IIR), así como de cuantificación energética (CE), mientras que en el verano los cefalópodos fueron las presas de mayor importancia.

En la primavera de 1988 (fig 1 la) un total de 441 organismos presa de 55 estómagos analizados (tabla VI), correspondieron a 16 especies (4 cefalópodos, 2 crustáceos y 10 peces). Dominando la sardina monterrey *S. sagax* con el 81.01 % de IIR y 51.84 % de CE, seguida por la macarela *S. japonicus* (13.08 % y 29.04 %) y la sardina japonesa *E. teres* (3.71 % y 12.03 %).

En verano (tabla VII) se analizaron 34 estómagos obteniendo un total de 206 organismos presa, agrupados en 16 especies diferentes (4 cefalópodos, 2 crustáceos y 10 peces), siendo las especies dominante el calamar gigante *D. gigas* con el 64.49 % de IIR y 31.52 % de CE, el carangido *Selar crumenophthalmus* (Bloch y Schneider) (10.91 % y 15.0 %) y la macarela *S. japonicus* (8.58 % y 18.56 %) (fig 1lb).

En otoño (tabla VIII) se revisaron 92 estómagos, cuantificando un total de 846 organismos pertenecientes a 22 especies (5 cefalópodos, 2 crustáceos y 15 peces). Los mayores valores de IIR y CE correspondió a la macarela *S. japonicus* (53.59 % y 29.76 %) seguida por el calamar *D. gigas* (13.16 % y 9.41 %), la sardina japonesa *E. teres* (9.79 % y 13.94 %) y la merluza *M. productus* (5.56 % y 10.20 %) (fig 1lc).

Durante el año de 1989 (fig 10b) los peces también fueron el grupo presa de mayor IIR y CE durante todas las estaciones del año; mientras que los cefalópodos y crustáceos presentaron los valores más bajos.

En invierno (tabla IX) se analizaron 56 estómagos con alimento, un total de 394 organismos encontrados, correspondientes a 18 especies (4 cefalópodos, 1 crustáceo y 13 peces). Las especies dominantes (fig 12a) fueron la macarela *S. japonicus* (71.09 % y 51.06 %), la merluza *M. productus* (14.09 % y 16.37 %) y la sardina monterrey *S. sagax* (7.8 % y 12.98 %).

En primavera (tabla X) se revisaron 67 estómagos, encontrándose un total de 15 especies (4 cefalópodos, 3 crustáceos y 8 peces). Las especies de mayor importancia fueron la macarela *S. japonicus* (45.42 % y 36.94 %) y los, clupeidos *S. sagax* (15.87 % y 15.36 %) y *E. teres* (7.92 % y 14.13 %) (fig 12b).

Para verano (tabla XI) se analizaron solamente 11 estómagos cuantificando a 22 organismos presa, los cuales correspondieron a 3 especies de peces y 1 de crustáceos. La sardina monterrey *S. sagax* con. el 60.64 % del IIR y 97.23 % de CE, fue la presa más importante (fig 12c).

En otoño (tabla XII) se examinaron 35 estómagos conteniendo 378 organismos presa, se identificaron 9 especies (1 cefalópodos, 1 crustáceos y 7 peces). Los valores mayores correspondieron a la sardina monterrey *S. sagax* (35.56 % IIR y 27.43 % CE), la macarela *S. japonicus* (18.43 % y 17.41 %) el carangido *Decaptems hypodus* (17.78 % y 23.24%) (fig 12d).

#### 7.4.- VARIACION ESTACIONAL DEL ESPECTRO ALIMENTICIO DEL MARLIN AZUL.

En la figura 13a se presentan los resultados estacionales por grupos de presa para el año de 1988. En este período se capturaron ejemplares durante las estaciones de Verano y Otoño, en las cuales el grupo de los peces exhibieron los valores mayores de Índice de Importancia Relativa (IIR) y de Cuantificación Energética (CE). Mientras que el grupo de cefalópodos y crustáceos fueron de importancia secundaria.

Durante el Verano (tabla XIII) se analizaron 15 estómagos con alimento, cuantificando un total de 52 organismos presa agrupados en 6 especies (3 cefalópodos y 3 peces), siendo las de mayor cuantificación las especies *Auxis spp.* con el 96.41 % de IIR y 92.98 % de CE y el calamar *D. gigas* (1.49 % y 6.16 %) (fig 14a).

En Otoño (tabla XIV) se revisaron 18 estómagos encontrando un número de 96 organismos presa, identificándose 7 especies (1 cefalópodo, 1 crustáceo y 5 peces). Los mayores valores de IIR y CE los presentaron *Auxis spp.* (73.48 % y 63.08 %) y la merluza

IU. *productus* (23.42 % y 63.08 %) (fig 14b).

Durante el año de 1989 se realizaron capturas de este marlín durante invierno, verano y otoño (fig 13b). Con respecto a los grupos presa durante el Invierno los peces y crustáceos obtuvieron los valores mayores de IIR y CE; mientras que durante las otras dos estaciones solo los peces representaron al grupo de mayor importancia.

En Invierno (tabla XV) se examinaron solamente 4 estómagos con alimento, en los cuales se encontró 40 organismos presa, agrupados en 4 especies (1 cefalópodo, 1 crustáceo y 2 peces). El crustáceo *P. planipes* con el 49.33 % de IIR y 4.25 % de CE, así como el pez *M. productus* con el 45.13 % y 81.21 % de IIR y CE respectivamente fueron las especies de mayor importancia en la dieta (fig. 15a).

Durante el Verano (tabla XVI) se analizaron 61 estómagos obteniéndose 135 organismos, identificándose 7 especies (1 cefalópodo y 6 peces). *Auxis spp.* (96.34 % y 89.98 %) y el calamar *D. gigas* (3.04 % y 9.01 %) se significaron como las especies de mayor IIR y CE (fig 15b).

En la estación de Otoño (tabla XVII) se revisaron 24 estómagos en los cuales se cuantificaron 175 organismos, agrupándolos en 8 especies (1 cefalópodo y 7 peces). Los valores más altos de IIR y CE correspondieron a las especies *Auxis spp.* (55.01. % y 53.6 %) y *B. polylepis* (24.69 % y 16.49 %) (fig 15c).

## 8. 0.- ANALISIS

### 8.1.- DISCUSION HA HITOS ALIMENTARIOS

En el área de Cabo San Lucas, B.C.S., el marlín rayado se alimenta preferentemente de organismos epipelágicos (zona nerítica) y en menor grado de organismos provenientes de aguas oceánicas. Las presas más comunes son la macarela *Scomber japonicus*, las sardinias *Sardinops sagax* y *Etrumeus teres*, los carangidos *Decapterus hypodus* y *Selar crumenophthalmus* y el calamar *Dosidicus gigas*. Otras presas forman parte del necton demersal, el cual involucra a los organismos que pasan la mayor parte de su ciclo de vida cerca del fondo (Weihaupt, 1984), como lo es la merluza *Merluccius productus* y el pez soldadito *Prionotus spp.*

Otras más son habitantes del piso marino (bentónicos), como es el caso del estomatópodo *Squilla spp.* o bien integrantes del zooplancton (eufásidos, anfípodos e isópodos), los cuales por su menor representatividad en la dieta, se pueden considerar como alimento incidental.

En el caso del marlín azul, la presa de mayor importancia en su dieta fue el escombrido *Auxis spp.* Este organismo es una especie pelágica oceánica altamente migratoria, la cual forma grandes cardúmenes que han sido detectados durante el verano en aguas costeras (Molteno y Riley, 1986), siendo presa común de los peces pelágicos mayores en el océano Pacífico Oriental como atunes y peces de pico (Blunt, 1960; Eldrige y Wares, 1974; Olson y Boggs, 1986; Galván, 1988).

El pez demersal *M. productus* fue la especie que ocupó el segundo lugar en orden de importancia relativa. Los juveniles de la especie *B. polylepis* también fueron registrados como presas importantes dentro del espectro trófico del marlín, esta especie es habitante de áreas arenosas generalmente cercanas a la costa (Thomson et al. 1979), aunque también se le encuentra en bajos de zonas más oceánicas (Berry y Baldwin, 1966). Así mismo, se encontró en un menor porcentaje a otras especies integrantes del necton pelágico (*D. gigas*, *D. hypodus*, *S. sagax*, *S. crumenophthalmus* y *S. japonicus*).

El marlín azul se encuentra en áreas cercanas a Los Cabos durante las estaciones de Invierno, Verano y Otoño en aguas relativamente alejadas de la costa; razón por la cual su alimento principal lo constituyen especies pelágicas oceánicas y en menor grado neríticas. Existiendo algunos indicios de que 'se alimenta también de especies bentónicas (Nakamura, 1985).

Tomando en cuenta lo anteriormente planteado, se deduce que el marlín rayado y marlín azul en la región de Los Cabos realizan migraciones verticales durante el día para alimentarse tanto en la superficie del agua como cerca del fondo.

Si consideramos que la captura de los marlines habitualmente se realiza entre las 08:00 y las 14:00 horas, descargándose en el puerto entre las 14:00 a 18:00 horas (momento del fijado del contenido estomacal con formaldehído), evidentemente durante este periodo (captura - fijado), los procesos de digestión siguen desdoblado la materia orgánica, debido a que las enzimas gástricas ya fueron excretadas (Sosa-Nishizahi, *com. pers.*, 1992).

Lo anterior parece explicar el hecho de encontrar a los cefalópodos en estado avanzado de digestión (principalmente *D. gigas*), debido a que generalmente la musculatura blanda es digerida y evacuada rápidamente, razón por la cual en la mayoría de los casos solo se encontraron sus aparatos mandibulares (picos). Schaefer (1984) estimó que el tejido blando de los calamares pasa por el tracto digestivo del barrilete negro *Eufhyinnus lineatus* en 5 o 6 horas.

Por lo anteriormente planteado se puede establecer que estas especies se alimentan preferentemente de organismos pelágicos (peces y cefalópodos), los cuales les aportan arriba del 80 % del aporte energético real y ocasionalmente realizan migraciones hacia aguas profundas para consumir presas que viven cerca o sobre los fondos arenosos.

Al analizar la dieta del marlín rayado y azul en otras áreas del mundo, se encuentra que en su mayoría esta conformada de peces (clupeidos, escombridos y carangidos) y cefalópodos (calamar). Para el marlín rayado en aguas de Nueva Zelanda, Morrow (1952) reporta a 10 especies de peces y 2 de calamares, siendo el pez *Scombresox saurus* la presa más importante, mientras que Backer (1966) en la misma zona registra a calamares y peces (carangidos) como los organismos más representativos en la dieta. En Perú y Chile, La Monte (1955) y De Sylva (1962, citado por Evans y Wares, 1972) reportaron calamares y peces, estos de la familia Engraulididae y Carangidae como presas importantes.

En cuanto al tipo de alimento que el marlín azul consume en otras regiones del mundo, la literatura nos indica que en el mar de Filipinas se alimenta principalmente de calamares (Nakamura, 1962, citado por Rivas, 1974); en Nueva Zelanda de peces de la familia Carangidae y Scombridae (Backer, *op cit.*); en Hawaii los peces *Katsuwonus pelamis* y *Auxis thazard* (Lacepede) constituyeron más del 85 % del espectro trófico (Strasburg, 1970); de igual manera en Puerto Rico los peces *A. thazard* y *Thunnus atlanticus* (Lesson) fueron las presas preferenciales (Erdman, 1962, citado por Rivas *op cit.*); mientras que en Bahamas las especies *Auxis spp.* y *Coryphaena spp.* fueron las presas más representativas en su dieta (Krumholz y De Sylva, 1958).

Al comparar el presente estudio con los trabajos anteriores no se observan variaciones en cuanto a los grupos presa pero si existen diferencias evidentes en la composición específica del espectro trófico, lo cual puede ser provocado por la diferencia de áreas geográficas y ciclos estacionales en la abundancia de los organismos presa.

Ueyanagi y Wares (1974) al abordar precisamente el estudio de los posibles factores que pueden influir en la variación del alimento del marlín rayado, encontraron que las

diferencias en longitud y sexo en los adultos no provocan variaciones ‘considerables en la composición de la dieta, siendo los factores causales de cambio, la región geográfica y la época del año.

Al analizar los trabajos publicados por Evans y Wares (1972) y Eldrige y Wares (1974) con relación a los hábitos de alimentación del marlín rayado y azul en aguas del Pacífico Oriental (Mazatlán, Sinaloa, Buena Vista, B.C.S., México y San Diego, California, Estados Unidos) se encuentra que las presas más importantes son calamares (*D.gigas*) y peces (*E. teres*, *Auxis spp.*, *E. lineatus*, *Fistularia spp.* y *S. japonicus*).

Lo anterior nos indica. que aparentemente la composición de los espectros alimenticios de ambos marlines no ha variado sustancialmente en las últimas dos décadas por lo que podemos inferir la existencia de una estabilidad en la composición y abundancia de especies presas en la zona de Cabo San Lucas. Las áreas de la costa Occidental de Baja California Sur y boca del Golfo de California son consideradas como zonas de alta concentración de especies de peces de pico y en especial del marlín rayado (Anónimo, 1987) hecho que se explicaba desde la perspectiva del proceso reproductivo.

Sin embargo aunque en los estudios de reproducción llevados a cabo por investigadores de CICIMAR, se han logrado caracterizar histológicamente todos los estadios de madurez, tomando en cuenta la presencia de estructuras indicadoras del avance y los cambios de maduración (presencia y abundancia de vitelo, diámetro de ovocitos, presencia de folículos postovulatorios y atresias); la incidencia de hembras en estadios de maduración avanzado ha sido mínima (1 hembra) (Arcos *et al.*, 1991, manuscrito sin publicar).

Nakamura (1985) reporta que las mayores ocurrencias estacionales de hembras maduras y larvas en el Pacífico Oriental Mexicano coinciden en los 120° de longitud Oeste y entre los 5 y 20° de latitud Norte durante el verano (aguas oceánicas de los Estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero).

Por lo anteriormente señalado y el movimiento migratorio detectado para el marlín rayado durante el verano (estación en donde sus capturas disminuyen en gran medida), parece ser indicativo de que el evento reproductivo no se realiza en las áreas de incidencia (30 millas nauticas) de la flota de pesca deportiva que opera en Cabo San Lucas, B.C.S.

La mayor abundancia de poblaciones de especies que representan recursos alimenticios potenciales y accesibles para el marlín rayado y otras especies depredadoras en comparación con otras regiones del Pacífico oriental (Blackburn, 1968), parece señalar a esta región como una área de alimentación en donde el marlín rayado se encuentra almacenando energía excedente en forma de lípidos corporales, con el fin de prepararse para el evento reproductivo.

De acuerdo con Squire y Suzuki (1990) el patrón de migración del marlín rayado es un movimiento general (entre las áreas de alimentación y desove), con la inmigración de

peces de tallas menores de las áreas principales de desove del Pacífico norte (central y occidental), a las zonas del Pacífico nororiental (considerada como una de las principales áreas de alimentación y crecimiento) y suroriental, en donde se encuentran organismos entre los 170 y 180 cm de longitud postorbital (ojo-furca). Estos organismos después de un período de tiempo en el Pacífico oriental (generalmente con tallas mayores a 200 cm) ya maduros, se mueven hacia las áreas principales de desove (Pacífico occidental) (fig. 16).

En el caso del marlín rayado que se encuentra en aguas cercanas a la península de Baja California, este tiende a migrar rápidamente durante el verano, al sur a una zona reportada como de desove (Islas Revillagigedo) pero aún sin verificación (Squire 1987, citado por Squire y Suzuki, 1990), por lo que se sugiere la realización de muestreos biológicos durante el verano y otoño en esta zona, y frente a las costas de Colima, Jalisco y Guerrero con el objeto de estimar parámetros reproductivos.

Lo anterior nos indica que, si bien la reproducción no ocurre en esta zona (Cabo San Lucas), sí juega un papel importante en las altas concentraciones y en el movimiento migratorio efectuado hacia aguas más oceánicas durante el verano con el propósito de reproducirse.

La estacionalidad de las capturas y cambios en las zonas de pesca, parece indicar un patrón de movimiento migratorio local en el área, ya que en algunas ocasiones estas se registran exclusivamente en la costa occidental (Pacífico) y en otras en aguas del Golfo de California.

Por lo expuesto anteriormente, las altas concentraciones y cambios en la distribución del marlín rayado en la zona de los Cabos, parecen estar influenciada; principalmente por sus conductas alimentarias y reproductivas, así como por condiciones medio ambientales (temperaturas y corrientes de agua).

En el caso del marlín azul, no se tiene bien definido su patrón de migración, pero de acuerdo con los valores de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) obtenidos por los pescadores japoneses, se registran dos zonas de alta concentración una en el Pacífico occidental y central entre los 8° y 26° de latitud sur durante los meses de diciembre a marzo y otra en el Pacífico norte (occidental y central) entre los 2° y 24° de latitud norte; mientras que en los meses de abril y noviembre el marlín azul tiende a concentrarse en el Pacífico ecuatorial (10° N y 10° S), en el caso del Pacífico oriental las capturas de esta especie son poco abundantes (Nakamura, 1985) (fig. 17).

Al parecer la ocurrencia del marlín azul en el área de los Cabos, B.C.S., no está asociada a procesos reproductivos, esto corroborado con los estudios de reproducción realizados por personal de CICIMAR en donde hasta el momento no se han encontrado hembras maduras (Ochoa, *com. pers.*, 1991).

Además, de acuerdo a Nakamura (1985), las larvas de esta especie pueden ser extensivamente capturadas en aguas tropicales y subtropicales del Pacífico occidental y central. Así mismo Hopper (1990), cita que el área de Hawaii puede representar un sitio de actividad reproductiva del marlín azul del Pacífico.

Por lo anterior la ocurrencia de esta especie en la zona de los Cabos puede estar relacionada a factores alimenticios y medio ambientales, ya que de manera general cualquier organismo tiende a presentarse en mayor porcentaje en aquellas áreas en donde los factores ambientales y concretamente la disponibilidad de alimento son más propicios.

## 8.2.- DISCUSION ANALISIS ENERGETICO

Los valores calóricos determinados por la producción de calor durante la combustión de las muestras biológicas (biomasa expresada en unidades de energía) en un calorímetro adiabático, nos proporcionaron una estimación del contenido energético de las presas de mayor importancia relativa consumidas por el marlín rayado y marlín azul.

Del total de valores estimados la langostilla *Pleuroncodes planipes* fué especialmente baja en su contenido calórico. Este bajo valor ya ha sido reportado en otros crustáceos; Golley (1961) y Tbaycr et al. (1973) al realizar el análisis en crustáceos y Slobodkin y Richman (1961) con braquiópodos. La probable causa de estos bajos valores, es la presencia de carbonato de calcio en crustáceos y fosfato de calcio en Braquiitipodos. Pnine (1964) argumenta que la presencia de estos compuestos, así como la de esqueletos hidratados, pueden resultar en una baja estimación del contenido calórico.

El ANDEVA mostró que no existieron diferencias significativas entre las estimaciones realizadas entre las presas (excluyendo la langostilla), lo cual viene a confirmar lo que autores como Slobodkin y Richman (*op cit.*), Golley (*op cit.*) y Painé (*op cit.*) entre otros han enfatizado, con respecto a la constancia de los valores calóricrrs del tejido animal, excepto cuando este provenga de organismos que se encuentren almacenando reservas alimenticias (lípidos) para migración, reproducción u otros procesos metabólicos en determinadas épocas del año.

El número de trabajos publicados sobre el contenido calórico de organismos es grande, sin embargo del total de especies analizadas en el presente estudio, solamente se encontraron reportados datos sobre los porcentajes de grasa, humedad, cenizas y proteínas, estando solamente a nivel de grupos y de otras especies las estimaciones de los valores energéticos.

Thayer et al. (*op cit.*) realizaron estimaciones del contenido calórico de algunas especies que habitan en estuarios, reportando dentro del grupo de los cefalópodos a la especie de calamar *Loligo brevis* Blainville, la cual registró valores de 5743 cal/gr peso seco y 1051 cal/gr peso fresco; para el grupo de crustáceos decapodos, se encontraron valores

entre 2123 - 6034 cal/gr peso seco y de 801 - 1484 cal/gr peso fresco: mientras que para peces, los valores oscilaron entre 4399 - 6001 cal/gr peso seco y 672 - 1571 cal/gr peso fresco.

Por otro lado Cortés y Gruher (1990) al estimar los valores energéticos de las especies presa del tiburón *Negaprion brevirostris*, obtuvieron dentro del grupo de cefalópodos para el pulpo *Octopus spp.* valores de 4813 cal/gr peso seco y de 679 cal/gr peso fresco; para los crustáceos reportaron el contenido de la jaiba *Callinectes spp.* obteniendo estimaciones de 3202 cal/gr peso seco y 1044 cal/gr peso fresco; así mismo para los peces en general sus valores fluctuaron entre 3386 - 4729 cal/gr peso seco y 957 - 1863 cal/gr peso fresco.

Al comparar las estimaciones obtenidas en el presente estudio con los trabajos mencionados anteriormente, se encuentra que son similares e inclusive algunas de las estimaciones variaron entre los valores promedios de las reportadas por estos autores.

En la figura 18 se presenta de manera esquemática la posible distribución de la energía, a partir de la captación total vía alimento en la dieta de un pez de hábitos carnívoros, mediante el uso de un modelo teórico bioenergético (Brett y Groves, 1979).

Este esquema puede ser adaptado a las características propias de los marlines, los cuales por ser peces pelágicos altamente migratorios, de crecimiento rápido, con una tasa metabólica alta, en ambientes oligotróficos, los porcentajes de energía canalizados hacia el crecimiento y metabolismo en general (energía neta) deben ser de mayor cuantificación; ya que los posibles gastos de energía vía heces fecales (excremento) y pérdida de calor durante los procesos metabólicos deben ser de menor proporción. Esta disminución podría ser reflejo del ahorro energético que en estos peces se realiza al evitar emplear la costosa estrategia energética de la endotermia, debido a la presencia de un órgano calórico (termogénico) que mantiene al cerebro y ojos con temperaturas mayores que las del agua (Block, 1990).

Lo anterior aparentemente les proporciona un cierto grado de independencia térmica que les permite un mejor rendimiento fisiológico y una mayor movilidad en los diferentes ambientes que frecuentan, lo cual los habilita a permanecer en la cumbre de la cadena trófica de los océanos (Carey, 1982, Block, *op cit.*).

De manera general del 100 % de la energía consumida por un pez carnívoro se estima que un 20 % es excretada vía heces fecales, y un 80 % corresponde a la energía digerible, de esta fracción el 7 % se excreta vía compuestos nitrogenados a través de branquias (en su mayoría) y orina, correspondiendo el 73 % a la energía metabolizable; se calcula una pérdida del 14 % por el gasto en digestión y asimilación del alimento, por lo que al final la energía neta canalizada hacia el crecimiento y metabolismo en general es de alrededor del 59 % (Brett y Groves, *op cit.*).

De esta energía neta un mínimo del 7 % es requerido para mantener el metabolismo basal; alternativamente todo este 59 % puede ser requerido en un momento determinado en el proceso reproductivo o de migración. Para el crecimiento se estima que un pez puede invertir de 0 a un 45 % según la edad, estado fisiológico, cantidad y calidad del alimento (Weatherley, 1972).

La competencia establecida por la fracción de energía neta entre el crecimiento y metabolismo en general (reproducción, migración, etc.) ha sido definido en los atunes como bioenergética especulativa (Stevens y Neill, 1978). Un movimiento migratorio de cierta magnitud realizado por pelágicos mayores para alcanzar zonas con alimento abundante, o bien áreas de reproducción, ocasiona un gasto de las reservas de grasa y por ende energético, lo cual puede causar una disminución en las tasas de crecimiento (Sharp y Dotson, 1977).

Si consideramos que más del 70 % de los estómagos de ambos marlines presentaron grados de llenado inferiores al 50 % y que además la capacidad depredadora del marlín puede permitirles digerir grandes cantidades de presas en un tiempo corto, tal como sucede en el atún aleta amarilla *Thunnus albacares* (Olson y Boggs, 1986), (especie pelágica de hábitos alimenticios sernejantes a la de los marlines), podemos suponer una subestimación de los valores energéticos.

Sharp y Dotson (*op cit.*) al abordar el estudio de la disponibilidad y utilización de la energía en la migración del albacora *Thunnus alalunga* al recorrer una distancia de 5239 kilómetros en 110 días (asumiendo que durante la migración las tasas de crecimiento se disminuyen al mínimo y que la energía captada de las reservas de grasa solamente fueron utilizadas en este proceso), estimaron un gasto energético total aproximado de 13, 630,000 cal (1450 gramos de grasa).

Cabe señalar que este equivalente energético esta muy por debajo de las necesidades reales de esta especie y en general de los peces altamente migratorios, ya que en estos movimientos los organismos son extrademandados energéticamente, además, es evidente que la energía captada vía alimento consumido durante la migración no fue cuantificada.

Si al dato anterior le sumamos el costo energético de otros procesos biológicos como son el crecimiento (0 - 45 %), reproducción, respiración, etc. en donde se da un gasto energético mayor (7 - 59 %), se aprecia porque las especies como el marlín rayado, marlín azul y otras especies pelágicas altamente migratorias, pueden ser consideradas como depredadores generalistas, al presentar la capacidad de alimentarse en grandes cantidades de las presas disponibles en los diferentes ambientes que frecuentan. Este hecho les permite maximizar la toma de energía con un mínimo de gasto energético.

### 8.3.- DISCUSION VARIACION ESTACIONAL DEL ESPECTRO ALIMENTICIO, DEL MARLIN RAY ADO

Durante la Primavera de 1988 se observó que las presas de mayor importancia relativa (IIR) fueron la sardina monterrey *Sardinops sagax* (81.01 %) y la macarela *Scomber japonicus* (13.08 %). Ambas especies se llegan a agrupar para formar cardumenes mixtos (Kramer, 1969, citado por Schaefer, 1980). La mayor dominancia de la sardina con respecto a la macarela puede explicarse si consideramos que la máxima actividad reproductiva de la macarela ocurre anualmente a finales de Invierno y parte de la Primavera (Arcos, 1988), por lo que migran hacia áreas más norteñas de la península de Baja California, en donde ocurren los eventos reproductivos (Ahlström, 1959, citado por Schaefer, *op cit.*), esto ocasiona que su abundancia sea menor a la de sardina. De igual manera estas dos especies fueron las de mayor cuantificación energética (CE) en la dieta.

Lo anterior nos viene a confirmar la necesidad de realizar estimaciones energéticas estacionales y no depender de constantes o equivalentes obtenidas en una sola estación, ya que el valor calórico de cualquier tejido (vegetal o animal) esta en función de su condición nutritiva y fisiológica, mismas que a su vez varían con la especie, estacionalidad y condiciones medioambientales (Golley, 1961). Por lo que para la realización de un análisis energético estacional se necesitan estimaciones intensivas en cada estación del año, de lo contrario, las variaciones del espectro energético fluctuaran paralelamente con las abundancias de las presas, hecho que se hace evidente en el presente trabajo.

En la estación de Verano la especie presa de mayor importancia relativa y energética fue el calamar *Dosidicus gigas*, especie de afinidad subtropical-tropical, que realiza extensas migraciones estacionales regidas en gran medida por la temperatura. La dominancia de este organismo podría estar en relación a la presencia de masas de agua de origen tropical en la boca del Golfo de California (de 25 a 29°C) y con la abundancia de especies presa disponibles durante este periodo en esta zona del Pacífico oriental, en donde los pelágicos menores (sardina y macarela) conforman su dieta básica (Ehrhardt *et al.*, 1986).

En Otoño la macarela *S. japonicus* presentó una importancia relativa y energética mayor, seguida por el calamar *D. gigas*, Roedel (1952), al analizar las capturas estacionales de la macarela del área sur de California durante el período de 1923-1951, encontró que las mayores abundancias de capturas fueron durante el otoño, lo cual indica la gran abundancia de esta especie durante la estación. Además las áreas de Baja California y Golfo de California (MacCall, 1973 y 1979 citado por Schaefer, 1980) son regiones en donde las capturas de este recurso son de gran magnitud.

Al analizar los resultados obtenidos durante el año de 1989, observamos que el grupo de los peces fueron las presas de mayor importancia tanto energética como de importancia relativa en todas las estaciones, siendo las especies *S. japonicus* y *S. sagax* las que presentaron los mayores valores.

En el Invierno y Primavera la macarela *S. japonicus* con el 71.09 y 45.42 % de IIR, fue la especie dominante; esta mayor abundancia durante el Invierno puede ser indicio de la migración que realiza la macarela en primavera con fines reproductivos hacia áreas más norteñas de la costa occidental de Baja California, lo cual nos indica que durante esta estación, esta conducta tiene sus máximos al coincidir con la presencia de surgencias durante el mes de mayo (Schaefer, 1980).

En las estaciones de Verano y Otoño las capturas del marlín rayado disminuyeron en gran medida, siendo solamente 11 los ejemplares analizados en Verano y 35 en Otoño, esto coincide con la migración efectuada por esta especie hacia otras áreas cercanas a las Islas Revillagigedo con fines reproductivos (Arcos et al., 1991, manuscrito, sin publicar) y con la realización de dos torneos de pesca deportiva, en los cuales los pescadores participantes dedican todo su esfuerzo a la captura de ejemplares de tallas y pesos mayores; por lo que las capturas más frecuentes son de marlín azul, por ser una especie que alcanza mayores tallas y que además durante las estaciones de verano y otoño su abundancia en el área se incrementa, según los registros de captura de la flota deportiva (Anónimo, 1991).

Durante estas estaciones la presa más importante fue la sardina monterrey *S. sagax*, esta especie es común en el Pacífico Oriental Mexicano y debido a las grandes magnitudes de captura es una de las más importantes en la pesquería nacional (Torres, 1986), por lo que su presencia como presa frecuente y abundante en los estómagos del marlín no es rara.

De manera indirecta, el estudio de los hábitos de alimentación del marlín rayado nos permitió evaluar la abundancia de especies de interés comercial como es el caso de la macarela *S. japonicus* y la sardina monterrey *S. sagax*.

El cálculo aproximado de la depredación anual efectuada por el marlín rayado se realizó de acuerdo a Olson y Boggs (1986), estimando el porcentaje de ración diaria, tomando en cuenta la tasa de evacuación gástrica en atunes es de 6 a 12 horas (dependiendo del tipo y contenido energético de las presas) de acuerdo a Schaefer (1984) y Olson y Boggs (*op cit.*) y la cuantificación total (kg) del contenido estomacal de los marlines.

La ración diaria de alimento estimada fue de 2.028 kg de presas consumidas; por lo que la depredación anual efectuada por un marlín rayado en el área de Cabo San Lucas, fluctúa en el orden de los 0.807 toneladas métricas (tm) de presas.

Extrapolando la estimación anterior a un promedio de captura mínima (No. de organismos anzueledos) del orden del 4,329 marlines rayados efectuados por el 17.5 % (14 embarcaciones) de la flota de pesca deportiva que opera en el área de Cabo San Lucas (estadísticas de captura registradas en la Flota Piscis, en alrededor de 2000 viajes efectuados en el año de 1990), se obtiene una estimación de 3.493.5 tm de presas consumidas anualmente por estos marlines, de las cuales la macarela *S. japonicus* constituye el 25.69 % (897.48 tm) y la sardina monterrey *S. sagax* el 18.83 % (657.82 tm).

Cabe señalar que la estimación de la ración diaria de esta especie, así como en el caso del marlín azul, se realizaron con un 70 % de estómagos con grado de llenado inferiores al 50 %, por lo que estas tasas son consideradas como mínimas.

Lo anterior nos indica de manera clara que el estudio de los hábitos de alimentación en peces además de ayudarnos a caracterizar a la fauna marina de un determinado ambiente pueden ser utilizados como estimadores indirectos de la abundancia relativa de especies comercialmente importantes para el hombre.

#### 8.4.- DISCUSION VARIACION ESTACIONAL DEL ESPECTRO ALIMENTICIO DEL MARLIN AZUL

La composición estacional específica del alimento consumido por el marlín azul no presentó muchas variaciones durante el año de 1988. En los muestreos realizados en las estaciones de Verano y Otoño, el grupo de Ros peces presentó los mayores porcentajes de Índice de Importancia Relativa (IIR) y Cuantificación Energética (CE).

La especie epipelágica *Auxis spp.* fue la presa más importante en las dos estaciones. Galván (1988) reporta una gran abundancia de esta presa en los contenidos estomacales del atún aleta amarilla del Pacífico Oriental mexicano; *Auxis spp.* por ser de afinidad tropical, alcanza sus mayores abundancias en la zona durante el Verano, debido principalmente a la influencia de las masas de agua cálida procedente del Pacífico tropical, lo cual se ve reflejado en los resultados obtenidos.

Con respecto al año de 1989, durante la estación de Invierno a pesar de que el grupo de los peces alcanzaron los mayores valores de IIR y CE, en el análisis por especies, la langostilla *Pleuroncodes planipes* fue la más abundante en la dieta del marlín azul, aunque en su aporte energético estuvo por debajo de la merluza *Merluccius productus* (especie segunda en orden de importancia relativa (IIR)).

La langostilla ha sido reportada como extremadamente abundante en la costa Occidental de Baja California (Boyd, 1967; Blackburn, 1969 y Arvizú *et al.* 1974). Además de acuerdo a lo reportado por Galván (*op cit.*), su abundancia presenta cambios estacionales asociados a variaciones en las condiciones ambientales, por lo que durante el Invierno cuando en el área de los Cabos se encuentra la masa de agua de origen templado y las temperaturas oscilan entre los 19 y 22°C su abundancia se incrementa.

Nuevamente en las estaciones de Verano y Otoño, la especie *Auxis spp.* fue la de mayor incidencia en los contenidos estomacales de los marlines, lo anterior viene a confirmar lo que autores como Backer (1966), Strasburg (1970) y Rivas (1974), han reportado al argumentar que el marlín azul se alimenta principalmente en aguas oceánicas, siendo su presa más común *Auxis spp.*

En el Pacífico oriental esta especie no tiene importancia comercial, pero contribuye indirectamente en las pesquerías de atunes y peces de pico al constituir una parte significativa del alimento de estas especies (Uchida, 1981).

Olson y Boggs (1986), estimaron que la depredación anual del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* en el Pacífico Oriental fluctuó en el orden de las 4.3 a 6.4 millones de toneladas métricas durante el período de 1970-1972 de las cuales *Auxis spp.* constituyó el 34 % de las presas consumidas.

En el presente análisis se estimó que para el área de Cabo San Lucas la depredación anual de un promedio mínimo de 157 marlines azules (capturados por el 17.5 % de la flota durante el año de 1990) es del orden de 89.96 tm de las cuales el 61.6 % (55.41 tm) corresponden a *Auxis spp.*, siendo la ración mínima diaria por marlin de 1.57 kg de presas consumidas.

Por lo anteriormente planteado queda de manifiesto la abundancia relativa del escombrido *Auxis spp.* en el Pacífico Oriental, por lo que se le puede considerar como una pesquería potencial en esta zona (Galván, 1988), ya que en otras regiones del mundo, países como Japón, Taiwan, España, etc., lo explotan de manera comercial siendo sus capturas de cierta consideración (Uchida, *op cit.*).

## 9.0.- CONCLUSIONES

- 1).- En el área de Cabo San Lucas, B.C.S., el marlín rayado se encuentra durante todo el año, disminuyendo su abundancia a finales de verano y principios de otoño. Su alimento lo constituyen principalmente organismos epipelágicos (zona nerítica) y en menor grado de organismos provenientes de aguas oceánicas; siendo las presas más comunes la macarela *Scomber japonicus*, las sardinias *Sardinops sagax* y *Etrumeus teres*, los carangidos *Decapterus hypodus* y *Selar crumenophthalmus* y el calamar *Dosidicus gigas*.
- 2).- El marlín azul es una especie que se encuentra en áreas cercanas a Los Cabos durante las estaciones de Invierno, Verano y Otoño en aguas relativamente alejadas de la costa, razón por la cual su alimento principal lo constituyen especies pelágicas oceánicas y en menor grado neríticas, la especie *Auxis spp.* se constituyó como la presa de mayor importancia en su dieta, el pez demersal *Merluccius productus* ocupó el segundo lugar en orden de importancia relativa, encontrándose en una menor proporción a especies integrantes del necton pelágico *D. gigas*, *D. hypodus*, *S. sagax*, *S. crumenophthalmus* y *S. japonicus*.
- 3).- En general la composición cualitativa de los espectros alimenticios de ambas especies es muy similar ya que comparten alrededor de 17 presas, principalmente del grupo de los peces y cefalópodos de ambientes neríticos y oceánicos (epipelágicos y mesopelágicos).
- 4).- El valor total del contenido calórico de las presas consumidas por el marlín rayado fue de 331,755,757 calorías (cal), estimándose un valor promedio de 947,873 cal para cada uno de los 350 organismos que presentaron contenido estomacal.
- 5).- La cuantificación del aporte energético de las presas del marlín azul fue de 78,231,238 cal lo que equivale a un promedio de 641,240 cal por cada uno de los 122 ejemplares que presentaron estómago con alimento,
- 6).- Existen diferencias notables en cuanto a la proporción y aporte energético de las presas ya que en la dieta del marlín rayado las especies neríticas *S. japonicus* y *S. sagax* representaron el 66.8 % y 53.66 % del Índice de Importancia Relativa y cuantificación del aporte energético (cal), mientras que en el marlín azul sólo constituyeron el 0.16 % y 2.59 % respectivamente. Por otro lado la especie oceánica *Auxis spp.* fue la presa más importante del marlín azul con el 93.22 % de IIR y el 72.21 % de aporte calórico, pero en la dieta del marlín rayado sólo representó el 0.49 % y 4.55 % respectivamente.
- 7).- Con base en lo anterior se infiere que la competencia interespecífica establecida por alimento no es intensa, ya que existe cierta preferencia por especies presa de hábitat distinto.

- 8).- En general la variación estacional mostró tendencia a una mayor ocurrencia de especies de hábitos pelágicos formadores de cardumenes, los cuales conformaron la dieta básica de ambas especies, aportandoles de manera global los mayores porcentajes de energía (calorías / gramo de peso fresco).
- 9).- Por lo anteriormente planteado se puede establecer que estas especies se alimentan preferentemente de organismos pelágicos (peces y cefalopodos), los cuales representan arriba del 80 % del aporte energético real y ocasionalmente realizan migraciones hacia aguas profundas para consumir presas que viven cerca o sobre los fondos arenosos.
- 10).- De manera indirecta y aproximada el estudio de los hábitos de alimentación del marlín rayado y azul permitió valorar la abundancia relativa de especies de interés comercial y potencial como es el caso de la macarela *S. japonicus*, la sardina monterrey *S. sagax* y *Auxis spp.* Se estimó que la depredación anual efectuada por el marlín rayado en el área de Cabo San Lucas, varía en el orden de 3,493.~ tm de presas consumidas, de las cuales la macarela *S. japonicus* constituye el 25.69 % (897.48 tm) y la sardina monterrey *S. sagax* el 18.83 % (657.82 tm). En el caso del marlín azul se estimó una depredación anual de 89.96 tm de presas de las cuales el 61.6 % (54.82 tm) correspondieron a *Auxis spp.*
- 11).- Las altas concentraciones y cambios en la distribución del marlín rayado en la zona de los Cabos, parece estar influenciada principalmente por sus conductas tróficas y reproductivas, así como por condiciones medio ambientales (temperaturas y corrientes de agua).
- 12).- La ocurrencia del marlín azul en el área de los Cabos, B.C.S., no está asociada a procesos reproductivos, por lo que su presencia en la zona podría estar relacionada a factores alimenticios y medioambientales.

## **10.0.- RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS**

No **obstante** que las especies de **peces** de pico constituyen la base de la pesca deportiva, actividad pilar del desarrollo económico de los **principales** centros **turísticos** del litoral del Pacífico **mexicano**, la informaciin generada **en** cuanto **a** su biología básica es reducida. A **continuación** se presentan algunas consideraciones **para** la **consecusión** y un mejor desarrollo de **futuros** estudios que posteriormente permitatt realizar una **mejor** evaluación y **administración** de estos recursos.

- Se recomienda continuar con los estudios de biología básica (**alimentación, reproducción, edad y crecimiento**) del marlin rayado, marlin azul y otras **especies** de peces de pico y afines, que **constituyen** una riqueza natural renovable y productiva para el área de Cabo San Lucas y otras zonas del Pacífico oriental mexicano, con el fin de dilucidar zonas de alimentación **y/o** desove.
- Iniciar con los estudios del comportamiento migratorio de los **peces** de pico, **a partir** de programas de marcado y seguimiento telemétrico.
- Tomando en cuenta **que** el problema de la disponibilidad y **utilización** de la energía en los peces pelágicos es **aun** muy complejo, se recomienda fomentar **el desarrollo** de esta línea de investigación, sugiriendo las siguientes trabajos:
  - a)-** Conocer la variación estacional del espectro trófico energético del marlin rayado y marlitt azul.
  - b)-** Analizar la **utilización** y depositación de grasa en las especies de peces de pico.
  - c)-** Determinar el costo energético de la producción de huevos en **peces, a partir** del análisis del contenido **energético** en los diferetttes estadios de desarrollo **de** las gónadas (ciclo reproductivo).
- Finalmente se considera necesario promover el establecitniento de convenios de colaboración con Instituciones nacionales **e** internacionales para **fomentar** y consolidar las investigaciones que permita adecuar y administrar de una mejor trianera con bases científicas solidas, **la explotacion** de estos recursos.

## **11.0.- BIBLIOGRAFIA**

- ANONIMO, 1987. Informe final de análisis de la pesquería de picudos y especies afines. Comité Técnico Consultivo. Secretaría de Pesca, Instituto Nacional de la Pesca. 103 p.
- ANONIMO, 1988. Estudios biológicos en dos especies de picudos en el área de Los Cabos, B.C.S., México. Informe Técnico. CICIMAR - IPN. 14 p.
- ANONIMO, 1991. Estudios biológicos en dos especies de peces de pico del área de Los Cabos, B.C.S., México. Informe Técnico Final. CICIMAR - IPN. 105 P.
- ALVAREZ, B.S., 1983. Gulf of California. En: Ecosystems of the world. Vol. 26 Estuaries and Enclosed Seas. B.H. Ketchum (Eds.). Elsevier Publishing Co., New York. 427-449.
- ARCOS, H.N.E., 1988. Madurez sexual de *Scomberjaponicus* Houttuyn (Pisces: Scombridae), durante los periodos de 1984-1985 y 1985-1986, en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. Tesis Licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza, Univ. Nal. Autón. México., 48 p.
- ARCOS, H.N.E., GARCIA M., R.I. OCHOA B. y J.R. TORRES V. 1991. Reproduction of striped marlin *Tetrapturus audax* in the vicinity of Cabo San Lucas, B.C.S., México. (Manuscrito, sin publicar).
- ARVIZU, M.J., GARCIA R.E y MORALES A. I., 1974. Estudio preliminar sobre *Pleuroncodes planipes* Stimpson Crustacea: Galatheidae), de la costa Occidental de Baja California y Golfo de California. Secretaría de Industria y Comercio. Subsecretaría de Pesca Instituto Nacional de Pesca. Serie Científica, 10 p.
- BACKER, A.M., 1966. Food of marlins from new Zealand waters. Copeia. 1966 (4): 818-822.
- BERRY, F.H. y W.J. BALDWIN, 1966. Triggerfishes (Balistidae) of the Eastern Pacific. Proc. Calif. Acad. Sci. Ser. 4, 34 (9): 427-474.
- BLACKBURN, M., 1968. Micronekton of the Eastern Tropical Pacific Ocean: Family composition, distribution, abundance, and relations to tuna. Fishery Bulletin. 67 (1): 71-11s.
- BLACKBURN, M., 1969. Conditions related to upwelling which determine distribution of tropical tunas off Western Baja California. Fishery Bulletin. 68 (1): 147-176.

- BLOCK B.A., 1990. Physiology and ecology of brain and eye heaters in billfishes. En: Stroud, R.H. (cd.) Planning the future of Billfishes. Research and Management in the 90s and **Beyond**. National Coalition for Marine Conservation. Parte 2: 123-136. Savannah, Georgia.
- BLUNT, C.E., Jr., 1960. Observations on the food habits of longline caught bigeye and yellow fin tunas from the tropical eastern Pacific, 1955-1956. Calif. Fish and Game, 46 (1): 69-80.
- BOYD, C.M., 1967. The benthic and pelagic habits of the red crab *Pleuroncodes planipes*. Pacific Science, 21 (3): 394-403.
- BRETT, J.R. y D.D. GROVES, 1979. Physiological energetics. En: Hoar, W.S., D.J. Randall y J.R. Brett. Fish Physiology. Bionergetics and Growth. Vol. VIII: 259-372.
- BRUSCA, R.C., 1980. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. The University of Arizona Press. (2nd. Ed.) 513 p.
- CAILLIET, M.C., M.S. LOVE y A.W. EBELING, 1986. Fishes. A field and laboratory manual on their structure identification and natural history. 194 p.
- CAREY, F.G. 1982. A brain heater in the swordfish. Science, 216: 1327-1329.
- CLARKE, M.R., 1963. The identification of cephalopod beaks and the relationship between beak size and total body weight. Bull. of British Museum (Natural History) Vol. 8 (10): 422-480.
- CLOTHIER, C.R., 1950. A key to some southern California fishes based on vertebral characters. Calif. Dep. Fish and Game. Fish. Bull., 79, 83 p.
- CORTES, E. y S.H. GRUBER, 1990. Diet feeding habits and estimates of daily ration of young lemon sharks *Negaprion brevirostris* (Poey). Copeia. (1): 204-218.
- EHRHARDT, N.M., A. SOLIS N., J. PIERRE S., J. ORTIZ C., P. ULLOA R., G. GONZALEZ D. Y F. GARCIA B. 1986. Analisis de la biología y condiciones del stock del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, durante 1980. Ciencia Pesquera, Pesca (5): 63-76.
- ELDRIGE, M.B., y P.G. WARES, 1974. Some biological observations of billfishes taken in the eastern Pacific Ocean. En: Shomura, R.S., and F. Williams (Eds.), Proc. Int. Billfish Symp. Kailuakona, Hawaii, 9-12 August 1972. Species Synopsis. NOAA TECH. REP. NMFS-SSRF-675: 89-101.

- EVANS, D.H., y P.G. WARES, 1972. Food habits of the striped marlin and sailfish off Mexico and southern California. Fish and wildl. Serv. Res. Rep. 10-76.
- GALVAN, M.F., 1988. Composición y análisis de la dieta del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* en el Océano Pacífico Mexicano, durante el período 1984-1985. Tesis de Maestría en Ciencias. CICIMAR, 86 p.
- GARTH, J.S. y STEPHENSON, 1966. Brachyura of the Pacific coast of America. Brachyryncha: Portunidae. Allan Hancock Mon. Marine Biology, 1, 154 p.
- GOLLEY, F.R., 1961. Energy values of ecological materials. Ecology, 42 (3): 581-584.
- GORECKI, A., 1975. Calorimetry in ecological studies. En: Methods of ecological bionergetics. IBP. Handbook No. 24 Ed. Grodzinski-Klekowski-Dundan Oxford, London. pp. 275-281.
- HOPPER, C.N., 1990. Patterns of Pacific blue marlin reproducción in Hawaiian waters. En: Stroud, R.H. (ed.) Planning the future of Billfishes. Research and Management in the 90s and Beyond. National Coalition for Marine Conservation. Parte 2: 29-39. Savannah, Georgia.
- HOWARD, J.K. y S. UEYANAGI, 1965. Distribution and relative abundance of billfishes (Istiophoridae) of the Pacific Ocean. Mar. Sci. Stud. Trop. Oceanogr. 2: 134 p.
- HUBBS, C.L., y L. WISNER, 1953. Food of marlin in 1951 off San Diego California. Calif. Fish and Game. 39 (1):127-131.
- IVERSON, L.K. y L. PINKAS, 1971. A pictorial guide to beak of certain eastern Pacific cephalopods. Calif. Div. Fish and Carne. Fish Bull., 152:83-105.
- JORDAN, D.S. y B.W. EVERMANN, 1896-1900. The fishes of North and Middle America. Bull. U.S. Natl. Mus. 47 Parts, I, II, III and IV, 3313 p.
- JORGENSEN, S.C. y MILLER, 1973. Meristic characters of some marine fishes of the western Atlantic Ocean. Calif. Dep. Fish Bull., 71 (1): 301-312.
- JOSEPH, J., W. KLAWE y P. MURPHY, 1988. Tuna and billfish. Fish without a country. Inter-American Tropical Tuna Commission. La Jolla California. 69 p.
- KRUMHOLZ, L.A. y D.P. DE SYLVA, 1958. Some foods of marlins near Bimini, Bahamas. Bull. An. Mus. Nat. Hist. 114 (5): 406-411.
- LA MONTE, F.R., 1955. A review and revision of the marlins genus *Makaira*. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 107 (3): 323-328.

- LASKER, R., 1970. **Utilization** of zooplankton energy by a **Pacific** sardine population in the California current. **En: Marine Food Chains** (ed. Steele, J.H.). **Great Britain**.
- LINDEMAN, R.L., 1942. The trophic **dynamic** aspect of ecology. **Ecology**, 23: 399-418.
- MACKINNON, J.C., 1972. Summer storage of **energy and its use** for winter metabolism and gonad maturation in american plaice (*Hippoglossoides platessoides*). Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 29 (2): 1749-1759.
- MEEK, S.E. y S.F. HILDEBRAND, 1923-1928. The Marine **Fishes** of **Panama**. Field. Mus. Nat. Hist., (Zool.), 15, **Parts** 1, 2 y 3, 1045 p.
- MILLER, D.J. y R.N. LEA, 1972. **Guide** to the **coastal** marine fishes of California. **Calif. Dep. Fish and Game, Fish Bull.**, 157, 249 p.
- MOHEL, H.A. Y F. M. GALVAN, 1989. Food and feeding of the **blue** marlin and striped marlin in Cabo San Lucas, Baja California, Sur, **Mexico**, 27 p. (Manuscrito sin publicar).
- MOLTENO, C.J. y F.R. RILEY, 1986. The southern **African tunas and billfishes**. The **south African fishing Industry Research, Institute University of Cape Town**, 53 p.
- MONOD, T., 1968. **Le complexe urochore des poissons teleosteens**. Memories de L'Intitute Fundamental D' Afrique Noire., 81, 705 p.
- MORROW, J.E., 1951. Food of the striped marlin *Makaira Mitsukurii*, from New Zealand. **Copeia**. 3: 143-145.
- NAKAMURA, I., 1985. Billfishes of the world. **An Annotated and illustrated Catalogue** of Marlins, **Sailfishes**, Spearfishes and Swordfishes known to date. FAO Species Catalogue. FAO Fisheries Synopsis. 5 (125): 65 p.
- NIKOLSKI, G.V., 1963. The ecology of fishes. **Academic Press**. 352 p.
- OLSON, R.J. y C.H. BOGGS, 1986. Apex predation by yellowfin tuna (*Thunnus albacares*); independent estimates from gastric evaluation and stomach contents, bionergetics, and cesium concentrations. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 43: 1760-1775.
- PAINE, R.T., 1964, Ash and calorie determinations of sponges and episthobranch tissues. **Ecology**, 45 (2): 384-387.
- PARR INSTRUMENT Co., 1980. Instruccctions for the 1241 **automatic** adiabatic calorimeter. Manual.

- PINKAS, L., M.S. OLIPHANT y L.K. IVERSON, 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Calif. Dep. Fish and Game, Fish Bull., **152**, 105 p.
- RIVAS, L.R., 1974. Synopsis of biological data of blue marlin *Makaira nigricans* Lacepede 1802. **En:** Shomura, R.S. and F. Williams (Eds.), **Proc. Int. Billfish Sym. Kailua-Kona, Hawaii, Y-12 August 1972. Species Synopsis**; NOAA Techn. Rep. NMFS-SSRF, **675:3**.
- ROEDEL, P.M., 1952. A review of the Pacific mackerel (*Pneumatophorus diego*) fishery of the Los Angeles region with especial reference to the years 1934-1951. Calif. Fish Game 38 (2):253-273.
- ROYCE, W.F., 1957. Observations on the spearfishes of the Central Pacific. U.S. Fish Wildlife Service, 4 2 7 5 5 4 .
- SCHAEFER, K.M., 1980. Synopsis of the biological data on the chub mackerel, *Scomber japonicus* Houtruyn, 1782, in the Pacific Ocean. **En:** Bayliff, W.H., (Ed.). **Inter-American Tropical Tuna Commission. La Jolla, Calif. Special Mep. No. 2.** 365-445.
- SCHAEFER, K.M., 1984. Swimming performance, body temperatures and gastric evacuation times of the black skipjack, *Euthynnus lineatus*, Copeia, 4: 1000-1005.
- SHARP, C.D. y R.C. DOTSON, 1977. Energy for migration in albacore, *Thunnus alalunga*. Fish Bull. **75**; 447-450.
- SLOBODKIN, L.B. y S. RICHMAN, 1961. Calories/g in species of animals. Nature, Vol. 191 (4785): only p. 299
- SQUIRE, J.L. y Z. SUZUKI, 1990. Migration trends of striped marlin (*Tetrapturus audax*) in the Pacific ocean. **En:** Stroud, R.H. (ed.) **Planning the future of Billfishes. Research and Management in the 90s and Beyond.** National Coalition for Marine Conservation. Parte 2: 321 p. Savannah, Georgia.
- STEVENS, E.D. y NEILL, W.H., 1978. Body temperature relations of tunas, specially Skipjack. **En:** Fish Physiology Locomotion. Hoar, W.S. y D.J. Randall (eds.). Vol. VII, **315-319.** New York: Academic Press.
- STRASBURC, W.B., 1970. A report on their billfish of the Central Pacific Ocean. Bull of Marine Scienc. 20 (3).
- THAYER, E., S.J.W. ANGELOVIC y M.W. LACROIX, 1973. Caloric measurements of some estuarine organisms. Fishery Bulletin: 71 (1): 289-296.

- THOMSON, D.A., L.T. FINDLEY y A.N. KERSTITCH, 1979. Reef fishes of the Sea Cortez. John Wiley and Sons, New York, 302 p.
- TORRES, V.J.R., 1986. Evaluación de la biomasa reproductiva de *Sardinops sagax* por el método de producción de huevos en Bahía Magdalena. Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. CICIMAR - IPN. 88 p.
- UCHIDA, R.N., 1981. Synopsis of biological data on frigate tuna *Auxis thazard* and bullet tuna *A. rochei*. FAO Fisheries Synopsis No. 124. NOAA Tech. Rep. NMFS Circular 436. 63 p.
- UEYANAGI, S. y P.G. WARES, 1974. Synopsis of biological data on striped marlin *Tetrapturus audax* (Philippi 1887). En: Shomura, R.S. and F. Williams (Eds.), Proc. Int. Billfish Symp. Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972.. Species Synopsis. NOAA Tech. Rep. NMFS-SSRF, 675: 132-159.
- WEATHERLEY, A.H., 1972. Growth and ecology of fish populations. Academic Press Inc. New York, USA. 293 p.
- WEIHAUPT, J.G., 1984. Exploración de los oceanos. Introducción a la oceanografía. Macmillan Publishing Co., Inc. 640 p.
- WOLFF, C.A., 1982. A beak key for eight eastern tropical Pacific cephalopods species, with relationship between their beak dimensions and size. Fish. Bull. 80 (2): 357-370.
- WOLFF, C.A., 1984. Identification and estimation of size from the beaks of eighteen species of cephalopods from the Pacific Ocean. NOAA Tech. Rep. NMFS, 17, 50 P.

## **12.0.- RELACION DE TABLAS**

**TABLA I.- NUMERO DE ESTOMAGOS ANALIZADOS POR MESES DE MUESTREO DEL MARLIN RAYADO *Tetrapturus audax* Y DEL MARLIN AZUL *Makaira mazara* DEL AREA DE CABO SAN LUCAS, B.C.S.**

**TABLA II.- LISTA SISTEMATICA DE LAS ESPECIES PRESAS QUE CONFORMARON EL ESPECTRO TROFICO DEL MARLIN RAYADO *Tetrapturus audax* DEL AREA DE CABO SAN LUCAS, B.C.S., CON VALORES PORCENTUALES DE LOS METODOS DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO), NUMERICO (N), VOLUMETRICO (V) E INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IIR).**

**TABLA III.- LISTA SISTEMATICA DE LAS ESPECIES PRESAS QUE CONFORMARON EL ESPECTRO TROFICO DEL MARLIN AZUL *Makaira mazara* DEL AREA DE CABO SAN LUCAS, B.C.S., CON VALORES PORCENTUALES DE LOS METODOS DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO), NUMERICO (N), VOLUMETRICO (V) E INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IIR).**

**TABLA IV.- VALORES DE VOLUMENES CONOCIDOS CON SUS RESPECTIVOS VALORES CALCULADOS CON BASE A LA LONGITUD ROSTRAL (LR) DE LAS MANDIBULAS DEL CALAMAR *Dosidicus gigas*.**

**TABLA V.- RESULTADOS DEL ANALISIS CALORIMETRICO EFECTUADO EN EL INVIERNO DE 1989 SOBRE LAS ESPECIES PRESAS DE MAYOR IMPORTANCIA RELATIVA EN LA DIETA DEL MARLIN RAYADO Y MARLIN AZUL.**

**TABLA VI.- RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 55 ESTOMAGOS DE MARLIN RAYADO DURANTE LA PRIMAVERA DE 1988.**

**TABLA VII.- RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 34 ESTOMAGOS DE MARLIN RAYADO DURANTE EL VERANO DE 1988.**

**TABLA VIII.- RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 92 ESTOMAGOS DE MARLIN RAYADO DURANTE EL OTOÑO DE 1988.**

**TABLA IX.- RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 56 ESTOMAGOS DE MARLIN RAYADO DURANTE EL INVIERNO DE 1988.**

**TABLA X.- RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 67 ESTOMAGOS DE MARLIN RAYADO DURANTE LA PRIMAVERA DE 1989.**

**TABLA XI.- RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 11 ESTOMAGOS DE MARLIN RAYADO DURANTE EL VERANO DE 1989.**

**TABLA XII.- RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 35 ESTOMAGOS DE MARLIN RAYADO DURANTE OTOÑO DE 1989.**

**TABLA XIII.- RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 15 ESTOMAGOS DE MARLIN AZUL DURANTE EL VERANO DE 1988.**

**TABLA XIV.- RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 18 ESTOMAGOS DE MARLIN AZUL DURANTE EL OTOÑO DE 1988.**

**TABLA XV.- RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 4 ESTOMAGOS DE MARLIN AZUL DURANTE EL INVIERNO DE 1989.**

**TABLA XVI.- RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 61 ESTOMAGOS DE MARLIN AZUL DURANTE EL VERANO DE 1989.**

**TABLA XVII.- RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 24 ESTOMAGOS DE MARLIN AZUL DURANTE EL OTOÑO DE 1989.**

### **13.0.- RELACION DE FIGURAS**

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS MARINAS I.I.C.M.  
BARRINQUETTES

FIGURA 1.- LOCALIZACION DEL **AREA** DE ESTUDIO

FIGURA 2.- COMPARACION GENERAL DE **RESULTADOS** APLICANDO CUATRO **METODOS DE ANALISIS** DEL CONTENIDO ALIMENTICIO DEL MARLIN RAYADO.

FIGURA 3.- COMPARACION GENERAL DE **RESULTADOS APLICANDO** CUATRO **METODOS DE ANALISIS** DEL CONTENIDO ALIMENTICIO DEL MARLIN AZUL.

FIGURA 4.- **COMPARACION** GENERAL DE **RESULTADOS** POR ESPECIES APLICANDO **TRES METODOS DE ANALISIS** DEL **CONTENIDO** ALIMENTICIO DEL MARLIN RAYADO.

FIGURA 5.- **COMPARACION** GENERAL DE **RESULTADOS** POR ESPECIES APLICANDO **TRES METODOS** DEL **CONTENIDO** ALIMENTICIO DEL MARLIN AZUL.

FIGURA 6.- ESPECIES PRESA CON MAYOR **PORCENTAJE** DE **INDICE** DE **IMPORTANCIA** RELATIVA (JIR) EN EL ESPECTRO **TROFICO** DEL MARLIN RAYADO.

FIGURA 7.- ESPECIES PRESA CON MAYOR **PORCENTAJE** DE **INDICE** DE **IMPORTANCIA** RELATIVA (**IIR**) EN EL ESPECTRO **TROFICO** DEL MARLIN AZUL.

FIGURA 8.- CUANTIFICACION **PORCENTUAL** DEL **APORTE CALORICO** DE LAS PRESAS DE MAYOR **IMPORTANCIA** RELATIVA EN EL ESPECTRO **ALIMENTICIO** DEL MARLIN RAYADO.

FIGURA 9.- CUANTIFICACION **PORCENTUAL** DEL **APORTE CALORICO** DE LAS PRESAS DE MAYOR **IMPORTANCIA** RELATIVA EN EL ESPECTRO **ALIMENTICIO** DEL MARLIN AZUL.

FIGURA 10.- VARIACION ESTACIONAL DE LOS **GRUPOS** QUE INTEGRAN LA **DIETA** DEL MARLIN RAYADO DE ACUERDO AL **INDICE** DE **IMPORTANCIA** RELATIVA (**IIR**) Y CUANTIFICACION **ENERGETICA** (**CE**) PARA LOS AÑOS DE 1988 Y 1989.

FIGURA 11.- VARIACION ESTACIONAL DEL **INDICE** DE **IMPORTANCIA** RELATIVA (**IIR**) Y CUANTIFICACION **ENERGETICA** (**CE**) POR ESTACION DEL AÑO DE

LAS ESPECIES PRESA DOMINANTES EN EL AÑO DE 1988 PARA EL MARLIN RAYADO.

FIGURA 12.- **VARIACION** ESTACIONAL DEL INDICE DE **IMPORTANCIA** RELATIVA (**IIR**) Y CUANTIFICACION ENERGETICA (CE) POR ESTACION DEL AÑO DE LAS ESPECIES PRESA DOMINANTES EN EL AÑO DE 1989 PARA EL MARLIN RAYADO.

FIGURA 13.- **VARIACION** ESTACIONAL DE LOS GRUPOS PRES.4 QUE INTEGRAN LA **DIETA** DEL MARLIN AZUL DE ACUERDO AL INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (**IIR**) Y CUANTIFICACION ENERGETICA (CE) PARA LOS AÑOS DE **1988** Y 1989.

FIGURA 14.- **VARIACION** ESTACIONAL DEL INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (**IIR**) Y CUANTIFICACION ENERGETICA (CE) POR ESTACION DEL AÑO DE LAS ESPECIES PRESA DOMINANTES EN EL AÑO DE **1988** PARA EL MARLIN AZUL.

FIGURA 15.- **VARIACION** ESTACIONAL DEL INDICE DE **IMPORTANCIA** RELATIVA (**IIR**) Y CUANTIFICACION ENERGETICA (CE) POR ESTACION DEL AÑO DE LAS ESPECIES PRESA DOMINANTES EN EL AÑO DE 1989, PARA EL MARLIN AZUL.

FIGURA 16.- **PATRON** DE MIGRACION DEL MARLIN RAYADO(;) EN EL OCEANO PACIFICO. LAS FLECHAS CONTINUAS INDICAN EL MOVIMIENTO DE LOS PECES JUVENILES HACIA LAS ZONAS DE **ALIMENTACION** Y **CRECIMIENTO** (PACIFICO ORIENTAL) Y EL RETORNO A LAS **AREAS** DE DESOVE MAS IMPORTANTES (PACIFICO OCCIDENTAL Y CENTRAL). LAS FLECHAS CON LINEAS **PUNTEADAS** MUESTRAN EL MOVIMIENTO DE LOS PECES DE MAYOR EDAD (TOMADO DE SQUIRE Y **SUZUKI**, 1990).

FIGURA 17.- PROBABLE **PATRON** DE **MIGRACION** DEL MARLIN AZUL DEL PACIFICO, **DE** ACUERDO A VALORES DE CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO. LAS **AREAS** PUNTEADAS **I** Y **II** **REPRESENTAN** LAS ZONAS DE MAYOR **CONCENTRACION** Y LAS **III** Y **IV** LAS DE MENOR CAPTURA. LAS FLECHAS CONTINUAS INDICAN EL MOVIMIENTO **MIGRATORIO** EN EL PACIFICO OCCIDENTAL Y CENTRAL , MIENTRAS QUE LAS FLECHAS PUNTEADAS REPRESENTAN LOS MOVIMIENTOS EN EL PACIFICO ORIENTAL (ZONA DE MENOR ABUNDANCIA).

FIGURA 18.- **DISTRIBUCION** DE LA ENERGIA A PARTIR DE LA **CAPTACION** TOTAL VIA ALIMENTO EN LA **DIETA** DE UN **PEZ** DE **HABITOS** CARNIVOROS (TOMADO DE **BRETT** Y **GROVES**, 1979).

## **14.0. GLOSARIO**

**BENTOS.-** Organismos que dependen y viven permanentemente dentro o sobre el fondo marino, desde la zona de mareas hasta las profundidades abisales.

**BIOMASA.-** Termino que se emplea para indicar la cantidad de materia viva por unidad de superficie. Puede medirse como peso fresco, peso seco, cantidad de carbono, de proteínas etc.

**BOMBA CALORIMETRICA.-** Dispositivo que se emplea para determinar el calor de combustión de los cuerpos en presencia de oxígeno.

**CADENA TROFICA.-** Relación de dependencia alimenticia de unos organismos hacia otros en una serie que comienza con los vegetales (fitoplancton) y termina con los carnívoros de mayor tamaño.

**CALORIA.-** Cantidad necesaria de calor para aumentar en un gramo de agua un grado centigrado (estrictamente de 14.5 a 15.5°C). Esta unidad es usada tanto para medir en forma directa el calor y el valor energético de alimentos.

**CALORIMETRIA.-** Rama de la física que trata de la medida de los cambios en las cantidades de calor de la materia, causados por diversos fenómenos (dilatación, reacciones químicas, cambio de estado de la materia etc.).

**COMPETENCIA INTERESPECIFICA.-** Comprende la competencia establecida entre dos o más especies relacionadas, por espacio, alimentación u otros factores (como resultado del uso común de los recursos).

**DINAMICA TROFICA.-** Flujo permanente de alimento a través de los ecosistemas, en donde la materia y energía es transmitida desde los vegetales a organismos herbívoros y carnívoros.

**ESPECTRO TROFICO.-** Componentes alimenticios que integran la dieta de los organismos, en este caso las presas que integran el alimento de los marlines.

**LIOFILIZACION.-** Método de deshidratación de las sustancias biológicas manteniendo temperaturas muy bajas al vacío, que permite a las sustancias desecadas mantener inalterables sus características químico-físicas y sus propiedades biológicas.

**METABOLISMO.-** (Gr. metabole, cambio). Suma de reacciones químicas que se efectúan dentro de los organismos; incluyen la síntesis de los materiales biológicos y la transformación de sustancias para producir energía.

**METABOLISMO BASAL.-** Cantidad de energía necesaria para mantener a nivel constante las funciones vitales de un organismo cuando no se efectúa ningún tipo de actividad (en reposo).

**NERITICA.-** Porción de la división pelágica que se extiende desde el nivel de la marea más baja hasta el borde de la plataforma continental.

**NIVEL TROFICO.-** Clasificación funcional de los organismos conforme a sus relaciones alimenticias.

**OLIGOTROFICO.-** Aguas pobres en materia orgánica y nutrientes (productividad primaria baja).

**PECES DE PICO.-** Se conoce así a los peces de la familia Istiophoridae y Xiphiidae, caracterizados por presentar el maxilar superior modificado en forma de pico.

**PELAGICA.-** División primaria del ambiente marino que incluye a la masa completa de agua que se encuentra cubriendo la división bentónica. Esta conformada horizontalmente por las provincias nerítica y oceánicas, la primera se extiende hasta aguas fuera de la costa a profundidades de 200 metros y la segunda, incluye al agua que llega por debajo de los 200 metros.

**SURGENCIAS.-** Movimientos ascendentes de aguas subsuperficiales, generalmente como consecuencia de la acción del viento al desplazar aguas superficiales, permitiendo el ascenso de aguas profundas más frías y ricas en nutrientes.

**TAXONOMIA.-** Es el estudio de las reglas, principios y prácticas de la clasificación de los seres vivos.

**TERMODINAMICA.-** Ciencia que estudia el intercambio de energía térmica entre sistemas y los fenómenos mecánicos y químicos que implican tal intercambio.

**TRAMA TROFICA.-** Ordenamiento alimenticio de los organismos de un ecosistema de acuerdo a sus niveles tróficos.

TABLA I.- NUMERO DE ESTOMAGOS ANALIZADOS POR MESES DE MUESTREO DEL MARLIN RAYADO *Tetrapturus audax* Y DEL MARLIN AZUL *Makaira mazara* DEL AREA DE CABO SAN LUCAS, B.C.S..

MESES	AÑO	ESTOMAGOS CON ALIMENTO	ESTOMAGOS VACIOS	ESTOMAGOS REGURGITADOS	TOTALES
<b><i>T. audax</i> 1988</b>					
MAYO		26			26
JUNIO		31	1		32
JULIO		9			9
AGOSTO		8	3		11
SEPTIEMBRE		17	2	5	24
OCTUBRE		36		2	38
NOVIEMBRE		41		8	49
DICIEMBRE		15			15
<b>1989</b>					
ENERO		19		4	23
FEBRERO		30			30
MARZO		5	2	6	13
ABRIL		30			30
MAYO		23			23
JUNIO		14	5		19
JULIO		11	4		15
AGOSTO					
SEPTIEMBRE					
OCTUBRE					
NOVIEMBRE		8	3	1	12
DICIEMBRE		27	7		34
<b>TOTALES</b>		<b>350</b>	<b>27</b>	<b>26</b>	<b>403</b>
<b><i>M. mazara</i> 1988</b>					
MAYO		-	-	-	-
JUNIO		-	-	-	-
JULIO		-	-	-	-
AGOSTO		3	6	-	9
SEPTIEMBRE		12	1	4	17
OCTUBRE		17	-	1	18
NOVIEMBRE		-	-	-	-
DICIEMBRE		1	-	-	1
<b>1989</b>					
ENERO		-	-	-	-
FEBRERO		1	-	-	1
MARZO		-	-	-	-
ABRIL		-	-	-	-
MAYO		-	-	-	-
JUNIO		-	-	-	-
JULIO		-	-	-	-
AGOSTO		59	-	-	59
SEPTIEMBRE		4	-	-	4
OCTUBRE		21	9	-	30
NOVIEMBRE		3	2	-	5
DICIEMBRE		1	1	-	2
<b>TOTALES</b>		<b>122</b>	<b>17</b>	<b>5</b>	<b>146</b>

## CONTINUA TABLA II.

ESPECIES	PRESAS	FO	%	N	%	V	%	%IIR
<b>CHORDATA</b>								
<b>Osteichthyes</b>								
<b>Clupeiformes</b>								
<i>Clupeidae</i>	30	8.57	12	0.44	3206	0.44 <sup>✓</sup>		1.65
<i>Sardinops sagax</i>	97	27.71	507	18.92	36491.5	18.83 <sup>✓</sup>		23.17
<i>Etrumeus teres</i>	44	12.57	199	7.42	19681	10.16 <sup>✓</sup>		5.32
<i>Ophistonema libertate</i>	10	2.86	27	1.01	4985	2.57 <sup>✓</sup>		0.24
<b>Gadiformes</b>								
<b>Merlucciidae</b>								
<i>Merluccius productus</i>	19	5.43	257	9.59	16619	8.58 <sup>✓</sup>		2.37
<b>Cyprinodontiformes</b>								
<b>Belonidae</b>								
<i>Strongylura spp</i>	1	0.28	1	0.04	340	0.17 <sup>✓</sup>		0.001
<b>Syngnathiformes</b>								
<b>Fistulariidae</b>								
<i>Fistularia spp</i>	16	4.57	38	1.42	5065	2.61 <sup>✓</sup>		0.44
<b>Scorpaeniformes</b>								
<b>Triglidae</b>								
<i>Prionotus spp</i>	1	0.28	1	0.04	10	0.005 <sup>✓</sup>		0.0003
<b>Perciformes</b>								
<b>Serranidae</b>								
<i>Serranidae</i>	1	0.28	2	0.07	245	0.13 <sup>✓</sup>		0.001
<b>Carangidae</b>								
<i>Carangidae</i>	10	2.86	15	0.56	2111	0.01 <sup>✓</sup>		0.04
<i>Decapterus hypodus</i>	18	5.14	87	3.25	8365	4.31 <sup>✓</sup>		0.93
<i>Sel ar crumenophthalmus</i>	16	4.57	31	1.16	3337	1.72 <sup>✓</sup>		0.32
<i>Caranx caballus</i>	11	3.14	15	0.56	1988.5	1.02 <sup>"</sup>		0.12
<i>Caranx hippos</i>	9	2.57	10	0.37	796	0.41 <sup>✓</sup>		0.05
<b>Coryphaenidae</b>								
<i>Coryphaena hippurus</i>	1	0.28	1	0.04	180	0.09 <sup>✓</sup>		0.0009
<b>Mugilidae</b>								
<i>Mugil spp</i>	1	0.28	1	0.04	290	0.15 <sup>✓</sup>		0.001
<b>Sphyraenidae</b>								
<i>Sphyraena ensis</i>	1	0.28	2	0.07	680	0.35 <sup>✓</sup>		0.003
<b>Scombridae</b>								
<i>Scomber japonicus</i>	159	45.43	382	14.26	49778.5	25.69 <sup>✓</sup>		43.66
<i>Auxis spp</i>	10	2.85	83	3.09	7870.5	4.06 <sup>✓</sup>		0.49
<b>Tetraodontiformes</b>								
<b>Balistidae</b>								
<i>Balistes polylepis</i>	18	5.14	164	6.12	4844.5	2.49 <sup>✓</sup>		1.07
<i>Xanthichthys mento</i>	1	0.28	1	0.04	110	0.06 <sup>✓</sup>		0.0006
<b>Diodontidae</b>								
<i>Diodon spp</i>	1	0.28	1	0.04	27	0.01 <sup>✓</sup>		0.0004
<b>TOTALES</b>			1837	68.55	166020.5	83.87		79.87
<b>Materia Organica No Identificada (MONI)</b>								
<i>Materia Organica No Identificada (MONI)</i>	1	0.28	-		145	0.07 <sup>✓</sup>		0.0002

TABLA III.- LISTA SISTEMATICA DE LAS ESPECIES PRESA QUE CONFORMARON EL ESPECTRO  
 TROFICO DEL MARLIN AZUL (*Wakaira mazara*) DEL AREA DE CABO SAN LUCAS,  
 B.C.S., CON VALORES PORCENTUALES DE LOS METODOS DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA  
 (FO), NUMERIC (N), VOLUMETRICO (V) E INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA IIR).

ESPECIES PRESA	FO	% FO	N	% N	V	% V	% IIR
<b>MOLLUSCA</b>							
Cephalopoda							
Teuthoidea							
Ommastrephidae							
<i>Dosidicus gigas</i>	11	9.02	53	10.64	2567.03	5.37	1.91
<i>Symplectoteuthis</i>	2	1.64	3	0.60	400	0.84	0.03
<i>oualaniensis</i>							
Octopoda							
Argonautidae							
<i>Argonauta spp</i>	1	0.82	1	0.20	0.9	0.002	0.002
<b>TOTALES</b>			57	11.44	2967.03	6.212	1.942
<b>ARTHROPODA</b>							
Crustacea							
Decapoda							
Galatheididae							
<i>Pleuroncodes planipcs</i>	5	4.10	25	5.02	121.4	0.25	0.29
<b>TOTALES</b>			25	5.02	121.4	0.25	0.29
<b>CHORDATA</b>							
Osteichthyes							
Clupeiformes							
Clupeidae							
<i>Sardinops sagax</i>	3	2.46	14	2.81	748.5	1.56	0.14
<i>Etrumeus teres</i>	1	0.82	1	0.20	40	0.08	0.003
Gadiformes							
Merlucciidae							
<i>Merluccius productus</i>	6	4.92	104	20.88	5475	11.45	2.11
Perciformes							
Carangidae							
<i>Decapterus hypodus</i>	9	7.38	14	2.81	967	2.02	0.47
<i>Selar crumenophthalmus</i>	5	4.10	6	1.2	693	1.45	0.14
<i>Caranx caballus</i>	2	1.64	2	0.40	360	0.75	0.03
<i>Caranx hippos</i>	4	3.28	5	1	420	0.88	0.08
<i>Caranx vinctus</i>	1	0.02	2	0.40	180	0.38	0.008
Coryphaenidae							
<i>Coryphaena hippurus</i>	2	1.64	2	0.40	2732	5.71	0.13
Scombridae							
<i>Scomber japonicus</i>	1	0.82	5	1	270	0.56	0.02
<i>Auxis spp</i>	87	71.31	185	37.15	29451.8	61.57	93.22
Tetraodontiformes							
Balistidae							
<i>Balistes polylepis</i>	6	4.92	76	15.26	3067.5	6.41	1.41
<b>TOTALES</b>			416	83.33	44745.8	93.33	97.76

**TABLA IV.- COMPARACION DE LOS VOLUMENES REALES DESPLAZADOS POR 12 CALAMARES**  
***D. gigas* ENCONTRADOS COMPLETOS** EN LOS CONTENIDOS ESTOMACALES DE LOS  
 MARLTNES Y LAS ESTIMACIONES DE VOLUMENES PREDECIDOS POR LA ECUACION DE  
 REGRESION, CON SUS RESPECTIVAS LONGITUDES ROSTRALES (LR).

No.	VOLUMENES REALES DESPLAZADOS (ml)	LONGITUDES ROSTRALES (LR) PICO (cm)	VOLUMENES PREDECIDOS $\text{Ln } V_t = 7.4 + \text{Ln (LR) } 2.48$
1	143.63	0.35	1 2 1 . 0 8
2	71.01	0.26	57.93
3	37.5	0.18	23.27
4	110.0	0.30	82.67
5	79.3	0.26	57.93
6	83.1	0.27	63.62
7	150.0	0.34	112.68
8	82.7	0.29	75.95
9	166.49	0.37	138.97
10	159.5	0.36	129.84
11	-125.2	0.33	104.64
12	101.8	0.31	89.61

TABLA V. - RESULTADOS DEL ANALISIS CALORIMETRICO EFECTUADOS EN EL OTONO DE 1988 SOBRE LAS ESPECIES PRESA DE MAYOR IMPORTANCIA RELATIVA EN LA DIETA DEL MARLIN PAVADO Y MARLIN AZUL.

ESPECIES PRESA	% AGUA	% CENIZAS	CALORIAS/GRAMO PESO SECO	CALORIAS/GRAMO PESO FRESCO	CALORIAS/GRAMO LIBRE CENIZAS
<b>CEPHALOPODA</b>					
<i>D. giges</i>	70.02	2.95	5315.28	1593.52	5476.85
<b>CRUSTACEA</b>					
<i>P. planipes</i>	72.66	4.67	3420.83	935.25	3588.41
<b>PISCES</b>					
<i>S. sagax</i>	62.92	2.71	5192.70	1925.45	5337.34
<i>E. teres</i>	64.34	3.78	5062.75	1805.38	5261.16
<i>M. productus</i>	68.92	5.60	4739.15	1472.93	5020.29
<i>Fistularia sp.</i>	64.44	13.05	6139.95	2797.36	7061.47
<i>S. crumenophthalmus</i>	68.64	7.00	4866.20	1705.60	5232.47
<i>D. hypodus</i>	64.95	6.09	5106.20	1789.72	5437.33
<i>S. japonicus</i>	63.90	3.16	5995.80	2164.48	6191.45
<i>Auxis sp.</i>	66.31	1.56	5693.20	1918.04	5783.42
<i>B. polylepis</i>	69.38	2.83	4828.90	1478.61	4969.50

TABLA VI.- RESULTADOS TOTALES DE LOS CUATRO METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 55 ESTOMAGOS DE MARLIN PAYADO DURANTE LA PRIMAVERA DE 1988.

PRESAS	FO	%	N	%	V	%	% IIR
<i>D. gigas</i>	2	3.64	19	4.31	535	1.48	0.21
<i>S. oualaniensis</i>	4	7.27	5	1.13	200	0.55	0.12
<i>Octopus spp</i>	1	1.82	2	0.45	35	0.10	0.01
<i>Argonauta spp</i>	1	1.82	10	2.27	2	0.006	0.04
<i>Euphausiacea</i>	1	1.82	25	5.65	6	0.02	0.10
<i>P. planipes</i>	3	5.45	18	4.08	23.4	0.06	0.30
<i>Clupeidae</i>	9	16.36	-	-	1082.5	3.0	0.49
<i>S. sagax</i>	47	85.45	200	45.35	17609	48.85	81.01
<i>E. teres</i>	9	16.36	46	10.43	4360	12.09	3.71
<i>D. hypodus</i>	3	5.45	25	5.67	1560	4.33	0.55
<i>S. crumenophthalmus</i>	1	1.82	2	0.45	155	0.43	0.02
<i>C. caballus</i>	4	7.27	6	1.36	765	2.12	0.25
<i>C. hippos</i>	2	3.64	2	0.45	280	0.78	0.05
<i>Mugil spp</i>	1	1.82	1	0.23	290	0.80	0.02
<i>S. japonicus</i>	17	30.91	78	17.69	8776	24.34	13.08
<i>Auxis spp</i>	1	1.82	2	0.45	370	1.03	0.03
<b>TOTALES</b>	<b>55</b>		<b>441</b>		<b>36048.9</b>		

TABLA VII.- RESULTADOS TOTALES DE LOS CUATRO METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 34 ESTOMAGOS DE MARLIN RAYADO DURANTE EL VERANO DE 1988.

PRESAS	FO	%	N	%	V	%	%IIR
<i>D.gigas</i>	12	35.29	94	45.63	3610.8	29.10	64.49
<i>S. oualaniensis</i>	2	5.88	2	0.97	60.5	0.49	0.21
<i>Octopus spp</i>	1	2.94	1	0.49	23	0.19	0.04
<i>Argonauta spp</i>	1	2.94	24	11.65	341.5	2.75	1.04
<i>Euphausiacea</i>	1	2.94	15	7.28	4	0.03	0.52
<i>P. planipes</i>	1	2.94	2	0.97	10	0.08	0.08
<i>Clupeidae</i>	3	8.82	-	-	393	3.17	0.68
<i>S. sagax</i>	2	5.88	4	1.94	405	3.26	0.74
<i>E. teres</i>	5	14.71	16	7.77	1960	15.79	8.48
<i>Carangidae</i>	3	8.82	3	1.46	874	7.04	1.83
<i>D. hypodus</i>	2	5.88	6	2.91	875	7.05	1.43
<i>S. crumenophthalmus</i>	7	20.59	18	8.74	1605	12.93	10.91
<i>C. caballus</i>	2	5.88	3	1.46	406	3.27	0.68
<i>S. japonicus</i>	6	17.65	15	7.28	1565	12.61	8.58
<i>Auxis spp</i>	1	2.94	2	0.97	250	2.01	0.21
<i>Diodon spp</i>	1	2.44	1	0.49	27	0.22	0.05
<b>TOTALES</b>	<b>34</b>		<b>206</b>		<b>12409.8</b>		

TABLA VIII.- RESULTADOS TOTALES DE LOS CUATRO METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 92 'ESTOMAGOS DE MARLIN RAYADO DURANTE OTOÑO DE 1988.

PRESAS	FO	%	N	%	V	%	%IIR
<i>A. affinis</i>	3	3.26	11	1.3	287.3	0.58	0.16
<i>D. gigas</i>	16	17.39	146	17.26	5107.51	10.38	13.16
<i>S. oualaniensis</i>	7	7.61	21	2.48	348	0.71	0.66
<i>Octopus spp</i>	1	1.09	2	0.24	18	0.04	0.008
<i>Argonauta spp</i>	6	6.52	42	4.96	435.4	0.88	1.04
<i>Isopoda</i>	3	1.09	8	0.95	3	0.01	0.03
<i>P. planipes</i>	7	7.61	88	10.4	1615	3.28	2.9
<i>Clupeidae</i>	7	7.61			621.2	1.26	0.25
<b><i>S. sagax</i></b>	<b>8</b>	<b>8.7</b>	<b>39</b>	<b>4.61</b>	<b>3505</b>	<b>7.12</b>	<b>2.79</b>
<b><i>E. teres</i></b>	<b>15</b>	<b>16.3</b>	<b>71</b>	<b>8.39</b>	<b>6676</b>	<b>13.57</b>	<b>9.79</b>
<i>M. productus</i>	7	7.61	123	14.54	5985.5	12.16	5.56
<i>Fistularia spp</i>	9	9.78	27	3.19	2615	5.3	2.27
<i>Serranidae</i>	1	1.09	2	0.24	245	0.5	0.02
<i>Carangidae</i>	<b>2</b>	<b>2.17</b>	<b>5</b>	<b>0.59</b>	<b>1.58</b>	<b>0.32</b>	<b>0.05</b>
<i>D. hypodus</i>	1	1.09	8	0.95	265	0.54	0.04
<i>S. crumenophthalmus</i>	7	7.61	10	1.17	1257	2.55	0.78
<b><i>C. caballus</i></b>	<b>3</b>	<b>3.26</b>	<b>3</b>	<b>0.35</b>	<b>457.5</b>	<b>0.93</b>	<b>0.11</b>
<i>C. hippos</i>	2	2.17	2	0.24	131	0.03	0.02
<i>S. japonicus</i>	48	52.17	113	13.36	11889.5	24.16	53.59
<i>Auxis spp</i>	6	6.52	72	8.51	5735.5	11.66	3.6
<i>B. polylepis</i>	11	11.96	52	6.15	1707.5	3.47	3.15
<i>X. mento</i>	<b>1</b>	<b>1.09</b>	<b>1</b>	<b>0.12</b>	<b>110</b>	<b>0.22</b>	<b>0.01</b>
MONI	2	2.17			135	0.03	0.004
<b>TOTALES</b>	<b>92</b>		<b>846</b>		<b>493207.91</b>		

TABLA IX.- RESULTADOS TOTALES DE LOS CUATRO METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 56 ESTOMAGOS DE MARLIN RAYADO' DURANTE EL INVIERNO DE 1989.

PRESAS	FO	%	N	%	V	%	%IIR
<i>A. affinis</i>	8	14.29	33	8.38	<b>952</b>	2.86	2.64
<i>D. gigas</i>	4	7.14	21	5.33	997.04	3	0.98
<i>S. oualaniensis</i>	1	1.79	2	0.51	8.8	0.03	0.02
<i>Argonauta spp</i>	<b>1</b>	<b>1.79</b>	<b>4</b>	<b>1.02</b>	<b>4.0</b>	<b>0.12</b>	<b>0.03</b>
<i>P. planipes</i>	<b>1</b>	<b>1.79</b>	<b>36</b>	<b>9.14</b>	<b>117.9</b>	<b>0.35</b>	<b>0.28</b>
<i>Clupeidae</i>	6	10.71			568.3	1.71	0.30
<i>S. sagax</i>	9	16.07	69	17.51	3979	11.97	7.8
<b><i>E. teres</i></b>	<b>4</b>	<b>7.14</b>	<b>19</b>	<b>4.82</b>	<b>1540</b>	<b>4.63</b>	<b>1.11</b>
<i>M. productus</i>	10	17.86	111	28.17	6563.5	19.75	14.09
<i>Strongylura spp</i>	<b>1</b>	<b>1.79</b>	<b>1</b>	<b>0.25</b>	<b>340</b>	<b>1.02</b>	<b>0.04</b>
<i>Fistularia spp</i>	4	7.14	7	1.78	1300	3.91	0.67
<i>Prionotus spp</i>	<b>1</b>	<b>1.79</b>	<b>1</b>	<b>0.25</b>	<b>10</b>	<b>0.03</b>	<b>0.008</b>
<i>Carangidae</i>	4	7.14	6	1.52	779	2.34	0.45
<b><i>S. crumenophthalmus</i></b>	<b>1</b>	<b>1.79</b>	<b>1</b>	<b>0.25</b>	<b>320</b>	<b>0.96</b>	<b>0.04</b>
<i>C. hippos</i>	2	3.57	2	0.51	95	0.29	0.05
<i>C. hippurus</i>	1	1.79	<b>1</b>	<b>0.25</b>	180	0.54	0.02
<b><i>S. japonicus</i></b>	<b>40</b>	<b>71.43</b>	<b>73</b>	<b>18.63</b>	<b>13927</b>	<b>41.91</b>	<b>71.09</b>
<i>Auxis spp</i>	2	3.57	7	1.78	1515	4.56	0.37
<b>TOTALES</b>	<b>56</b>		<b>394</b>		<b>33232.54</b>		

**TABLA X.- RESULTADOS TOTALES DE LOS CUATRO METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 67 ESTOMAGOS DE MARLIN RAYADO DURANTE LA PRIMAVERA DE 1989.**

PRESAS	FO	%	N	%	V	%	%IIR
<i>A. affinis</i>	1	1.49	2	0.51	14.7	0.04	0.02
<i>D. gigas</i>	17	25.37	76	19.39	8198.2	21.25	22.12
<i>S. oualaniensis</i>	1	1.49	4	1.02	70.7	0.18	0.04
<i>Octopus spp</i>	1	1.49	6	1.53	55	0.14	0.05
<i>Squilla spp</i>	1	1.49	1	0.26	15.1	0.04	0.01
Euphausiacea	1	1.49	8	2.04	1	0.003	0.07
<i>P. planipes</i>	1	1.49	-34	8.67	152.15	0.39	0.29
Clupeidae	5	7.46	12	3.06	541	1.40	0.71
<i>S. sagax</i>	15	22.39	81	20.66	4773.91	12.38	15.87
<i>E. teres</i>	10	14.93	46	11.73	5015	1.3	7.92
<i>O. libertate</i>	10	14.93	27	6.89	4985	12.92	6.34
<i>M. productus</i>	2	2.99	23	5.86	4070	10.55	1.05
Carangidae	1	1.49	1	0.26	300	0.78	0.03
<i>D. hypodus</i>	2	2.99	1	0.26	160	0.41	0.04
<i>S. japonicus</i>	32	47.76	70	17.86	10211	26.47	45.42
MONI	1	1.49	-	-	10	0.02	0.001
<b>TOTALES</b>	<b>67</b>		<b>392</b>		<b>38572.76</b>		

**TABLA XI.- RESULTADOS TOTALES DE LOS CUATRO METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 11 ESTOMAGOS DE MARLIN RAYADO DURANTE EL VERANO DE 1989.**

PRESAS	FO	%	N	%	V	%	%IIR
<i>P. planipes</i>	1	9.10	15	68.18	10.5	0.85	23.8
<i>S. sagax</i>	3	27.27	2	9.09	179	14.56	24.44
<i>C. caballus</i>	2	18.18	3	13.63	360	29.28	29.56
<i>S. ensis</i>	1	9.10	2	9.09	680	55.31	22.20
<b>TOTALES</b>	<b>11</b>		<b>22</b>		<b>1229.5</b>		

**TABLA XII.- RESULTADOS TOTALES DE LOS CUATRO METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 35 ESTOMAGOS DE MARLIN RAYADO DURANTE OTOÑO DE 1989.**

PRESAS	FO	%	N	%	V	%	%IIR
<i>D. gigas</i>	9	25.71	43	11.37	3417.5	14.8	11.55
Amphipoda	2	5.71	22	5.82	13.5	0.06	0.58
<i>S. sagax</i>	13	37.14	112	29.63	6040.59	26.16	35.56
<i>E. teres</i>	1	2.86	1	0.26	130	0.56	0.04
<i>Fistularia spp</i>	3	8.57	4	1.06	1150	4.98	0.89
<i>D. hypodus</i>	10	28.57	47	12.43	5505	23.84	17.78
<i>C. hippos</i>	3	8.57	4	1.06	290	1.26	0.34
<i>S. japonicus</i>	16	45.71	33	8.73	3410	14.76	18.43
<i>B. polylepis</i>	7	20	112	29.63	3137	13.58	14.83
<b>TOTALES</b>	<b>35</b>		<b>378</b>		<b>23093.59</b>		

**TABLA XIII.- RESULTADOS TOTALES DE LOS CUATRO METODOS DE ANALISIS DEL  
CONTENIDO ALJMENTICIO ENCONTRADO EN 15 ESTOMAGOS DE MARLIN AZUL  
DURANTE EL VERANO DE 1988.**

PRESAS	FO	%	N	%	V	%	IIR	%
D. gigas	1	6.67	11	21.15	303.3	6.27	182.89	1.49
S. oualaniensis	2	13.33	3	5.97	400	8.27	187.15	1.52
Argonauta spp	1	6.67	1	1.92	0.9	0.02	12.94	0.11
S. sagax	1	6.67	1	1.92	35	0.72	17.61	0.14
Carangidae	1	6.67	-	0	291	6.02	40.15	0.32
Auxis spp	12	80	36	69.23	3806	78.70	11834.4	96.41
TOTALES	15		52		4836.2			

**TABLA XIV.- RESULTADOS TOTALES DE LOS CUATRO METODOS DE ANALISIS DEL  
CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 18 ESTOMAGOS DE MARLIN AZUL  
DURANTE EL OTOÑO DE 1988.**

PRESAS	FO	%	N	%	V	%	IIR	%
D. gigas	1	5.56	3	3.13	70	1.07	23.35	0.38
P. planipes	1	5.56	12	12.5	30	0.46	72.06	1.16
Clupeidae	1	5.56	-	-	50	0.77	4.28	0.07
E. teres	1	5.56	1	1.04	40	0.62	9.23	0.15
M. productus	3	16.67	51	53.12	2325	35.87	1483.46	23.92
S. japonicus	1	5.56	5	5.21	270	4.18	52.21	0.84
Auxis spp	10	55.56	24	25	3696.5	57.03	4557.59	73.48
TOTALES	18		96		6481.5			

TABLA XV.- RESULTADOS TOTALES DE LOS CUATRO METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 4 ESTOMAGOS DE MARLIN AZUL DURANTE EL INVIERNO DE 1989.

PRESAS	FO	%	N	%	V	%	%IIR
<i>D. gigas</i>	1	25	1	2.5	20	1.46	1.25
<i>P. planipes</i>	4	100	13	32.5	91.4	6.65	49.33
<i>M. productus</i>	1	25	25	62.5	1110	80.75	45.13
<i>S. crumenophthalmus</i>	1	25	1	2.5	153	11.13	4.29
TOTALES	4		40		7936.25		

TABLA XVI.- RESULTADOS DE LOS CUATRO METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 61 ESTOMAGOS DEL MARLIN AZUL DURANTE EL VERANO DE 1989.

PRESAS	FO	%	N	%	V	%	%IIR
<i>D. gigas</i>	7	11.48	28	20.74	1783.73	9.26	3.04
<i>C. caballus</i>	2	3.27	2	1.48	360	1.37	0.10
<i>C. hippos</i>	4	6.55	5	3.7	420	2.18	0.34
<i>C. vinctus</i>	1	1.64	2	1.4	180	0.93	0.03
<i>C. hippurus</i>	1	1.64	1	0.74	1500	7.79	0.12
<i>Auxis spp</i>	45	73.77	96	71.11	14799.3	76.85	96.34
<i>B. polylepis</i>	1	1.64	1	0.74	215	1.12	0.026
TOTALES	61		135		19258.03		

TABLA XVII.- RESULTADOS TOTALES DE LOS CUATRO METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO ENCONTRADO EN 24 ESTOMAGOS DE MARLIN AZUL DURANTE OTOÑO DE 1989.

PRESAS	FO	%	N	%	V	%	%IIR
<i>D. gigas</i>	1	4.17	10	5.71	390	2.46	0.66
<i>S. sagax</i>	2	8.33	13	7.43	713.5	4.49	1.94
<i>M. productus</i>	2	8.33	28	16.0	2040	12.84	4.68
<i>D. hypodus</i>	9	37.5	14	8	967	6.09	10.3
<i>S. crumenophthalmus</i>	4	16.67	5	2.86	540	3.40	2.03
<i>C. hippurus</i>	1	4.17	1	0.57	1232	7.76	0.68
<i>Auxis spp</i>	11	45.83	29	16.57	7150	45.01	55.01
<i>B. polylepis</i>	5	20.83	75	42.86	2852.5	17.95	24.69
TOTALES	24		175		15885		

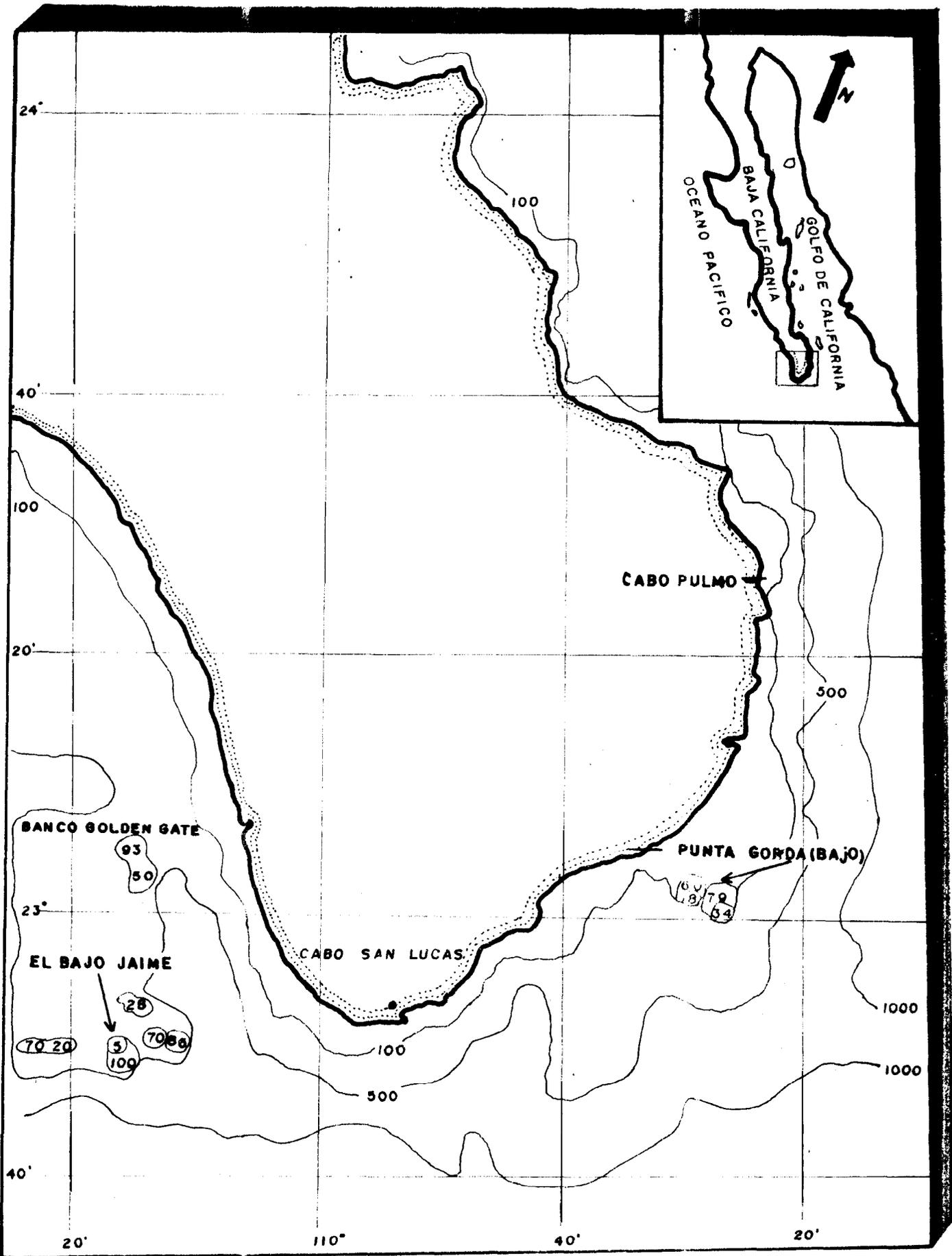


FIGURE 1. Bathymetric map of the Baja California Peninsula, Mexico.

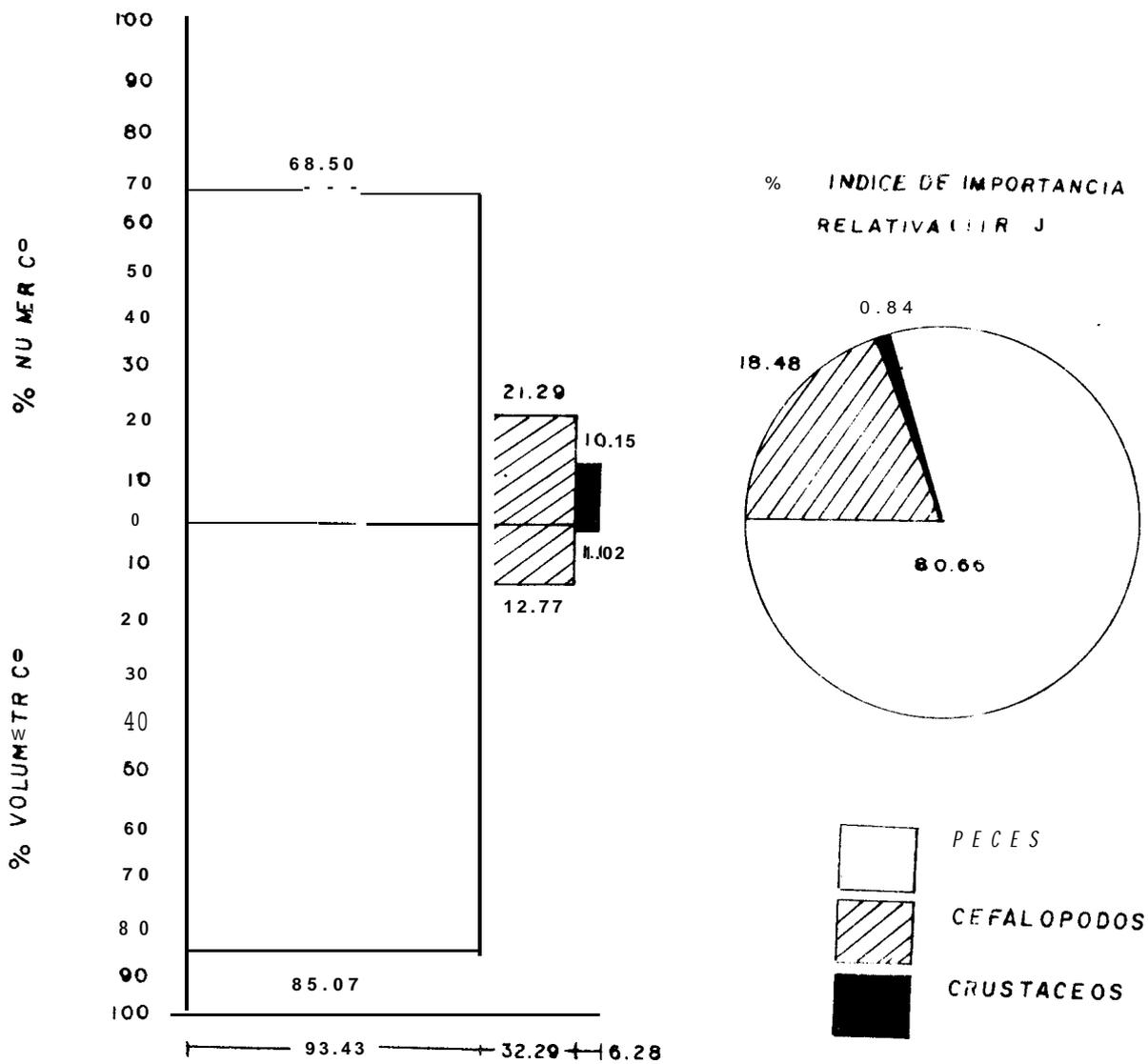
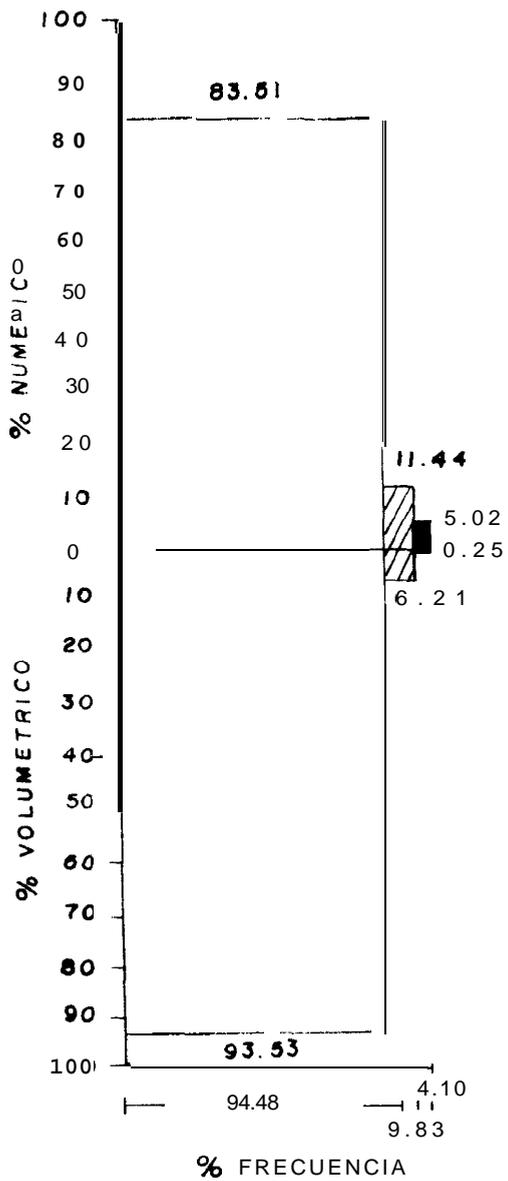
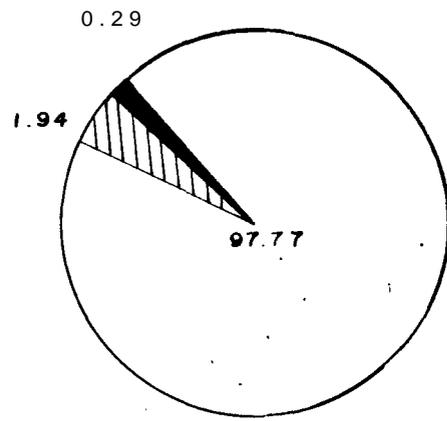


FIG 2.- COMPARACION GENERAL DE RESULTADOS APLICANDO CUATRO METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO DEL MARI IN RAYADO.



% INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA ( I.I.R )



- PECES
- CEFALOPODOS
- CRUSTACEOS

FIGURA 1. COMPARACION CENTRAL DE RESULTADOS APLICANDO CUATRO  
 METODOS DE ANALISIS DEL CONSUMO EN EL MARLIN  
 ALIADO...

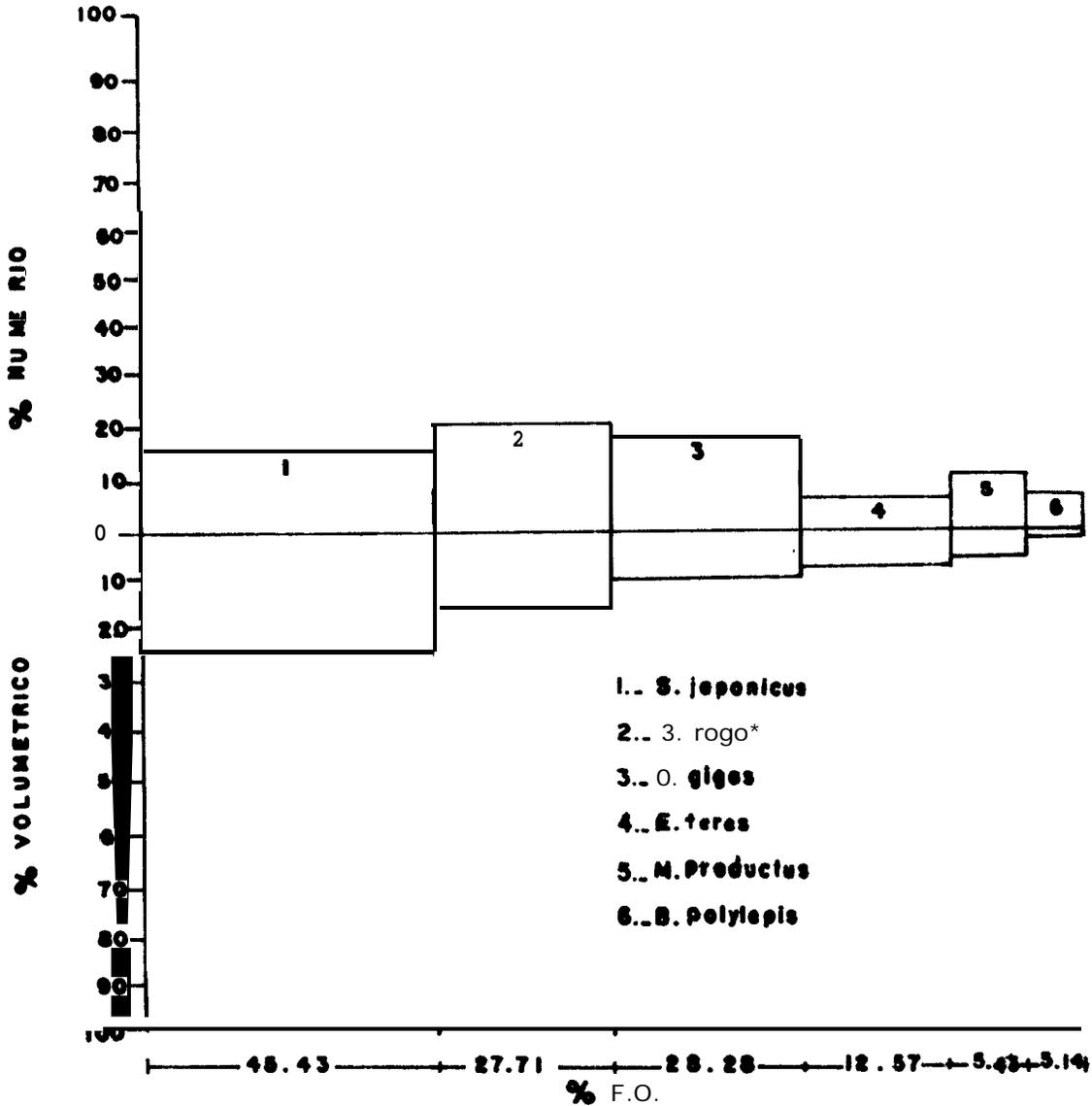


FIGURA 4.- COMPARACION GENERAL DE RESULTADOS POR ESPECIES APLICANDO TRES METODOS DE ANALISIS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO DEL MARLIN RAYADO.

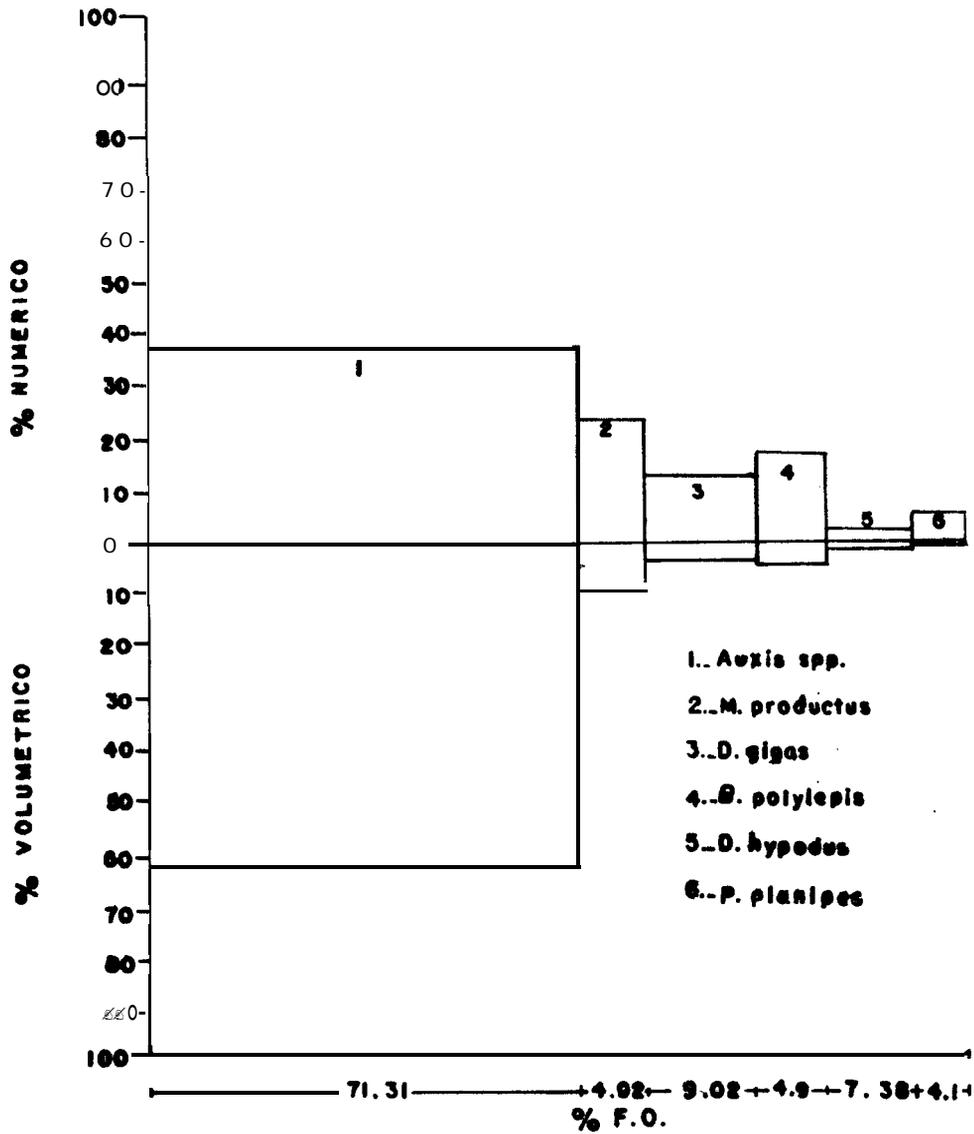


FIGURA 5.- COMPARACION GENERAL DE RESULTADOS POR ESPECIES APLICANDO TRES METODOS DEL CONTENIDO ALIMENTICIO DEL MARLIN AZUL.

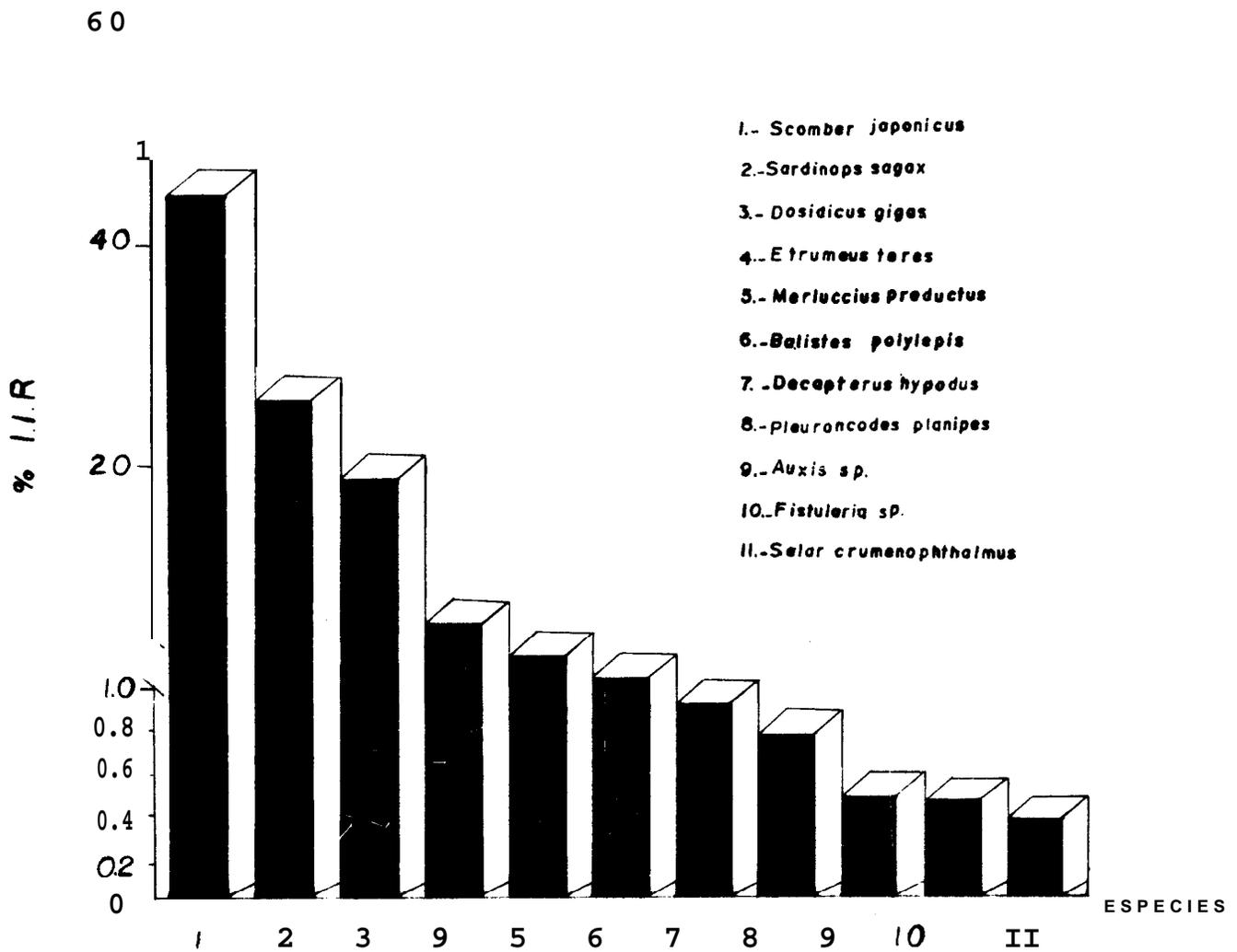


FIGURA 6.- ESPECIES PRESAS CON MAYOR PORCENTAJE DE INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (I.I.R.) EN EL ESPECTRO TRÓFICO DEL MARLIN RAYADO.

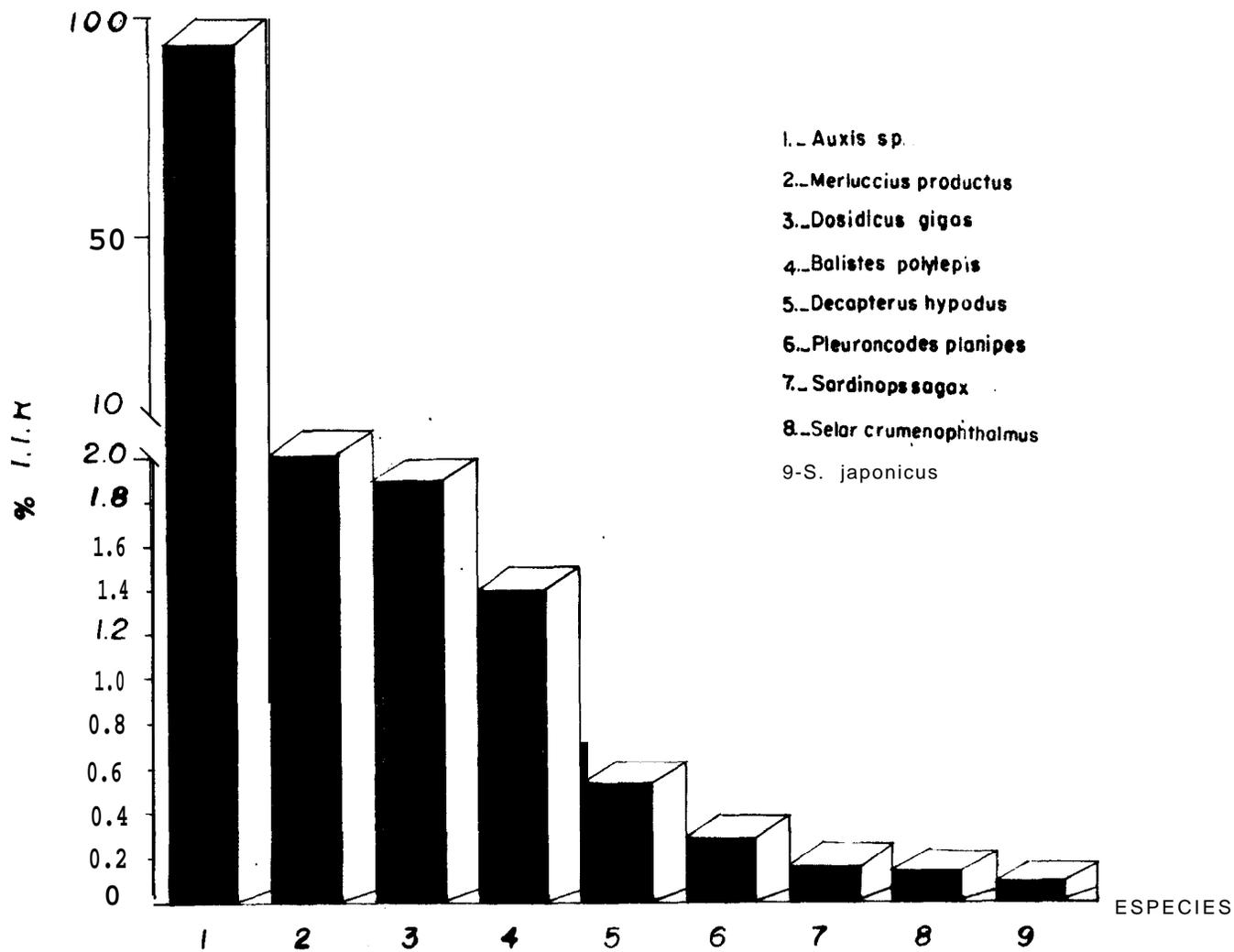


FIGURA 7.- ESPECIES PRESAS CON MAYOR PORCENTAJE DE INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IIR) EN EL ESPECTRO TRÓFICO DEL MARLIN AZUL.

# ESPECTRO TROFICO-ENERGETICO DEL, MARLIN 'RAYADO

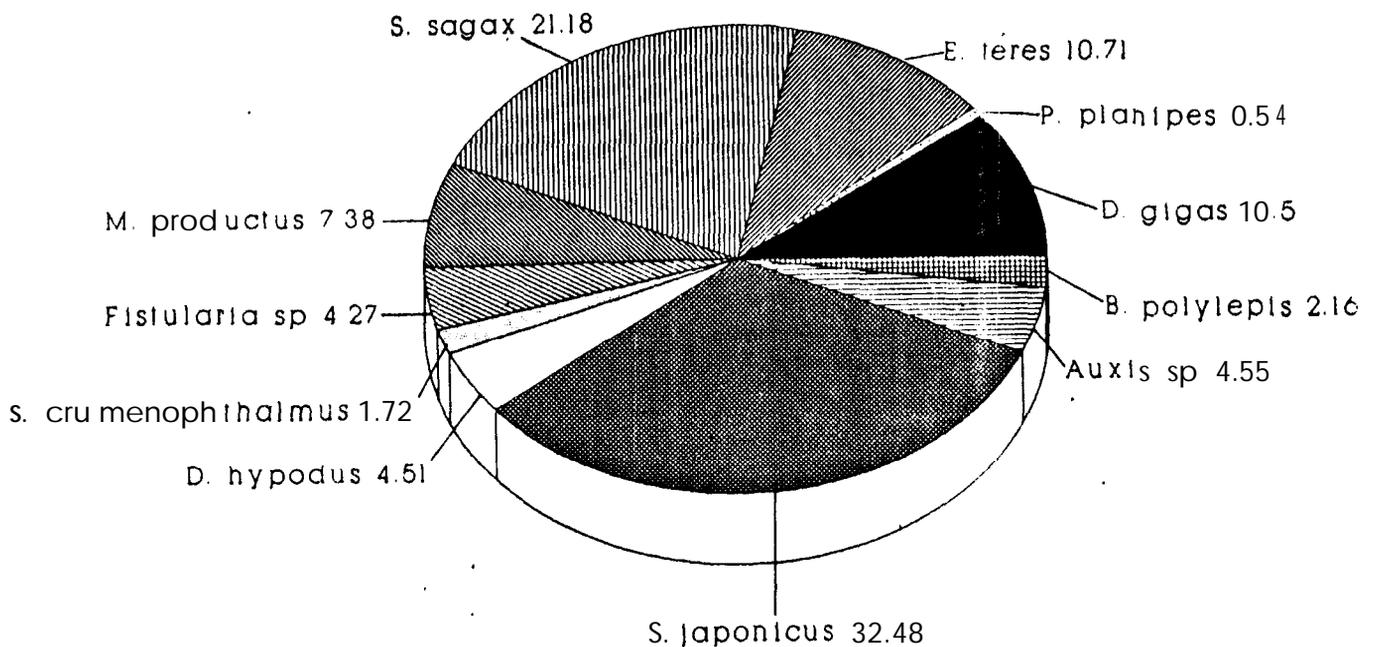


FIGURA 8.- CUANTIFICACION PORCENTUAL DEL APORTE CALORICO DE LAS  
11 PRESAS DE MAYOR IMPORTANCIA RELATIVA EN EL ESPECTRO  
ALIMENTICIO DEL MARLIN RAYADO.

# ESPECTRO TROFICO-ENERGETICO DEL MARLIN AZUL

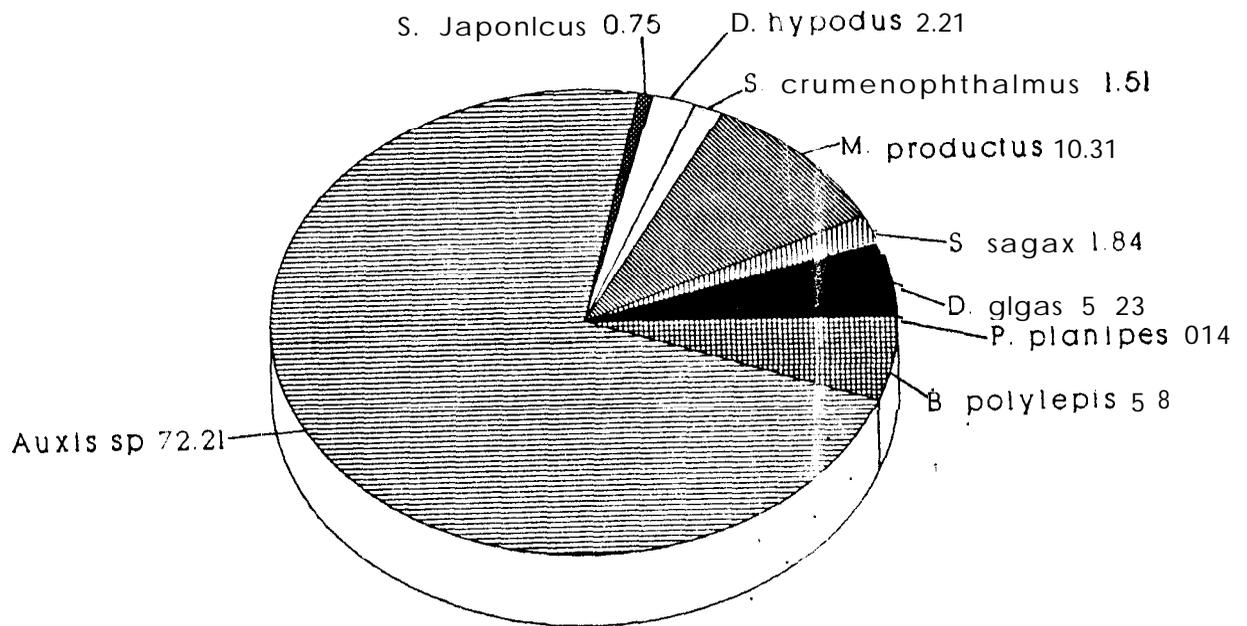


FIGURA 9.- CUANTIFICACION PORCENTUAL DEL APOORTE CALORICO DE LAS 9 PRESAS DE MAYOR IMPORTANCIA RELATIVA EN EL ESPECTRO ALIMENTICIO DEL MARLIN AZUL.

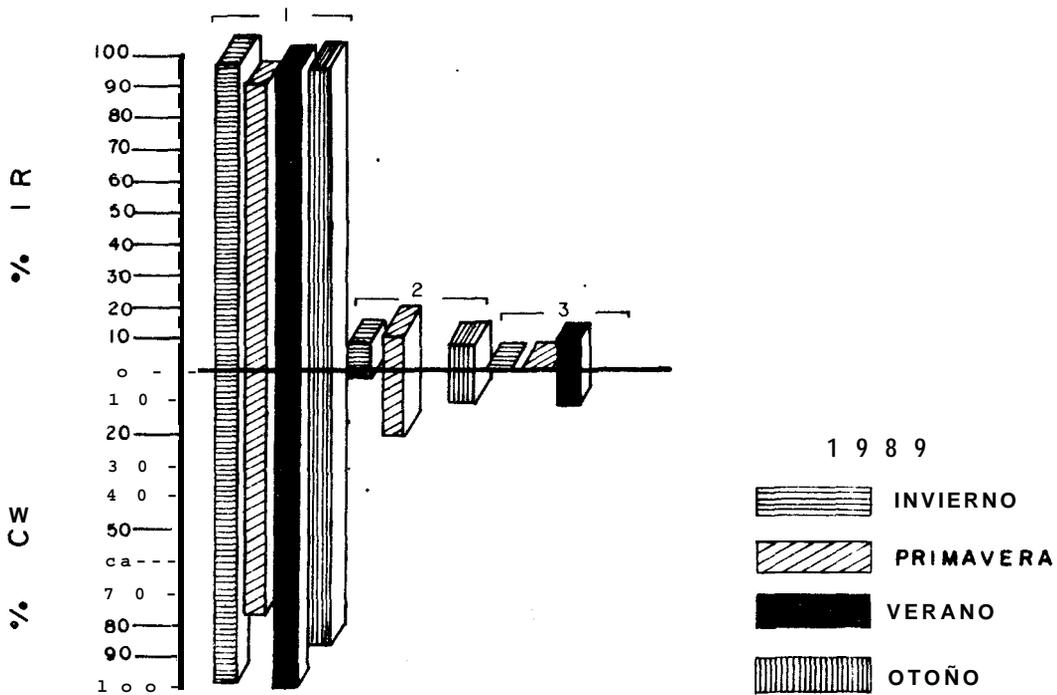
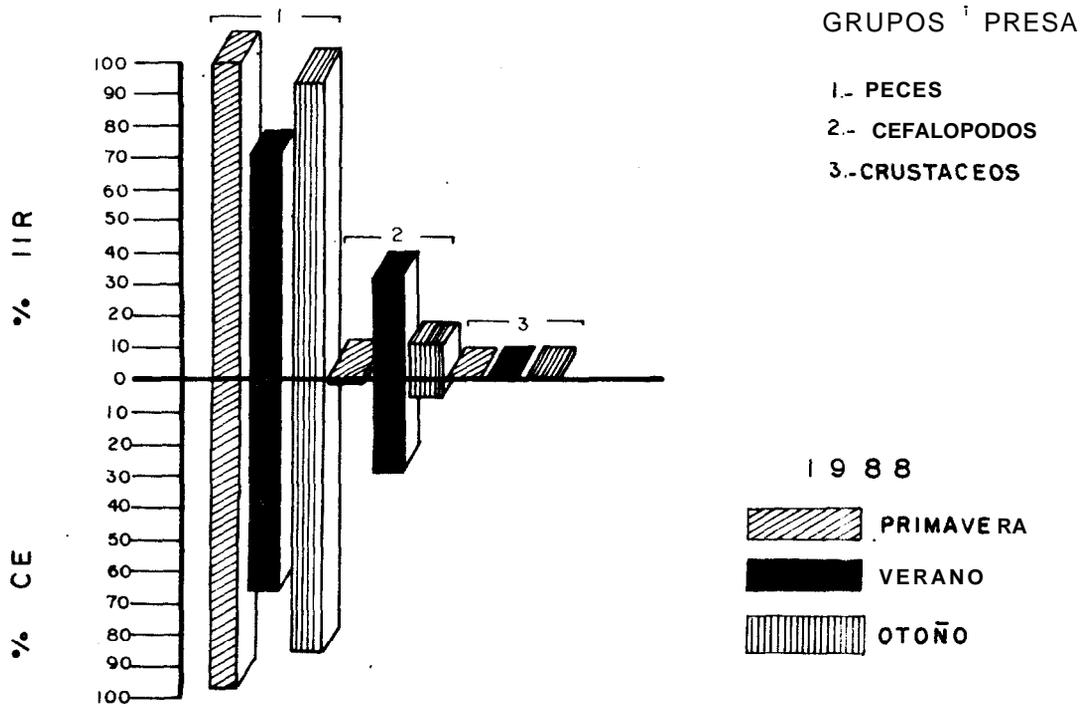


FIGURA 10.- VARIACION ESTACIONAL DE LOS GRUPOS PRESA QUE INTEGRAN LA DIETA DEL MARLIN RAYADO DE ACUERDO AL INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IIR) Y CUANTIFICACION ENERGETICA (CE), PARA LOS AÑOS DE 1988 Y 1989.

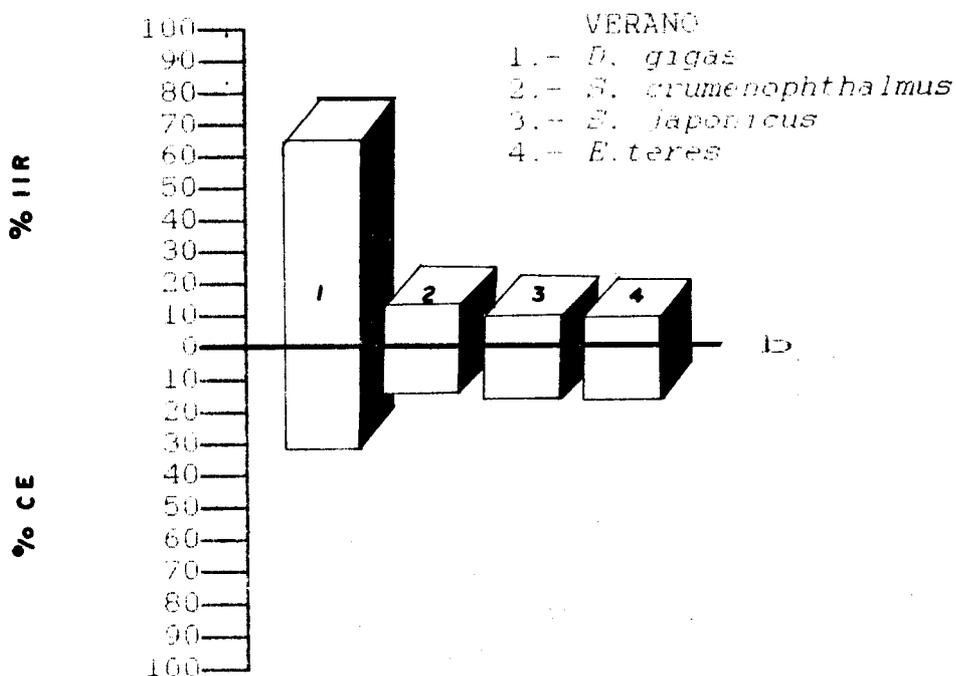
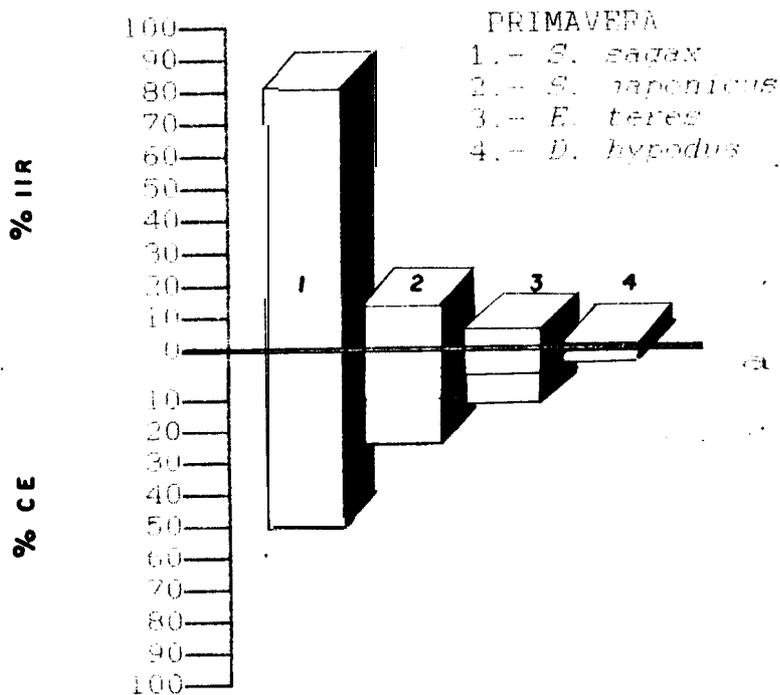


FIGURA 11.- VARIACION ESTACIONAL DEL INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IIR) Y CUANTIFICACION ENERGETICA (CE), DE LAS ESPECIES PRESAS DOMINANTES EN EL AÑO DE 1988, PARA EL MARLIN RAYADO.

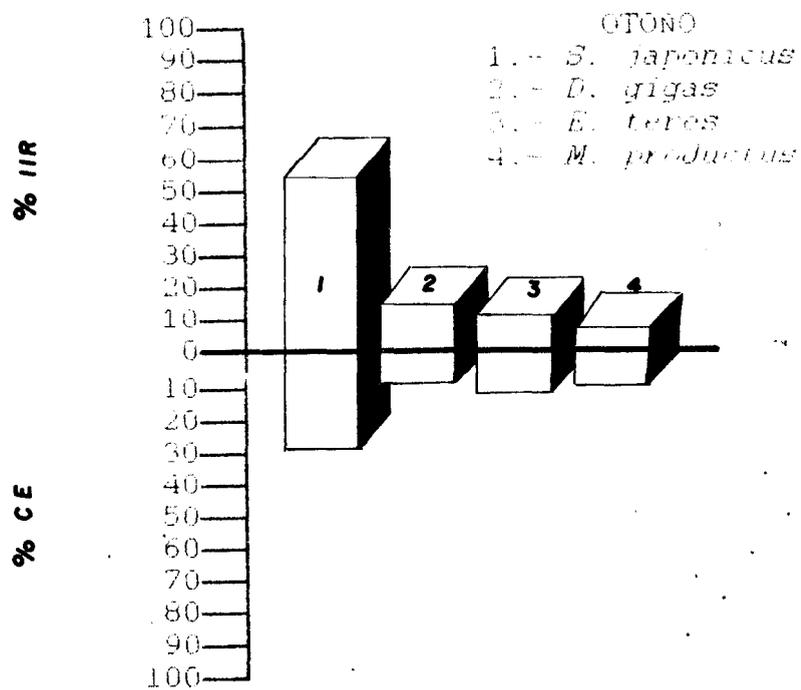


FIGURA 11.- CONTINUACION VARIACION ESTACIONAL 1988

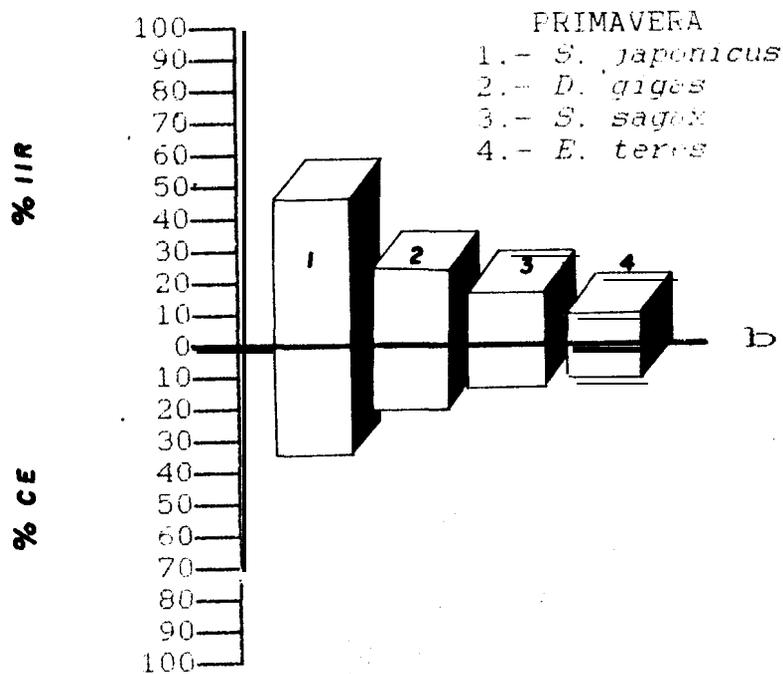
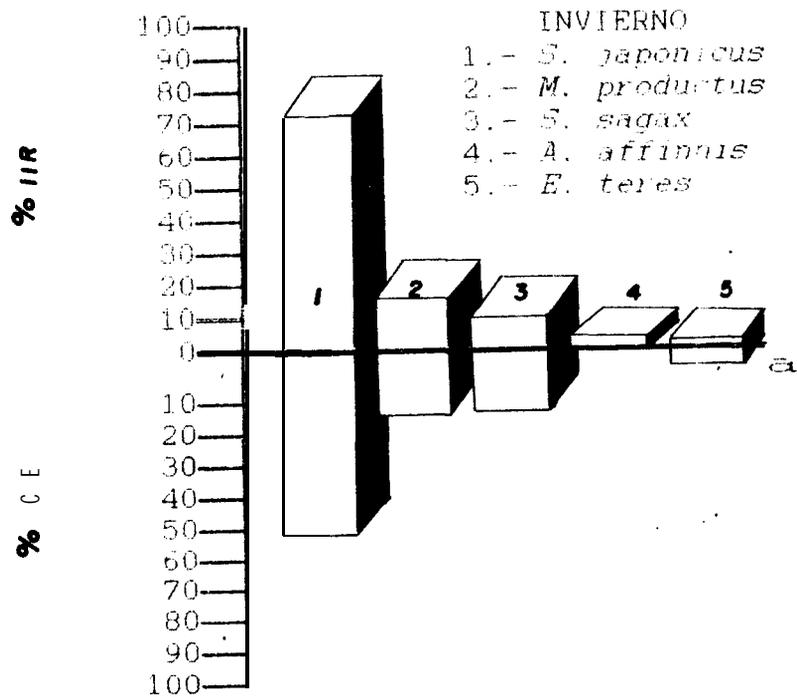


FIGURA 12.- VARIACION ESTACIONAL DEL INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IIR) Y CUANTIFICACION ENERGETICA (CE), DE LAS ESPECIES PRESAS DOMINANTES EN EL AÑO DE 1989, DEL MARLIN RAYADO

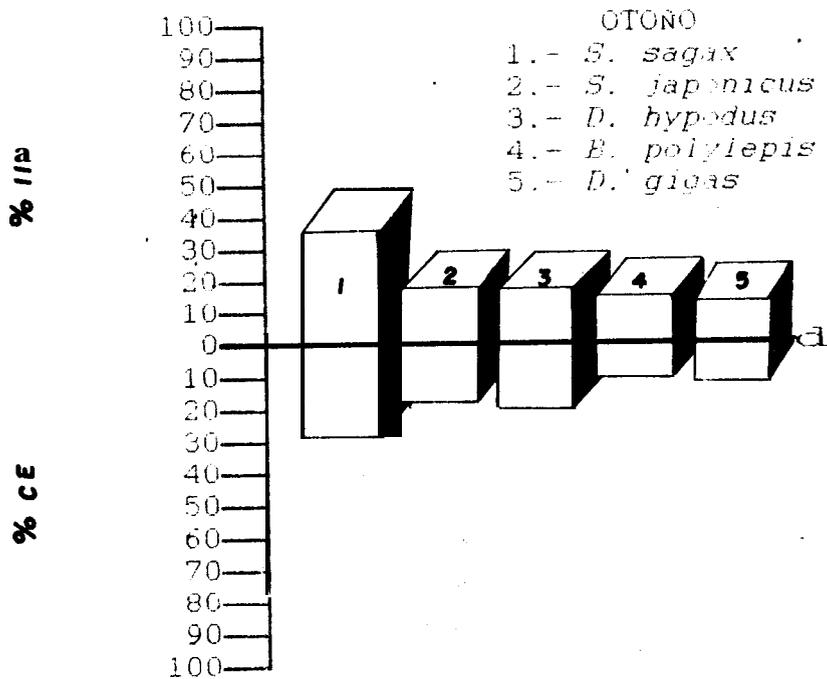
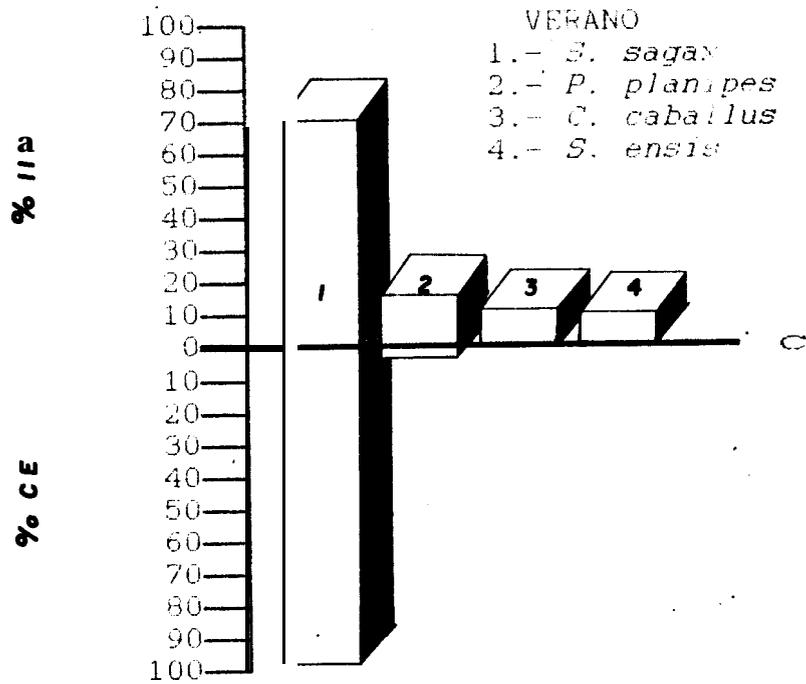


FIGURA 12. CONTINUA VARIACION ESTACIONAL 1989.

GRUPOS PRESA

- 1.- PECES
- 2.-CEFALOPODOS
- 3.-CRUSTACEOS

INSTITUTO VENEZOLANO  
 DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
 IANIGLA  
 BIBLIOTECA

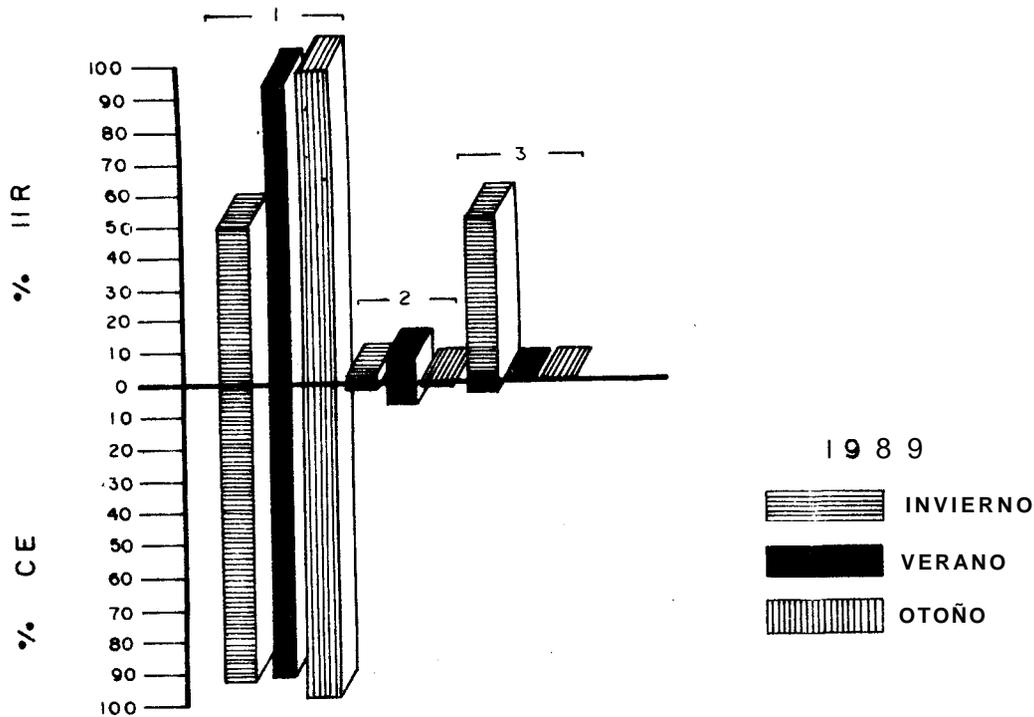
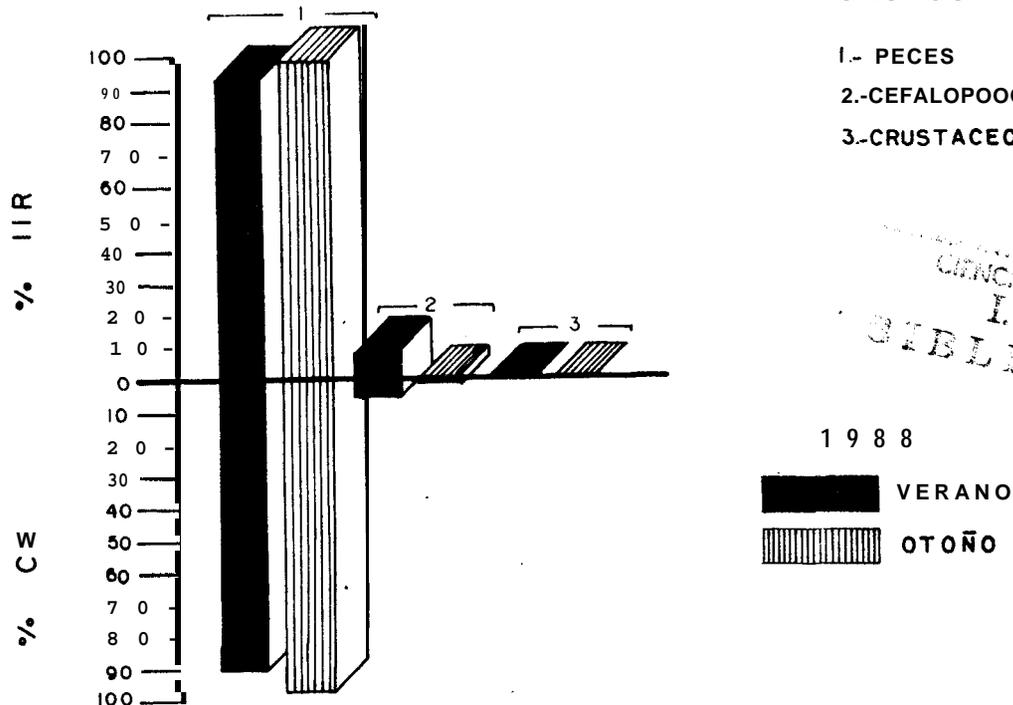


FIGURA 13 - VARIACION ESTACIONAL DE LOS GRUPOS PRESA QUE INTEGRAN LA DIETA DEL MARLIN AZUL DE ACUERDO AL INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IIR) Y CUANTIFICACION ENERGETICA PARA LOS AÑOS DE 1988 Y 1989.

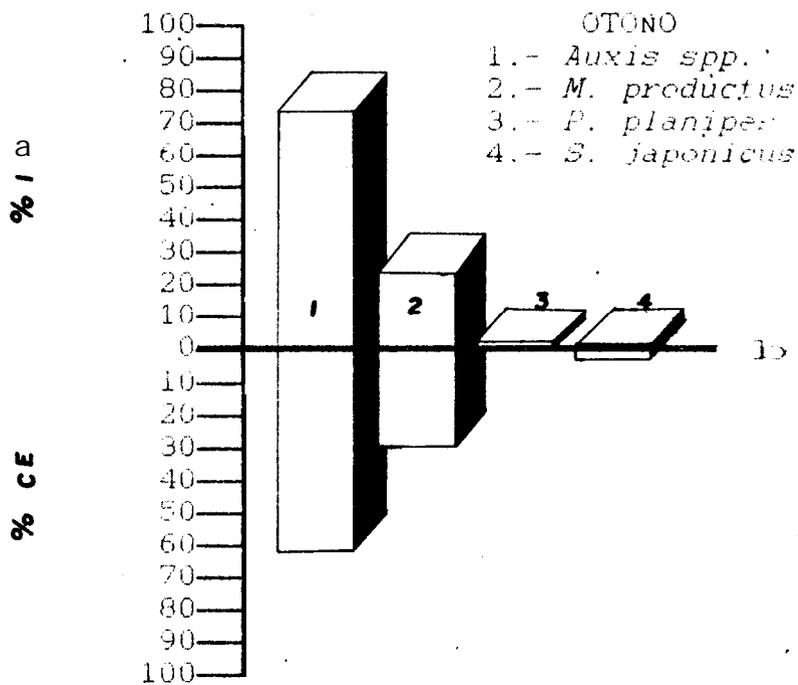
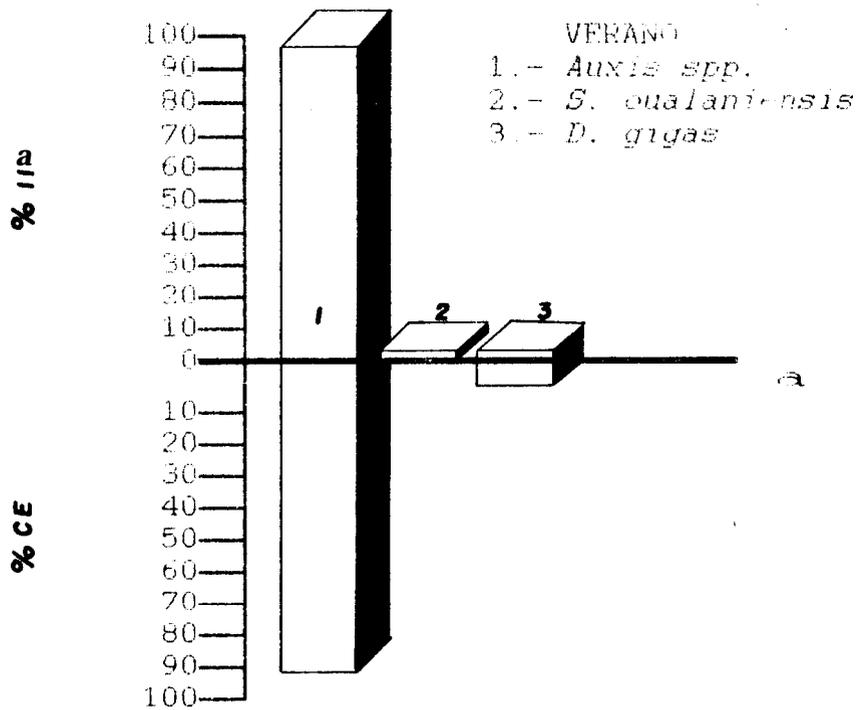


FIGURA 14.- VARIACION ESTACIONAL DEL INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IIR) Y CUANTIFICACION ENERGETICA (CE), DE LAS ESPECIES PRESAS DOMINANTES EN EL AÑO DE 1988. PARA EL MARI IN AZUL.

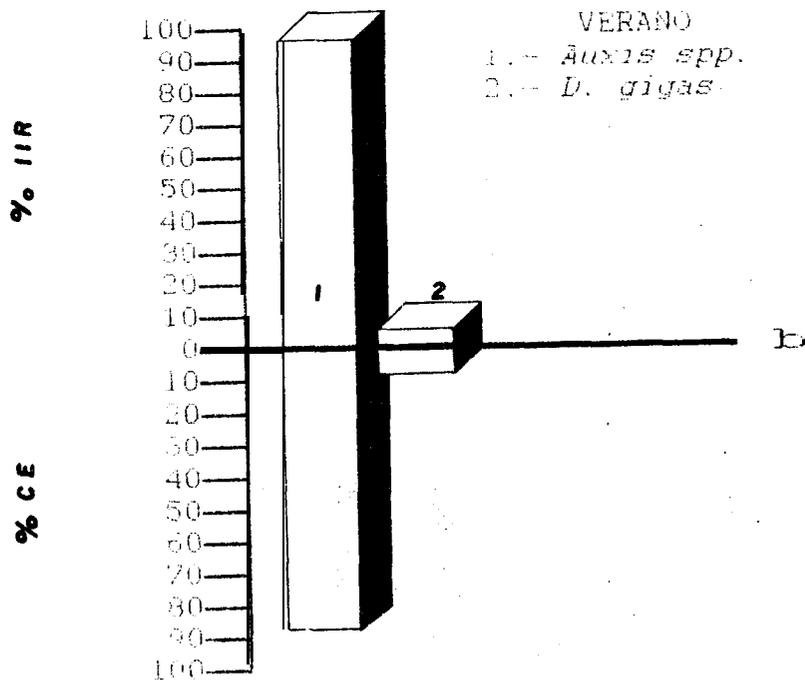
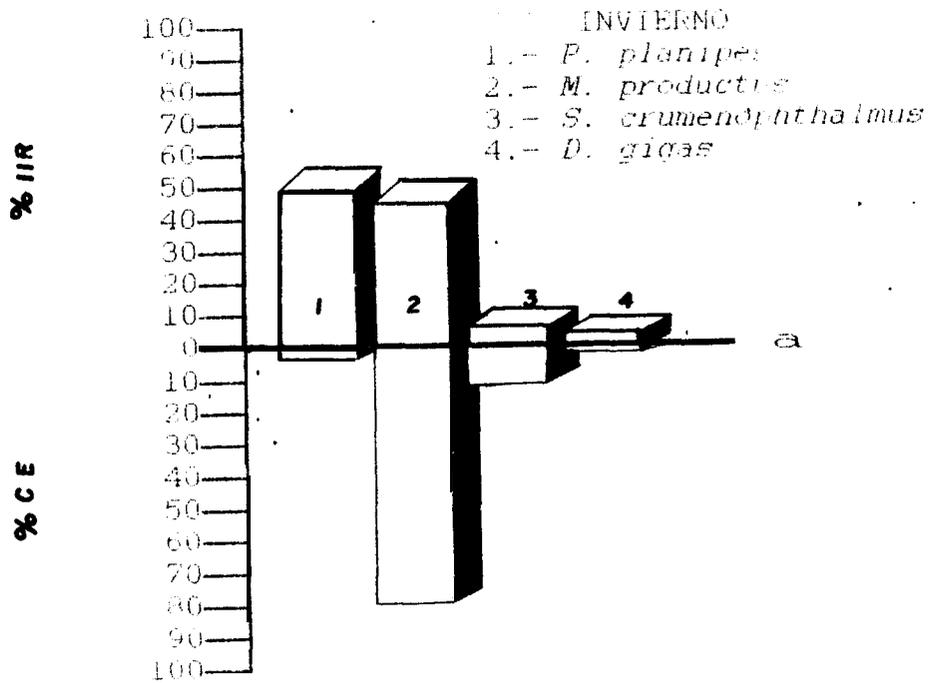


FIGURA 15.- VARIACION ESTACIONAL DEL INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IIR) Y CUANTIFICACION ENERGETICA DE LAS ESPECIES PRESA DOMINANTES EN EL AÑO DE 1989. PARA EL MARLIN AZUL.

INSTITUTO VENEZOLANO  
DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

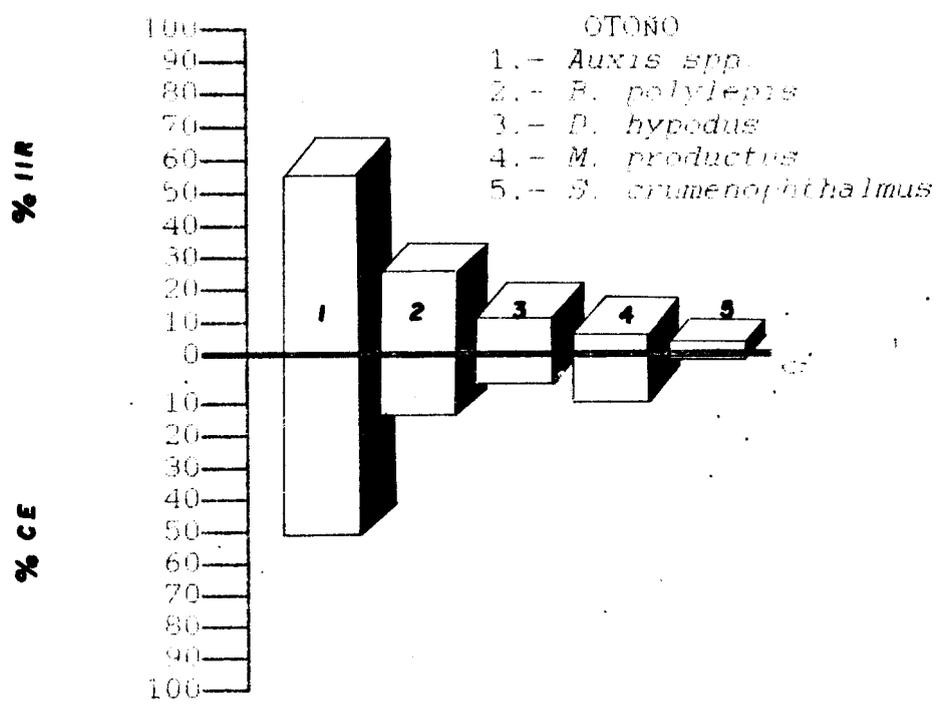


FIGURA 15.- CONTINUACION VARIACION ESTACIONAL 1989.

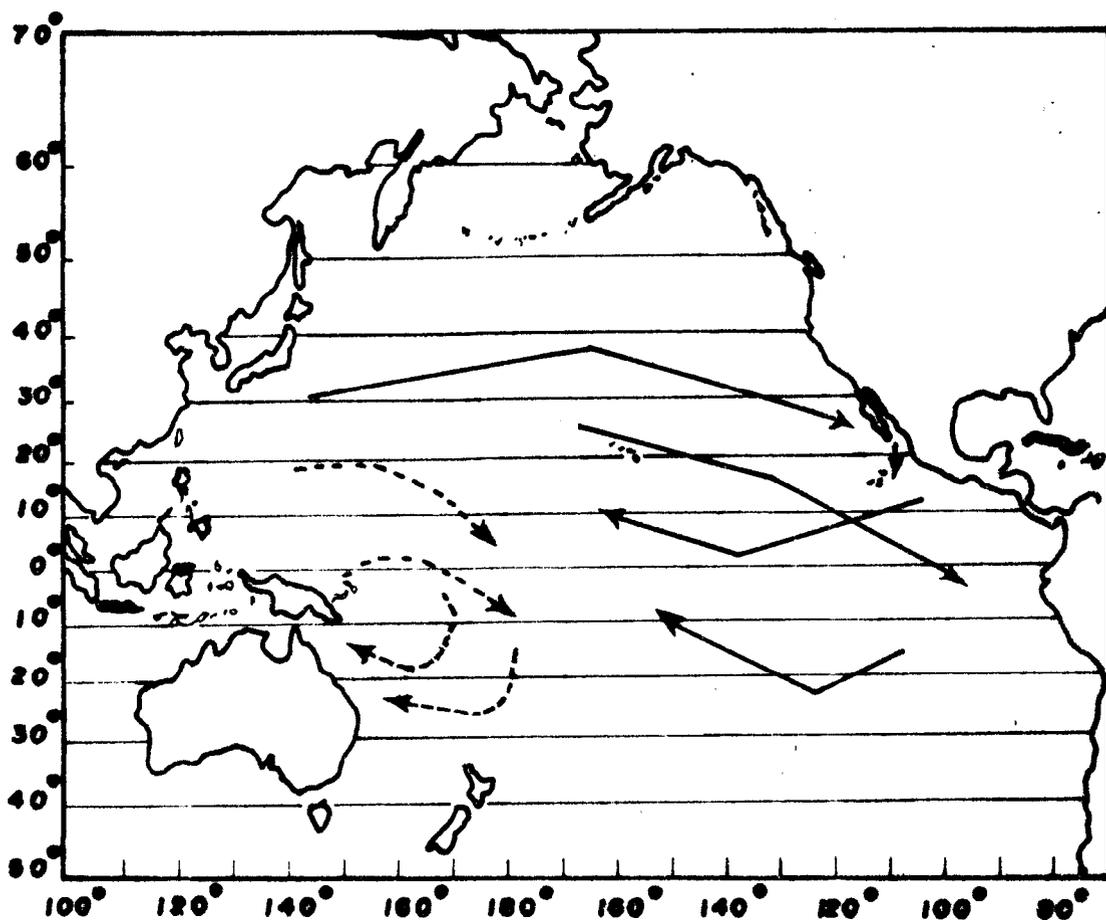


FIGURA 16.- PATRÓN DE MIGRACION DEL MARLIN RAYADO EN EL OCEANO PACIFICO. LAS FLECHAS CON LINEAS CONTINUAS INDICAN EL MOVIMIENTO DE LOS PECES JUVENILES HACIA LAS ZONAS DE ALIMENTACION Y CRECIMIENTO (PACIFICO ORIENTAL) Y EL RETORNO A LAS AREAS DE DESOVE MAS IMPORTANTES (PACIFICO OCCIDENTAL Y CENTRAL). LAS FLECHAS CON LINEAS PUNTEADAS MUESTRAN EL MOVIMIENTO DE LOS PECES DE MAYOR EDAD. (TOMADO DE SQUIRE Y SUZUKI, 1990).

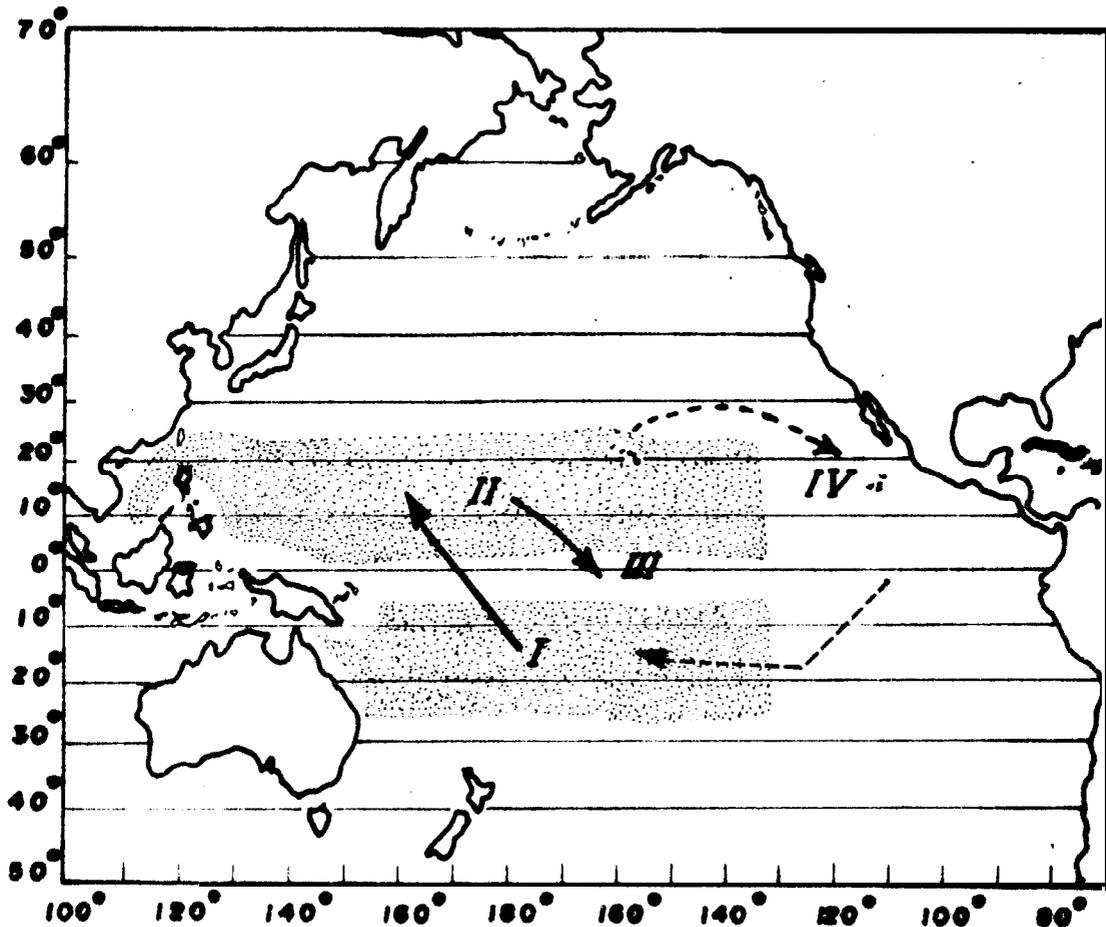


FIGURA 17.— PROBABLE PATRON DE MIGRACION DEL MARLIN AZUL DEL PACIFICO, DE ACUERDO A VALORES DE CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO. LAS AREAS PUNTEADAS I Y II, REPRESENTAN LAS ZONAS DE MAYOR CONCENTRACION Y LAS III, Y IV LAS DE MENOR CAPTURA. LAS FLECHAS CONTINUAS INDICAN EL MOVIMIENTO MIGRATORIO EN EL PACIFICO CENTRAL Y OCCIDENTAL, MIENTRAS QUE LAS FLECHAS PUNTEADAS REPRESENTAN LOS MOVIMIENTOS EN EL PACIFICO ORIENTAL (ZONA DE MENOR ABUNDANCIA).

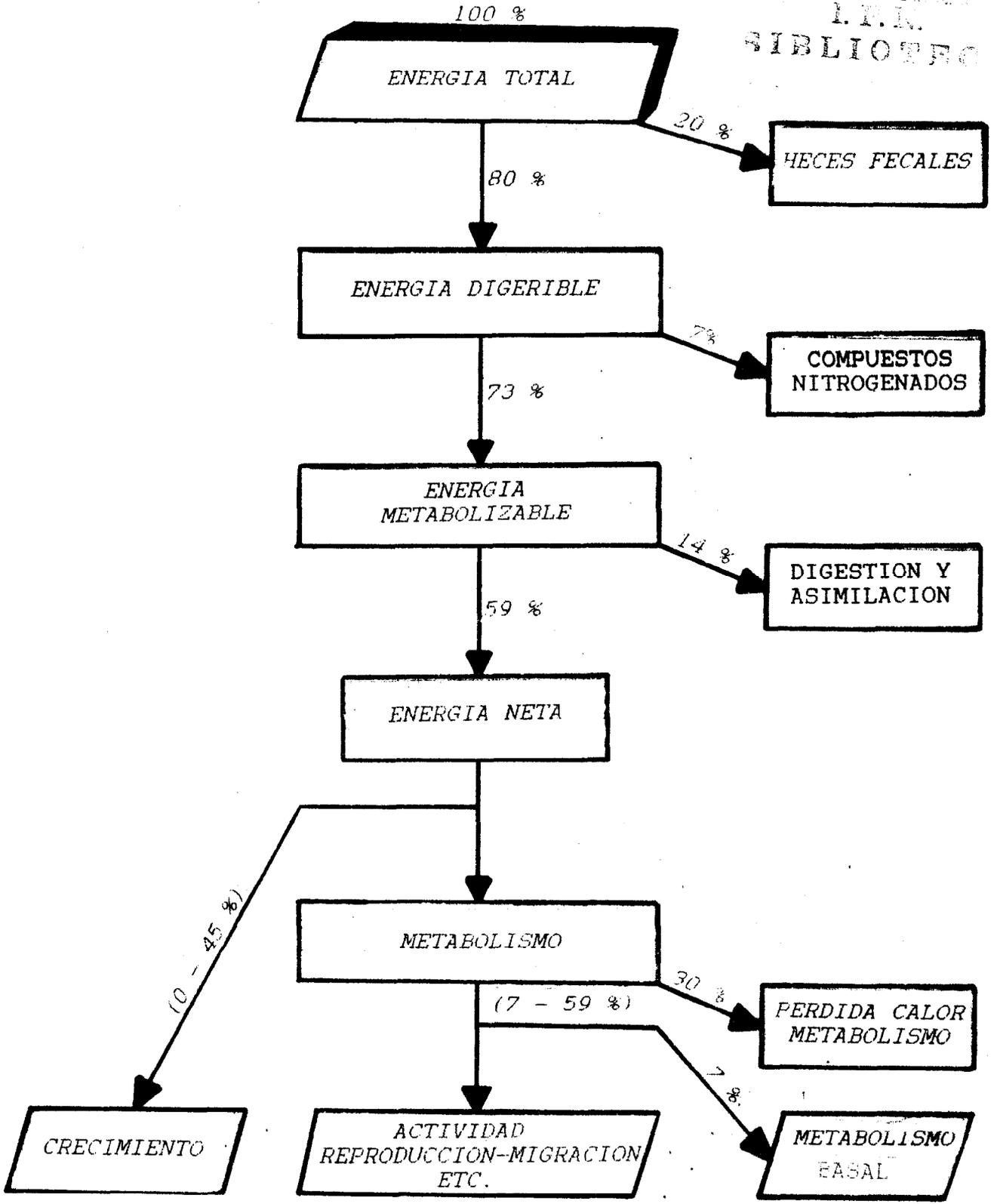


FIGURA 18.- DISTRIBUCION DE LA ENERGIA A PARTIR DE LA CAPTACION TOTAL VIA ALIMENTO EN LA DIETA DE UN PEZ DE HABITOS CARNIVOROS (TOMADA DE BRETT Y GROVES, 1979).