

An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín	22	77 - 96	Santa Marta-Colombia, 1993	ISSN 0120-3959
------------------------------------	----	---------	----------------------------	----------------

ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS DEL MACABI *ELOPS SAURUS* LINNAEUS (PISCES: ELOPIDAE) EN LA CIENAGA GRANDE DE SANTA MARTA Y COSTA ADYACENTE, CARIBE COLOMBIANO

Adriana Santos-Martínez y Santiago Arboleda.

RESUMEN

Se examinaron 1535 individuos de *Elops saurus* Linnaeus, 1766, capturados en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) y el mar adyacente, entre febrero de 1987 y enero de 1988, y entre mayo de 1990 y febrero de 1992. Se presentan los principales aspectos merísticos y morfométricos de la especie y la frecuencia de tallas. La relación longitud-peso fue $PT = 2.7399 \cdot 10^{-6} \cdot LT^{3.0931}$ y el promedio del factor K fue 4.74. Se determinó que el 96% de los individuos sexados se encontraban inmaduros e indiferenciados gonadalmente y que la proporción de hembras y machos fue de 1.5:1. La hembra madura de menor talla colectada tenía 520 mm de LT. Se concluyó que los juveniles habitan la CGSM y los adultos, el mar, lugar donde probablemente ocurre el desove a lo largo del año. Se estimó la fecundidad de 519400 huevos con una hembra de 950 mm LT. El análisis del contenido estomacal reveló que el alimento principal de la especie está constituido por peces engraulídidos y camarones penaeidos; se detectaron algunas diferencias en la dieta en relación con las épocas climáticas y las tallas. La captura permanente de juveniles en la CGSM debe ser controlada para proteger la población y evitar mayores desequilibrios en la pesca y el ecosistema.

ABSTRACT

A sample of 1535 individuals of *Elops saurus* Linnaeus, 1766, from Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) and the adjacent sea was examined between February 1987 to January 1988 and May 1990 to February 1992. The main meristic and morphometric aspects of the species, as well as the size frequency, are presented. The Length-Weight relationship obtained was $TW = 2.7399 \cdot 10^{-6} \cdot LT^{3.0931}$, and the average condition factor K was 4.74. It was determined that 96% of the sexed individuals were immature and sexually undifferentiated and that the female-male ratio was 1.5:1. The smallest mature females collected was 520 mm in TL. We conclude that juveniles live in the CGSM and the adults in the sea, where spawning probably takes place during the whole year. Fecundity was estimated in 519400 eggs for 950 mm TL female. Stomach contents analysis suggest that the main component of the diet are engraulidids fish and penaeids shrimp. Some differences were detected in the diet in relation with seasons and size. The permanent capture of juveniles in the CGSM must be controlled in order to protect the population and avoid further unbalance in the fisheries and the ecosystem.

INTRODUCCION

Elops saurus Linnaeus, 1766, perteneciente a la Familia Elopidae, se distribuye por zonas costeras, estuarinas, de manglar, coralinas e insulares, desde Cape Cod, Massachusetts hasta el sur del litoral del Brasil (Hildebrand, 1963; Whitehead y Vergara, 1978; Freitas y Conceição, 1987). En Colombia, ha sido registrada desde el golfo de Morrosquillo hasta la Guajira, así como en las Islas de San Andrés y Providencia (Fowler, 1953; Whitehead y Vergara, 1978; Garzón Ferreira, 1989).

Entre los estudios más completos realizados con *E. saurus* está el de Hildebrand (1963), quién presentó una descripción detallada de la especie. En otros trabajos se estudiaron algunos aspectos biológicos o ecológicos, tales como merística y morfometría, osteología, hábitos alimentarios, reproducción o hábitat, entre otros (Cervigón, 1966 y 1980; Austin y Austin, 1971; Odum y Heald, 1972; Sekavec, 1974; Jones et al., 1978; Whitehead y Vergara, 1978). Muchas de las investigaciones se han centrado a describir las larvas leptocéfalas y sus tres estados de desarrollo (Eldred y Lyons, 1966; Jones et al., 1978; Cervigón, 1980; Gómez, 1981; Thompson y Deegan, 1982; Fahay, 1983; entre otros).

En el Caribe colombiano no se han realizados trabajos específicos sobre *E. saurus*, pero se presenta información general a nivel biológico y/o ecológico en los trabajos de Dahl (1971), Garzón-Ferreira (1989) e INPA-CIID-UNIMAGDALENA (1991). En la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) este tipo de información fue presentada por Barrios (1981) y Santos-Martínez y Acero (1991); sobre las larvas y juveniles existe alguna información en los trabajos de Avila de Tabarés (1975), González (1984), Castaño (1990) y Lamprea (1990).

Elops saurus presenta una gran importancia como pez deportivo, especialmente en E.E.U.U. (Robins et al., 1986). En Cuba es empleado como pez de carnada (Guitart, 1974), pero es poco comercializado como alimento dada la gran cantidad de huesos intramusculares que posee (Hildebrand, 1963). No obstante, en la actualidad en diferentes países se consume fresco, congelado y salado (Cervigón y Fischer, 1979). En Colombia, y en especial en la CGSM en los últimos años su carne ha pasado a ocupar un renglón importante comercialmente y está siendo consumida en fresco y en forma de pastas (albóndigas), principalmente por los pobladores de la región. La carne del macabí es blanda, poco resistente para ser procesada y susceptible a daños por procesos de descongelación, pero sin embargo podría ser empleada en la elaboración de salchichas (INPA-CIID-UNIMAGDALENA, 1991).

El Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betín "José Benito Vives de Andreis" INVEMAR viene adelantando investigaciones en la CGSM, con miras a entender el funcionamiento de este importante ecosistema y de aportar las pautas necesarias para el control y manejo de sus recursos. Dentro de este programa se han realizado seguimientos a las especies ícticas que están siendo explotadas, como es el caso del macabí. El presente trabajo complementa y amplía la información de la especie en lo relacionado con la descripción, merística y morfometría, frecuencia

de tallas, relación longitud-peso, factor de condición K, reproducción, hábitos alimentarios, distribución y pesquerías.

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende la CGSM y la zona marina costera adyacente (Fig. 1). La CGSM está situada en la costa Caribe colombiana al noreste del Departamento del Magdalena, dentro del plano deltaico del Río Magdalena ($10^{\circ}45' - 11^{\circ}00' N$ y $74^{\circ} 15' - 74^{\circ} 30' W$) (IGAC, 1973). Constituye la laguna costera más grande (450 km^2) e importante de Colombia (CETIH, 1978). Al norte se encuentra separada del mar Caribe por una barra de arena que forma la "Isla de Salamanca", en cuyo extremo oriental existe una abertura denominada "Boca de la Barra" (ancho aprox. 100 m, profundidad máx. 10 m). Actualmente recibe aportes de agua dulce de los ríos provenientes de la Sierra Nevada de Santa Marta, como Frío, Sevilla, Aracataca y Fundación. Hacia el oeste está ubicado el Río Magdalena, que se une con un complejo de canales y ciénagas llamados Pajarales, los cuales a su vez se comunican con la Ciénaga por los caños Grande y Clarín (Fig. 1). Las características ambientales de este ecosistema, son propias de una laguna costera con

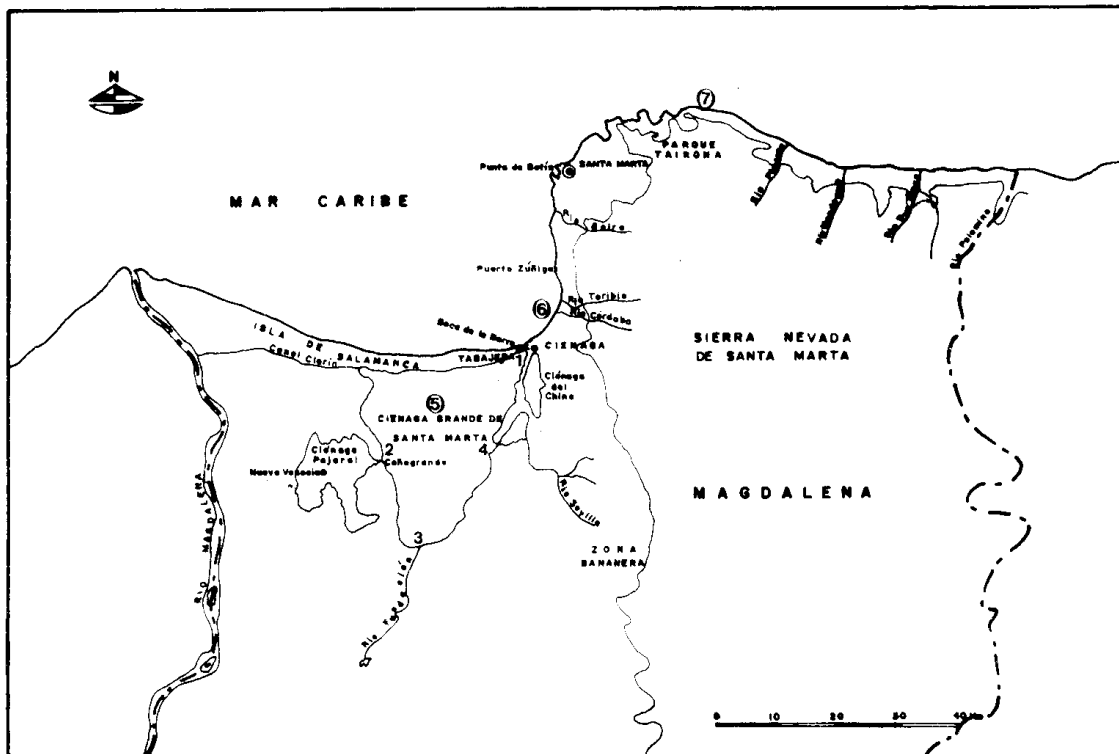


Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo; en círculos se muestran las estaciones que representan áreas grandes.

caracter de estuario y están ampliamente descritas en Botero (1988). Siete poblaciones de pescadores, aproximadamente 150000 personas (DANE 1986 en Botero, 1988) viven alrededor de la CGSM y derivan casi todo su sustento de sus recursos.

En la región se presentan anualmente dos períodos climáticos secos (mayor: diciembre-abril y menor: julio-agosto) y dos lluviosos (mayor: septiembre-noviembre y menor: mayo-junio) (IGAC, 1973). Durante el año de muestreo en la CGSM se presentaron los períodos climáticos, los cuales se pueden ver reflejados con base en el promedio mensual de algunos parámetros físico-químicos, de las cuatro primeras estaciones. El promedio anual de salinidad fue 19.30/oo y los valores extremos fueron 34.6 (La Barra) y 1.70/oo (Río Fundación). En la figura 2 se puede observar, cómo en los primeros meses se refleja el período seco, al incrementarse los valores de salinidad (época de alta salinidad), y como los valores disminuyen principalmente entre los meses de septiembre y noviembre, durante el período lluvioso (época de baja salinidad). La temperatura en la CGSM fue alta, con promedio anual de 30.9°C. La columna de agua mantuvo su nivel a lo largo del año, con un promedio de 142 cm y en general la transparencia fue baja, no sobrepasó el 50% de la profundidad (promedio anual 57 cm). La Ciénaga generalmente presenta una alta turbidez dada por la gran cantidad de materia en suspensión.

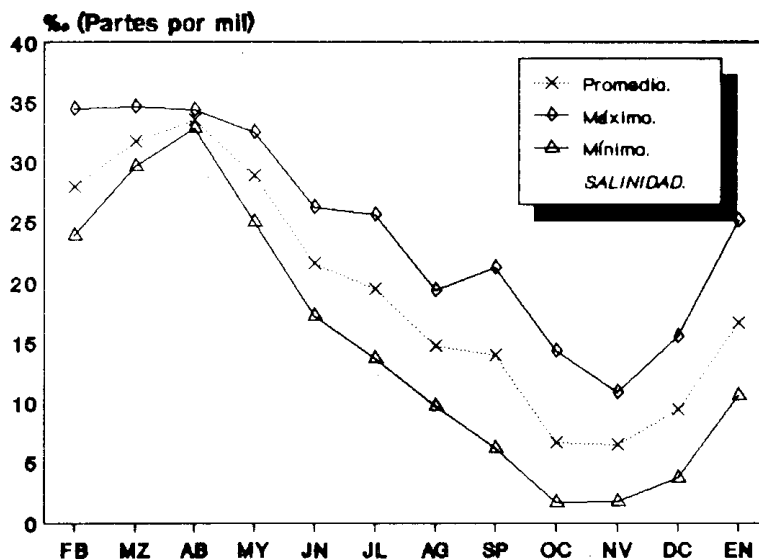


Figura 2. Promedio mensual y valores máximos y mínimos de salinidad; datos tomados durante el año de muestreo en las cuatro primeras estaciones de la CGSM.

En el área marina (Figura 1), denominada aquí estación 6, se han registrado salinidades anuales promedio de 31.60/oo y temperaturas promedio, en la superficie del agua, de 30.4°C (González, 1984). Gran parte de la estación 7 (área marina) puede considerarse como un solo sector, dada sus características fisiográficas y ecológicas particulares (Díaz, 1991). Según registros de varios años, en el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) en la época seca mayor la temperatura fluctuó

entre 22 - 25°C y la salinidad fue mayor de 36.50/00, mientras que para la época lluviosa mayor los rangos fluctuaron entre 28 - 30°C y 35- 360/00 (Bula-Meyer, 1990).

La zona costera está influenciada por las descargas de la Ciénaga a través de la Boca de La Barra y por los ríos Córdoba y Toribio (estación 6, Fig. 1), Gaira, Manzanares, Piedras, Mendegua, Buritaca, Don Diego y Palomino (estación 7) principalmente en las épocas de lluvia. En la zona marina frente a Tasajera y Puerto Zúñiga, el litóral es arenoso en los primeros metros de profundidad y después contiene un sedimento más fino, con pendiente suave (González, 1984). La zona marina entre Puerto Zúñiga y el Río Palomino presenta una plataforma estrecha, con pendiente abrupta, un litoral principalmente rocoso y una serie de bahías y ensenadas (PNNT) que contienen arrecifes coralinos (Díaz, 1990). Al igual que en la CGSM, en la zona costera se han desarrollado recientes estudios que describen aspectos climáticos, geomorfológicos, sedimentológicos, hidrodinámicos y biológicos, con especial énfasis en la composición estructural de las unidades ecológicas a nivel pelágico y bentónico (Blanco, 1988; Díaz, 1990; CORPES, 1991; INPA-CIID-UNIMAGDALENA, 1991).

MATERIALES Y METODOS

Las estaciones de muestreo fueron seleccionadas de acuerdo con la ubicación de los pescadores (atarrayeros en la CGSM y chinchorreros en el mar). La denominación de las estaciones fue: 1= La Barra, 2= Caño Grande, 3= Río Fundación, 4= Río Sevilla, 5= CGSM (dentro de la Ciénaga, en diferentes áreas), 6= mar 1 (entre Tasajera y Puerto Zúñiga), 7= mar 2 (entre la costa de Puerto Zúñiga y la Jorará, cerca del río Palomino).

En la CGSM se realizaron 53 muestreos entre los meses de febrero de 1987 y enero de 1988, empleando atarrayas (ojos de malla de 4 y 5 cm y diámetro aprox. de 6 m) en las horas del día y trasmallo (ojos de 5, 10 y 15 cm y longitud de 30 m) en la noche. Paralelamente se realizaron colectas de las capturas de los pescadores, quienes emplean los artes y métodos de pesca tradicionales, descritos en Santos-Martínez (1989). Durante este mismo tiempo se colectaron algunos pocos ejemplares que provenían de la costa adyacente a la Ciénaga, capturados principalmente con chinchorros playeros por los pescadores del mar (ver métodos y artes en INPA-CIID-UNIMAGDALENA, 1991). Adicionalmente fueron revisados los ejemplares de la colección del INVEMAR.

Entre mayo de 1990 y febrero de 1992 la muestras fueron tomadas en las estaciones del mar (básicamente en los puertos de pesca), por el grupo de investigadores del Proyecto Integral de Investigaciones y Desarrollo de la Pesca Artesanal Marítima en el área de Santa Marta, INPA-CIID-UNIMAGDALENA (1991). Las capturas diurnas se obtuvieron con chinchorros (generalmente de 10 m de manga por 6 m de alto y con ojos de 4-10 cm aprox.) y en algunos casos con anzuelos. Se

realizaron jornadas de pesca nocturna con transmallo (de 260 m de longitud, con ojos de malla entre 7-8 cm aprox.).

Las muestras de peces obtenidas durante el período de 1987-1988 fueron analizadas en los laboratorios del INVEMAR, siguiendo las instrucciones dadas por Allen y Fischer (1978) y Randall (1983). Los datos merísticos tomados fueron: número de radios (Rad) en la aleta dorsal (A. Dor), pectoral (A. pec), pélvica (A. pel), anal (A. ana); branquiespinas (Bra) rama superior (R. sup) e inferior (R. inf); escamas en la línea lateral (Esc. LL). Los datos morfométricos fueron: longitud total (LT), horquilla (LH) y estándar (LS) en milímetros; las medidas que a continuación se listan, se expresaron como porcentajes de la LS: longitud de la cabeza (LCA), diámetro de ojo (DOJ), cintura (CIN), ancho (ANC) y alto (ALC) del cuerpo. La medida de ANC fue la distancia máxima comprendida entre el lado central derecho del cuerpo y el izquierdo, pasando el calibrador por el dorso del pez. La medida de la CIN, fue tomada con cinta métrica, como el máximo perímetro del cuerpo del pez en sentido dorsoventral. Además se tomó el peso total de cada individuo (PT) y el peso eviscerado (PE) en gramos.

Con los datos merísticos y morfométricos y con los de peso se obtuvieron los valores de frecuencia, tendencia central y dispersión, tales como: máximo (MAX), mínimo (MIN), promedio (PRO), mediana (MED), moda (MOD) y desviación estándar (DES. E.), sugeridas por Ostle (1981) como necesarias para un análisis general y descripción de los datos.

La relación longitud-peso, se determinó con la ecuación $PT = a.LT^b$ (Bagenal y Tesch, 1978), en donde a y b son constantes que se obtuvieron al desarrollar la ecuación por el método de mínimos cuadrados. El factor de condición (K) o coeficiente de variación de Fulton, se calculó con la fórmula presentada por Sekavec (1974), $K = PT (10^6) / LT^3$.

A la mayoría de los ejemplares se les practicó un corte longitudinal, desde el ano hasta la zona gular, con el fin de observar la cantidad de grasa en sus vísceras y clasificarlos de acuerdo con la escala de engrasamiento propuesta por Lozano-Cabo (1983), modificada así: sin grasa= 1; poca grasa= 2; más grasa= 3; mucha grasa= 4. A partir de la observación macroscópica y cualitativa de las gónadas se determinó el sexo (Indiferenciado= i; macho= M; hembra= H; no se observó= N) y el estado gonadal (inmaduro= 1; virgen en maduración= 2; madurando= 3; maduro= 4; desovado= 5), de acuerdo con los criterios de Holden y Raitt (1975). Para la determinación de la fecundidad (F), las gónadas fueron preservadas en fluido de Gilson y se siguió el método volumétrico recomendado por Bagenal y Braum (1978), empleando una pipeta Stampffel aforada en 5 ml.

Para el análisis del contenido estomacal se siguieron las pautas que presentan Windell y Bowen (1978) y Hyslop (1980). A los ejemplares más frescos se les extrajo el tracto digestivo en el campo y se fijó en formol al 5%. En el laboratorio los estómagos se pasaron a una solución de alcohol al 70%, para posteriormente separar los diferentes ítems del contenido, hacer su identificación (hasta donde fue posible, bajo una estereolupa y/o un microscopio), contar los individuos y pesarlos

(con balanza eléctrica). Posteriormente se determinaron los porcentajes número (Nr), de frecuencia de ocurrencia (Fr) y gravimétrico (Gr), así como el índice de importancia relativa de Pinkas (IRI) (en Yáñez-Arancibia et al., 1985) y el índice modificado por Yáñez-Arancibia et al. (1985) (IIR) así:

$$IRI = Fr (Nr + Gr); IIR = Fr * Gr / 100$$

Los datos físico-químicos que se tuvieron en cuenta para determinar las épocas climáticas, fueron tomados del trabajo de Santos-Martínez (1989).

RESULTADOS Y DISCUSION

Descripción: Aspectos Merísticos y Morfométricos

Los caracteres merísticos cuantificados (Tabla 1) coinciden en gran parte con lo registrado en la literatura, (Hildebrand, 1963; Cervigón, 1966). No obstante, Cervigón (1991) registró entre 24-26 radios en A. Dor en 21 individuos. Hildebrand (1963) y Jones et al. (1978) registran los radios de la A. Pec, entre 16-17 y 17-18 respectivamente; sin embargo, en cuatro ejemplares de la CGSM se contaron sólo 15 radios. Estos últimos autores registraron entre 14-17 radios en A. Pel, lo que difiere en parte con los conteos obtenidos de 12 y 13 radios (18 ejemplares). Así mismo, conteos de 13 radios en la A. Ana no se han reportado, siendo los más frecuentes entre 14-17 (Hildebrand, 1963; Guitart, 1974; Figueiredo y Menezes, 1978; Cervigón, 1991). Existe una tendencia en los ejemplares de la CGSM a presentar menos elementos en las aletas. El número de escamas también fue inferior a los rangos más frecuentemente registrados (100 ó 103-120) (Hildebrand, 1963; Robins et al., 1986 y Cervigón, 1991). Las mediciones morfométricas (Tabla 2) de LCA, DOJ, ANC y ALC oscilaron en rangos más amplios de los registrados por Hildebrand (1963) y Cervigón (1991).

Frecuencia de Tallas, Relación Longitud-Peso y Factor K

Durante los dos períodos de muestreo se examinó un total de 1535 individuos, con rangos que incluyeron desde larvas leptocéfalas de 19.8 mm capturadas en la CGSM hasta una hembra capturada en el mar de 950 mm LT.

De acuerdo con las frecuencias de tallas obtenidas con 1017 individuos (Figs. 3a y 3b), se puede observar claramente el gran porcentaje de individuos (74.9%) con longitudes entre 274.3 y 377.8 mm de las clases de frecuencia dos y tres, y para la primera clase en peso (82.7%), con rango entre 50.5 y 251 g. En las siguientes clases en longitud y peso, las frecuencias no fueron mayores a 41 individuos (menos del 4%); lo que refleja que las tallas de los individuos muestreados no estuvieron normalmente distribuidas, pese a emplear diferentes artes y métodos de pesca. Además esa gran mayoría correspondió a individuos sexualmente inmaduros (juveniles), que hoy en día se capturan principalmente en la CGSM con fines comerciales; a partir de la clase de longitud seis, todos los individuos provenían de capturas en el mar y en su gran mayoría se trataba de adultos.

Tabla 1. Frecuencia y estadística descriptiva de los caracteres merísticos de *Elops saurus*, colectados en la CGSM y el mar adyacente, entre febrero de 1987 y enero de 1988. Número de individuos=n, conteo de caracteres=N.

Caracteres Merísticos	Total n	Frecuencia N								Estadística		
		PRO.	DES.	E								
Rad. A. Dor.	55	21	22	23	24	25	26				23.3	1.268
		2	17	12	15	6	3					
Rad. A. Pec.	55	15	16	17	18						16.8	0.285
		4	13	28	10							
Rad. A. Pel.	55	12	13	14	15	16					13.8	0.779
		1	17	27	9	1						
Rad. A. Ana.	54	13	14	15	16	17	18				14.8	1.105
		5	18	19	8	3	1					
Bra. R. Sup.	53	7	8	9							7.75	0.515
		15	36	2								
Bra. R. Inf.	53	12	13	14	15						13.4	0.722
		5	21	25	2							
Esc. En. LL	53	98	99	100	101	102	103	104	105	103.6	3.391	
		2	1	2	2	2	2	5	5			
		106	107	108	109	110	112	114				
		2	2	3	1	1	2	1				

Tabla 2. Estadística descriptiva de los datos morfométricos, peso y Factor K, de *Elops saurus*. Peces colectados en la CGSM y mar adyacente, entre los dos periodos de muestreo. Número de individuos=n. El resto de las abreviaturas están definidas en el texto.

Datos Morfométricos	n	Estadística					
		MIN.	MAX.	PRO.	MED.	MOD.	DES. E.
PT	1017	50.6	3675	328	155.7	1600	505.3
PE	795	48.2	2754	175.4	146.9	160	203
LT	1017	223	844	359.8	323	290	122.2
LH	41	118.1	717	295	255	230	136.2
LS	379	176	525	250.6	248	250	33.89
LCA	74	22.59	30.24	25.77	25.99	25.6	1.52
DOJ	74	4.3	7.3	6.06	6.2	6.4	0.59
CIN	70	4.7	56.1	46.04	46.4	46.1	5.69
ANC	134	7.7	13.8	10.61	10.7	10.7	0.788
ALC	130	14.8	20.9	17.71	17.8	16.9	0.946
K	1017	3.17	6.92	4.74	4.69	4.64	0.383

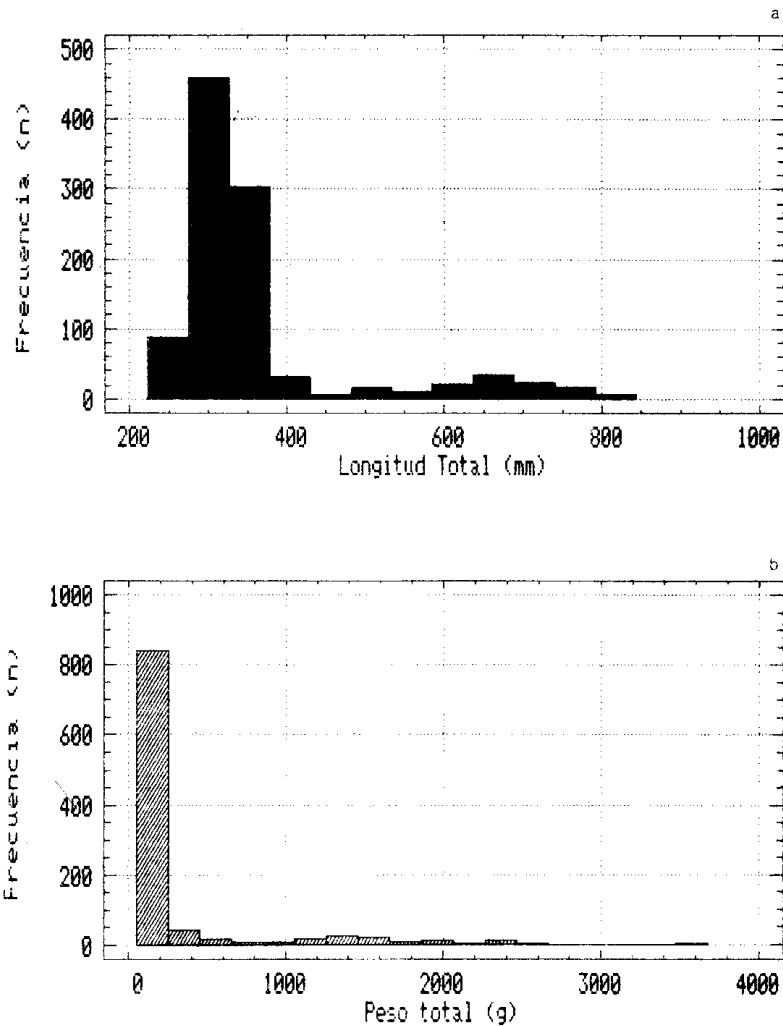


Figura 3. Distribución de frecuencias en los ejemplares de *Elops saurus*, colectados en la CGSM y mar adyacentes en los dos periodos de muestreos. a) Frecuencia por longitud total en milímetros. b) Frecuencia por peso total en gramos.

La relación longitud-peso se obtuvo a partir de 1017 individuos, con rangos entre 223 a 844 mm LT (Tabla 2). En la Fig. 4 se representa la regresión exponencial, las constantes obtenidas fueron:

$$PT = 2.7399 \cdot 10^{-6} \cdot LT^{3.0931}$$

El coeficiente de correlación fue alto (0.996) y con un r^2 de 99.21% de confiabilidad. Los resultados de b mayores de 3, reflejan que la especie presenta un crecimiento alométrico, donde el aumento en peso es ligeramente mayor al de la longitud, sin embargo, el crecimiento de las especies presenta variaciones dependiendo del sexo, época de madurez y las condiciones ambientales, por lo que los resultados de la regresión pueden variar (Bagenal y Tesch, 1978).

En el trabajo de Sekavec (1974) la relación obtenida, con individuos de tallas inferiores a las de este trabajo (45 a 201 mm LH), igualmente muestra un cre-

cimiento alométrico ($b=3.1123$); las dos relaciones fueron obtenidas en su mayoría con juveniles, por lo que podría esperarse un tipo de crecimiento similar. No obstante, el promedio de factor K, para todos los individuos de esta investigación fue 4.74 (Tabla 2), valor que difiere en casi el doble al obtenido con los ejemplares que habitan en el estuario de Louisiana (Sekavec, 1974).

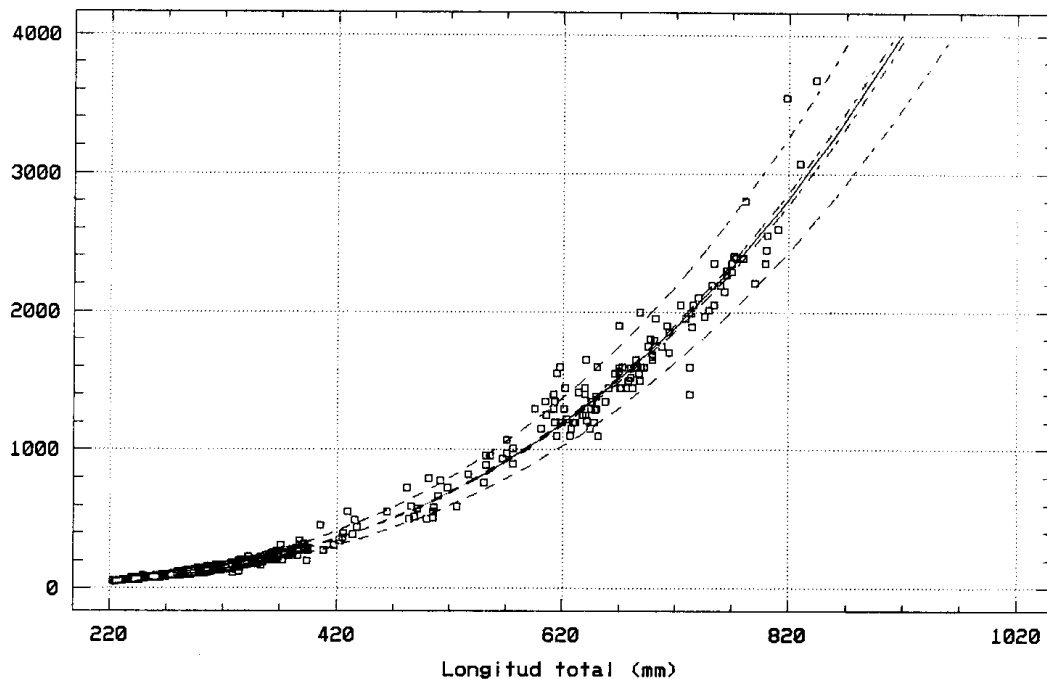


Figura 4. Relación longitud-peso de *Elops saurus* en la CGSM y mar adyacente $PT=2.7399 \cdot 10^{-6} \cdot LT^{3.0931}$, con $n=1017$, $r^2=99.21\%$, coeficiente de variación 0.996 y error estándar 0.07.

El promedio de K en el primer período de muestreo (1987-1988), obtenido con juveniles de la CGSM, fue 4.68 y en el segundo período (1990-1992), con mayor abundancia de adultos del mar, fue ligeramente mayor (5.04), con un máximo de 6.91. En la Fig. 5, se presenta el promedio de K mensual para el primer período, tiempo en que igualmente se determinó la cantidad de grasa visceral; obsérvese como en el mes de abril (época climática seca mayor), K bajó y fue en este mes donde se encontró el mayor número de individuos sin y con poca grasa y en los siguientes meses (época lluviosa mayor), K aumentó ligeramente, así como el número de individuos con más y mucha grasa. No obstante, no es muy claro el patrón de K que se puede observar mes a mes.

Un comportamiento un poco similar al descrito anteriormente se presenta en la Fig. 6, pero con relación a la cantidad de estómagos llenos y vacíos. Los resulta-

dos de K están generalmente influenciados por las condiciones ambientales en que se encuentre la población, por la cantidad y la calidad de alimento disponible en el medio y por los cambios fisiológicos propios de la especie (Nikolsky, 1978).

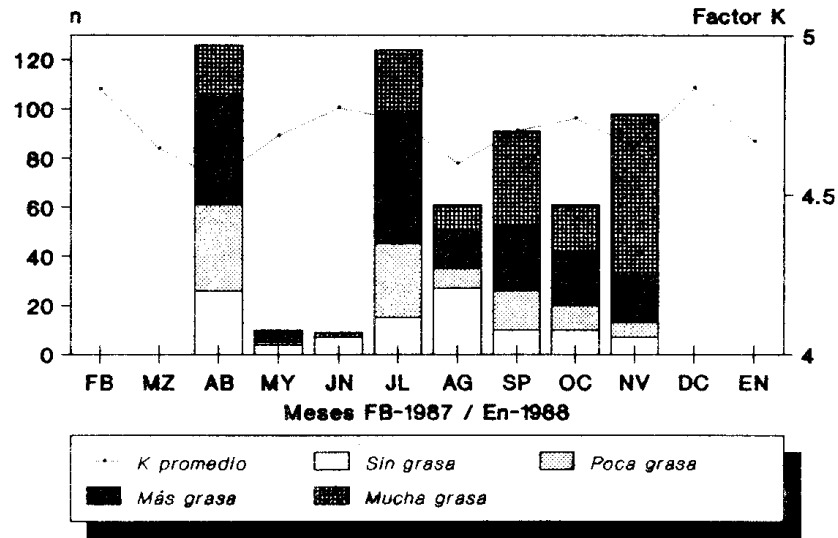


Figura 5. Promedio mensual del factor K de *Elops saurus* y abundancia mensual de contenido de grasa visceral.

Aspectos Reproductivos: Sexo - Estado Gonadal y Fecundidad

Para la determinación del sexo y el estado gonadal se observaron las gónadas de 1004 individuos, de los cuales el 96% se encontraba indiferenciado e inmaduro gonadalmente. Con el 4% restante discriminado por sexo y estado, se obtuvo la proporción de hembras: machos de 1.5:1. La diferenciación gonadal se inició a los 371 mm LT (macho, capturado en la estación 7) y la hembra madura de menor talla tenía 520 mm LT y fué colectada en febrero de 1992, estación 7. Los rangos de tallas obtenidos por estado gonadal para ambos sexos fueron: H y M 1= 371-613 mm LT; H2= 606; H y M 3= 601-833 mm LT; H y M 4= 520-950 mm LT; H y M 5= 621-790 mm LT. Se detectó que existen grandes diferencias de talla entre los individuos de cada estado de madurez, que podrían corresponder a individuos de diferentes cohortes de edad.

Los especímenes maduros se colectaron en los meses de abril y octubre de 1987 y febrero (estación 6), agosto y octubre (estación 7) de 1991. Los individuos desovados fueron más frecuentes en la estación 7 y se colectaron en los meses de agosto de 1987, marzo, junio, agosto y octubre (estación 7) de 1991. Estos resultados representan muy probablemente desoves parciales o prolongados, a lo largo del año en el mar, propios de las especies tropicales; Hildebrand (1963) presentó un patrón reproductivo similar, el cual ha sido corroborado por diferentes autores al detectar la presencia de larvas leptocéfalas a lo largo de varios meses al año, en su

mayoría en zonas estuarinas (Eldred y Lyons, 1966; Govoni y Marriner, 1978; Gómez, 1981; Thompson y Deegan, 1982).

Así mismo, en la CGSM se colectaron larvas en junio y agosto de 1987 en la estación de Caño Grande. Castaño (1990) colectó leptocéfalos en el Complejo de Pajarales (zona conectada con la CGSM ver Fig. 1) en los meses de abril, junio y agosto de 1989; Cataño (1991) detectó la presencia de larvas en casi todos los meses del año (excepto en junio y agosto de 1990) y en la mayoría de los casos junto con las larvas del *Tarpon atlanticus*.

El conteo de huevos sólo fue posible con una hembra en estado de madurez IV, para obtener un dato aproximado de la fecundidad. El promedio de F fue 519400 huevos, lo que representa una alta fecundidad, y más si se tiene en cuenta que el conteo se realizó con una hembra de 950 mm LT, cuya longitud representa un registro cercano al máximo registrado por Whitehead y Vergara (1978), para la especie.

Aspectos Tróficos: Hábitos Alimentarios

El análisis del contenido estomacal se realizó con 832 individuos, entre longitudes de 223 y 830 mm LT. El 46% de los estómagos se encontraron vacíos y la mayor frecuencia de estos se registró para los primeros meses del año (época seca) (Fig. 6). En otros trabajos la porción de estómagos vacíos estuvo cercana a los 22 y 68% (Sekavec, 1974; Odum y Heald, 1972) y fue atribuida a la posibilidad de que el macabí se alimente en las horas de la noche y no al hecho de regurgitar el alimento en el momento de la captura.

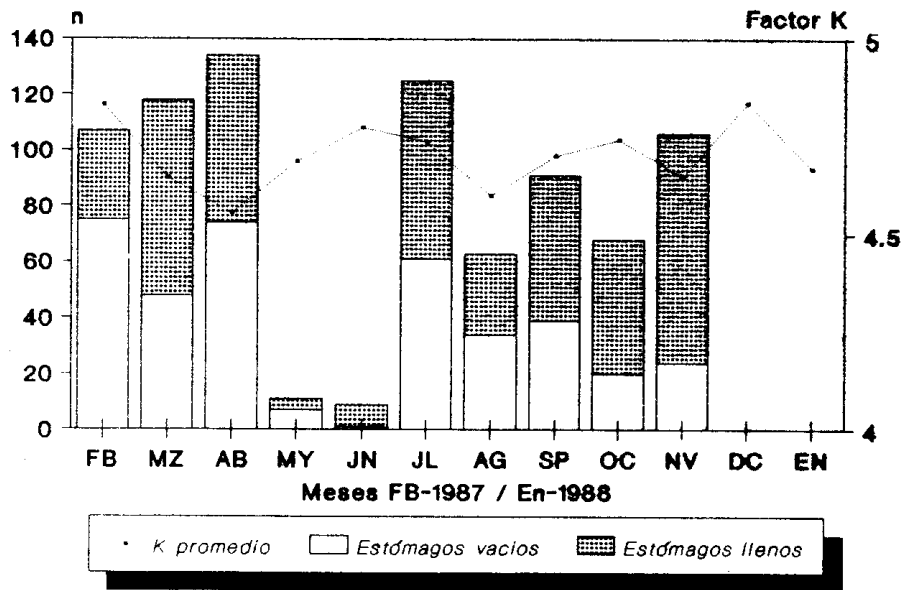


Figura 6. Promedio mensual del factor K del *Elops saurus* y abundancia mensual de estómagos vacíos y llenos.

De acuerdo con los distintos análisis del contenido estomacal, se determinó que *E. saurus* es una especie consumidora de tercer orden, carnívora y cuya dieta está basada principalmente en peces y camarones. Esta información es igual a la citada para otras poblaciones de la especie (Cervigón, 1966 y 1980; Austin y Austin, 1971; Odum y Heald, 1972; Sekavec, 1974; Whitehead y Vergara, 1978).

Las 15 categorías o grupos tróficos que fueron identificados se listan en la Fig. 9, el total de individuos contados fue de 719, sin incluir los insectos. Algunos individuos fueron identificados a nivel de género y especie y otros sólo se logró llegar hasta familia. PECES: Engraulididae (*Anchoa parva*, *Anchoa spp.*, *Anchovia clupeioides*); Ariidae (*Cathorops spixi*); Mugilidae (*Mugil incilis*, *Mugil sp.*); Sciaenidae (*Micropogonias sp.*); Gerreidae (*Diapterus rhombeus*); Carangidae (*Oligoplites sp.*); Poeciliidae (*Poecilia sp.*). CAMARONES: Penaeidae (*Penaeus aztecus*, *P schmitti*, cf. *Xiphopenaeus kroyeri*). JAIBAS: Portunidae (*Callinectes sp.*). INSECTOS: Insecta (Coleoptera, Hemiptera, Diptera).

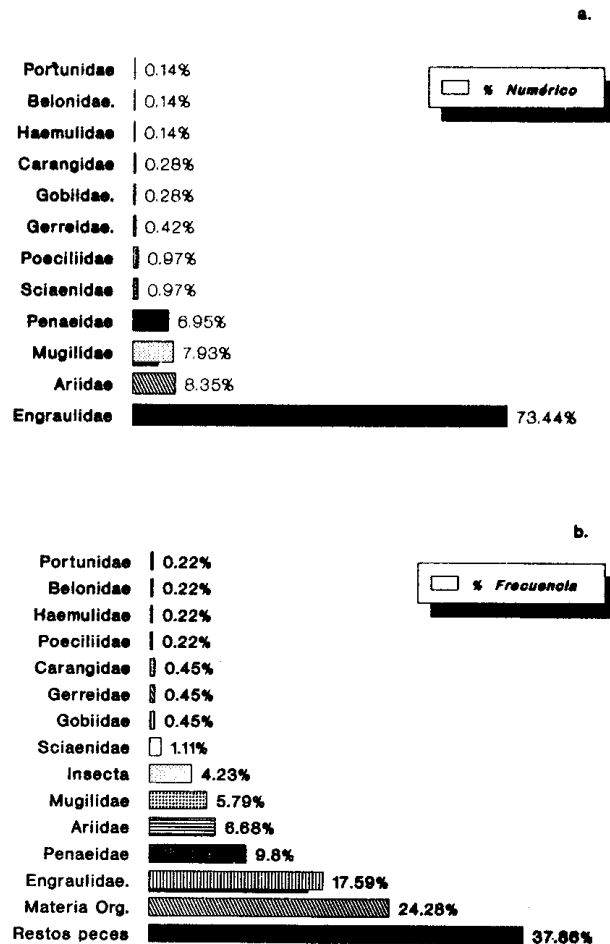


Figura 7. Resultados del análisis del contenido estomacal de *Elops saurus* en porcentajes de: a) Número; b) Frecuencia.

Numéricamente el mayor porcentaje correspondió a los engraulidos (73.4%), seguido de los ariidos (8.4%), mugílidos y penaeideos (Fig. 7a). Estos resultados en gran parte coinciden con la abundancia anual de peces encontrada por Santos-Martínez (1989), para el mismo año de investigación. El porcentaje de frecuencia (Fr) (Fig. 7b) fue mayor para las categorías restos de peces (37.7%) y materia orgánica no identificada (Mo) (24.3%), lo cual puede estar relacionado con hábitos de alimentación nocturnos, ya que todos los individuos fueron colectados en las horas del día y su contenido estomacal se encontraba parcialmente digerido. De acuerdo con el porcentaje en peso (Gr), los engraulidos encabezan la lista con un 35.4%, seguidos de restos de peces con 22.6%, penaeideos con 9.7%, Mo con 7.5%, mugílidos con 7.1% y ariidos con 5.8%. El resto de items ocupó un porcentaje inferior al 3% (Fig. 8).

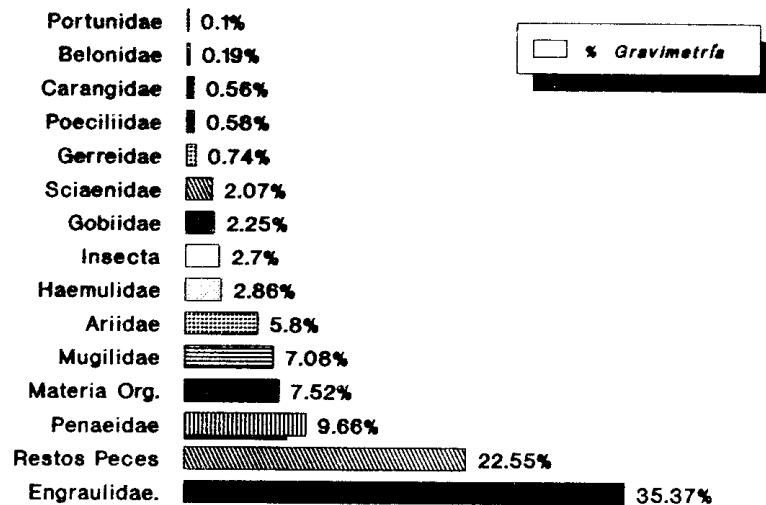


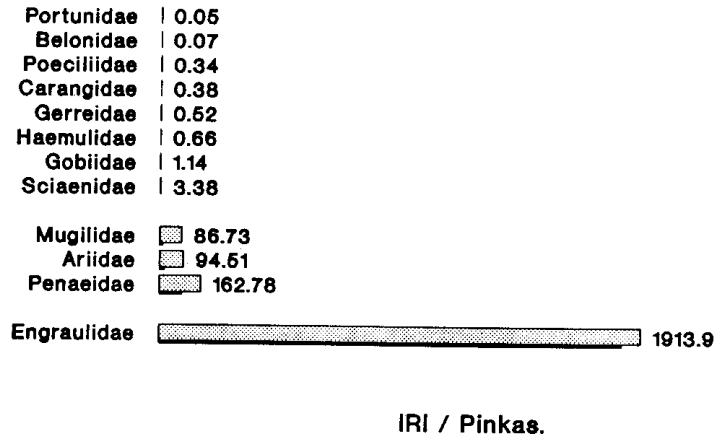
Figura 8. Resultados del análisis del contenido estomacal del *Elops saurus*, porcentaje de gravimetría.

Al integrar los tres porcentajes en el IRI/Pinkas, se concluye que los principales items alimentarios en la dieta de *E. saurus* son, en su orden, engraulidos, penaeideos, ariidos y mugílidos (Fig. 9a). En la Fig. 9b se presenta el diagrama del espectro trófico, obtenido a partir del IIR/Yáñez. El primer cuadrante (ABCD), está ocupado por los items denominados ocasionales, con Fr y Gr inferior al 20% (Figs. 7a y 7b). Dentro de ese cuadrante se encuentran gran parte de los grupos tróficos identificados (Fig. 9b), lo que refleja la gran variedad de items consumidos por la especie. En el segundo cuadrante (DEFG) se ubican los grupos secundarios, representados por restos de peces, engraulidos y Mo (Fig. 9b); en el tercer cuadrante no se ubicó ningún grupo trófico, en gran parte por que los contenidos se encontraron con frecuencia parcialmente llenos y en proceso avanzado de degradación.

Se halló que existen diferencias en el espectro trófico en las dos épocas climáticas (Figs. 10a y 10b), determinadas por las variaciones en cantidad y clase de

ítems. En la época de alta salinidad se revisaron 379 estómagos, de los cuales el 45.9% contenía alimento perteneciente a nueve categorías tróficas. Los ítems con mayor índice IRI fueron restos de peces, penaeidos y mugílidos (grupos secundarios) y el resto incluyendo los engraulididos fueron ítems ocasionales (Fig. 10a). Sin embargo, numéricamente es esta época el porcentaje fue de 71.8% para engraulididos, seguido del 14.6% para mugílidos (ítem exclusivo de esta época) y del 8% para penaeidos.

a.



b.

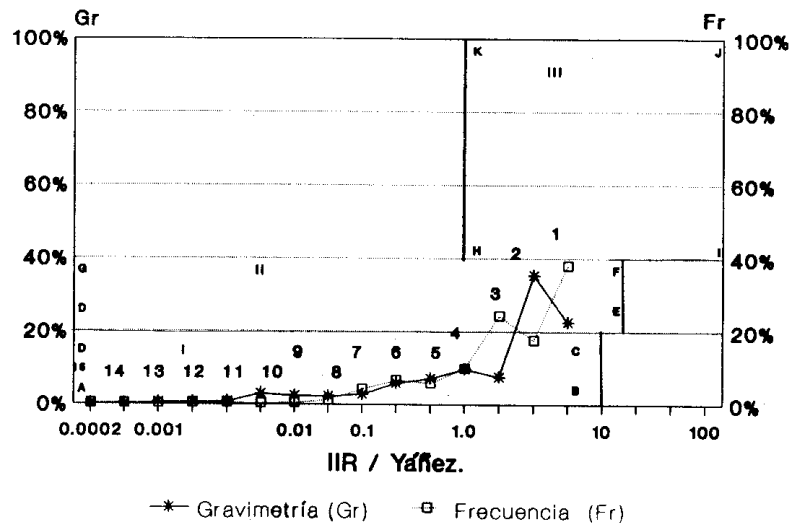


Figura 9. Índices de importancia relativa de los alimentos consumidos por *Elops saurus*. a) IRI/Pinkas. b) IIR/Yáñez. Categorías tróficas: Restos de peces=1, Engraulididos=2; Materia orgánica=3, Penaeidae=4, Mugilidae=5, Ariidae=6, Insecta=7, Sciaenidae=8, Gobiidae=9, Haemulidae=10, Gerreidae=11, Carangidae=12, Poeciliidae=13, Belonidae=14 y Portunidae= 15.

En la época lluviosa o de baja salinidad se revisaron 453 estómagos, de los cuales el 60.7% contenían alimento, pertenecientes a 13 categorías tróficas; en la Fig. 10b se representa el diagrama trófico. En el cuadrante III (HIJK) se ubicaron los engraulididos, seguidos en el cuadrante II por restos de peces y Mo; la presencia de insectos sólo se registró en esta época, así como los ariidos presentaron mayor porcentaje Fr y Gr. En esta época los engraulididos también presentan un gran porcentaje Nr (75.4%); el Nr de los ariidos alcanzó un 16.1% y en penaeidos solo llegó al 5%.

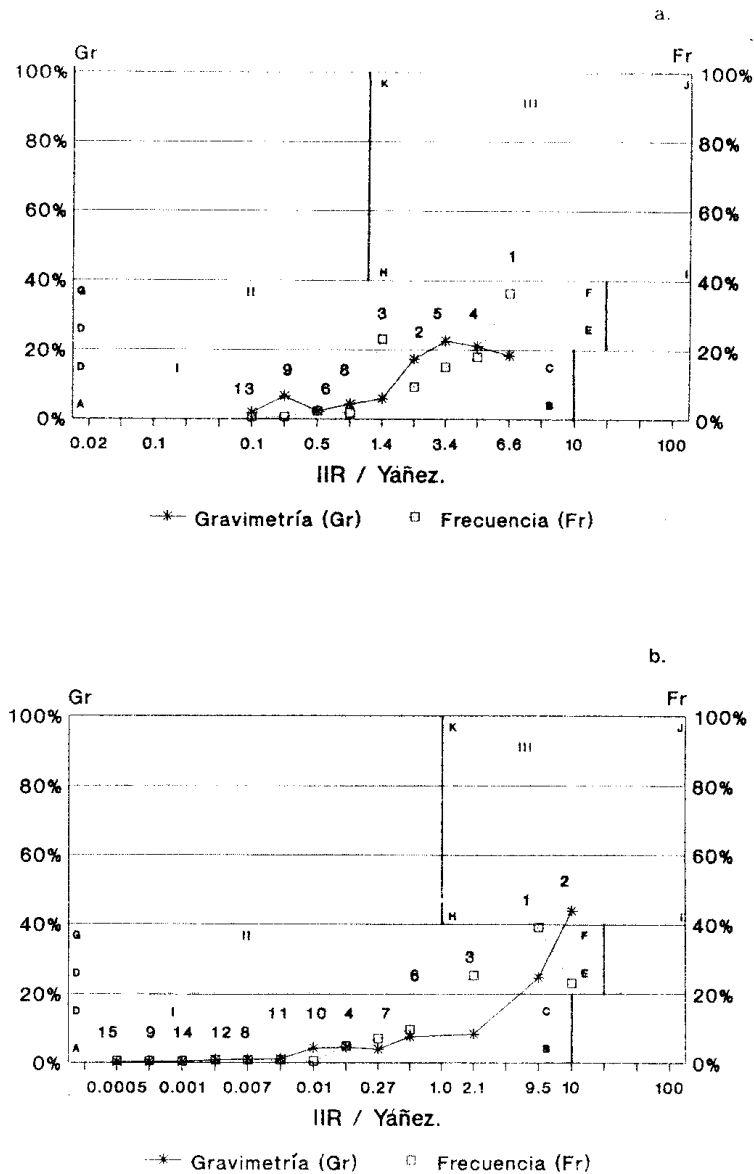


Figura 10. Índice de importancia relativa de los alimentos consumidos por *Elops saurus*. Resultados por épocas climáticas. a) IIR/Yañez, para la época seca (febrero a junio de 1987). b) IIR/Yañez, para la época lluviosa (julio a noviembre de 1987). Ver códigos de las categorías tróficas en la fig. 9.

Santos-Martínez (1989) encontró en la CGSM una mayor abundancia de peces engraulididos y ariidos en el segundo período del año (época de baja salinidad) e identificó ocho especies de engraulididos, siendo *A. parva* la anchoa más abundante, dominante y frecuente a lo largo del año, especie que muy probablemente es la consumida en la dieta del macabí. Sobre los mugílidos, Santos-Martínez (1989) encontró una mayor abundancia en los primeros meses, información que coincide con los resultados del contenido estomacal del *E. saurus*.

En diferentes especies ícticas se han detectado variaciones en la cantidad o la clase de ítems durante las épocas climáticas (Yáñez-Arancibia et al., 1985; Castaño, 1989; Cataño, 1991); estos hechos están relacionados con la oferta de alimento según la época, las migraciones de las especies depredadoras y presas y la poca selectividad que en determinadas épocas pueden tener los peces.

En el análisis del contenido estomacal por tallas, se detectaron algunas variaciones así: individuos colectados en la CGSM entre 223 y 425 mm, contenían las 15 categorías tróficas encontradas, con porcentajes Gr de 27.6% restos de peces, 22.6% engraulididos y 13% penaeidos entre otros; para las tallas entre 425 y 628 mm, de individuos colectados en el mar, sólo se detectaron cuatro categorías tróficas con porcentajes Gr de restos de peces 52.9%, gobiidos 39.4%, Mo 5% y el 2.7% de engraulididos; para los individuos entre 628 y 830 mm, colectados en el mar, el 84.6% correspondió a engraulididos, seguido por el 12.8% haemúlidos, y 2.5% de Mo. Nótese como a partir de 425 mm la dieta se redujo a menos de cuatro ítems y los peces estuvieron en mayor proporción.

Para los juveniles de tallas inferiores a las de esta investigación, Sekavec (1974) registra un porcentaje Nr de 94.5% en peces y el resto en decápodos; Lamprea (1990) halló que en la época de alta salinidad, la especie se alimentó en mayor proporción de peces y poliquetos y en la época de baja, odonatos y ostrácos.

Abundancia y Explotación

Durante muestreos nocturnos en la zona nor-oriental (entre 1979-1980), Barrios (1981) encontró que el macabí era la especie más abundante (369 individuos, 15.5%) de 34 capturada. Siete años después, la especie resultó ser tan sólo la quinta en abundancia (48 individuos, 6.9%). Mediante los muestreos cuantitativos, empleando atarrayas en las horas del día, se determinó que de las cuatro estaciones (1 a 4) muestreadas mensualmente, la estación de Caño Grande fue el área de mayor número de individuos (65.8%), seguida de La Barra (24.5%).

Por comunicaciones de los pescadores más viejos de las poblaciones pesqueras del área, en años anteriores a 1970 se capturaban macabíes de casi un metro de longitud, adultos y era una especie abundante. De acuerdo con las observaciones realizadas durante varios años (1987-1992) por los autores, en la CGSM sólo se observan juveniles, individuos inmaduros de menos de 350 mm LT aprox. En los últimos años, las especies ícticas de la Ciénaga son extraídas indiscriminadamente

por diferentes tipos de redes de pesca como atarrayas, trasmallos y por métodos intensivos (corrales, bolicheo) o ilícitos (zangarreo, dinamita), tanto en las horas del día como en la noche. Es necesario reglamentar la extracción de las especies principalmente en estados de desarrollo juvenil, como es en el caso del macabí, para evitar desequilibrios mayores en el ecosistema.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betín "José Benito Vives de Andreis" INVEMAR y al Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y Tecnología "Francisco José de Caldas" COLCIENCIAS por la financiación de la investigación. A las directivas e investigadores del proyecto INPA-CIID-UNIMAGDALENA, especialmente los Ings. Luis Manjarrés y Andrés Fernández, por proporcionar datos de la especie colectados en el mar a partir de 1990. En el INVEMAR queremos agradecer a la Directora Leonor Botero, y a los colegas Ernesto Mancera, Arturo Acero y Jacobo Blanco, así como a la Ing. Rosario Madera y al resto del personal de apoyo que contribuyó a la realización de la investigación. Agradecemos a la Dra Patricia Cunningham de la Universidad de São Paulo (Brasil) y a la Microbióloga Lorena Franco por el envío de material bibliográfico. Igualmente extendemos nuestros agradecimientos a los pescadores de la CGSM, por su invaluable colaboración en la consecución de muestras.

BIBLIOGRAFIA

- Allen, G. R. y W. Fischer. 1978. Technical terms. En: W. Fischer (ed.); FAO species identification sheets for fishery purposes, Western Central Atlantic (Fishing Area 31). Vol. 1, Roma.
- Austin, H. y S. Austin, 1971. The feeding habits of some juvenile marine fishes from the mangroves in western Puerto Rico. *Carib. J. Sci.*, 11(3-4): 171-178.
- Avila de Tabarés, G. 1975. Ictioplancton y características de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombia); 3-18. En R. Pérez-Rodríguez (ed.): Mem. I Simp. Lat. Amer. Ocean. Biol. México D. F.
- Bagenal, T. B. y E. Braum. 1978. Eggs and early life history: 165-201. En T. Bagenal (ed.): Methods for assessment of fish production in fresh waters. Blackwell Sci. Publ., Oxford, Gran Bretaña, IBP, 365 p.
- Bagenal, T. B. y F. W. Tesch. 1978. Age and growth: 101-136. En T. Bagenal (ed.): Methods for assessment of fish production in fresh waters. Blackwell Sci. Publ., Oxford, Gran Bretaña, IBP, 365 p.
- Barrios, M. J. 1981. Estudio bioecológico de las capturas de peces con redes agalleras en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Tesis. Biol., Univ. Nacional de Colombia, Bogotá, 81 p.
- Blanco, J. A. 1988. Las variaciones ambientales estacionales en las aguas costeras y su importancia para la pesca en la región de Santa Marta, Caribe colombiano. Tesis M. Sc. Biol. Mar., Univ. Nacional de Colombia, Bogotá, 50 p.
- Botero, L. 1988. Caracterización ecológica de la Ciénaga Grande de Santa Marta, una laguna costera tropical en la costa Caribe de Colombia; 1-47. En L. Botero (ed.): Estudio ecológico la Ciénaga Grande de Santa Marta. Informe Final, Prov. INVEMAR-COLCIENCIAS, Santa Marta.
- Bula-Meyer, G. 1990. Altas temperaturas estacionales del agua como condición perturbadora de las

- macroalgas del Parque Nacional Tayrona, Caribe colombiano: una hipótesis. An. Inst. Inves. Mar. Punta Betín, 19-20: 9-21.
- Castaño, J. D. 1990. Estudio de la composición y abundancia del zooplancton en el complejo de ciénagas y caños de Pajaral, delta exterior del Río Magdalena. Tesis Biol. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 169 p.
- Castaño, L. T. M. 1989. Hábitos alimentarios de peces de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Tesis Biol. Univ. Javeriana, Bogotá, 57 p.
- Cataño, S. A. 1991. Contribución al conocimiento bioecológico del sábalo *Megalops atlanticus* Valenciennes (Pisces: Megalopidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Tesis Biol., Univ. Antioquia, 68 p.
- Cervigón, F. 1966. Los peces marinos de Venezuela. Tomo I. Fund. La Salle, Cienc. Nat., Mongr. 11.
- Cervigón, F. 1980. Ictiología Marina. Vol. I. Edit. Arte, Caracas, 358 p.
- Cervigón, F. 1991. Los peces marinos de Venezuela, 2a. edic. Vol. I Fund. Científica Los Roques, Caracas, 425 p.
- Cervigón, F. y W. Fischer. 1979. Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina. Parte 1. Atlántico Centro Suroccidental. INFOPECA. FAO/UNDP. SIC.79/1, 372 p.
- CETIH. 1978. Diagnóstico sobre el comportamiento hídrico de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Univ. Los Andes, Centro Estud. Técn. e Invest. Hidrául. Informe Final, Bogotá, 120 p.
- CORPES (ed.). 1991. Perfil ambiental del Caribe colombiano. Doc. Trab. Final. Consejo Regional de Planeación, Santa Marta. s. p.
- Dahl, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. INDERENA. Bogotá. 391 p.
- Díaz, J. M. (ed.). 1990. Estudio ecológico integrado de la zona costera de la región de Santa Marta y el Parque Nacional Natural Tayrona, Fase I. Inf. Final, INVEMAR-COLCIENCIAS. Santa Marta.
- Díaz, J. M. 1991. Ecosistemas litorales del Caribe colombiano: 1-24. En CORPES (ed.): Perfil ambiental del Caribe colombiano. Consejo Regional de Planeación, Santa Marta, s. p.
- Eldred, B. y W. G. Lyons. 1966. Larval ladyfish, *Elops saurus* Linnaeus 1766, (Elopidae) in Florida and adjacent waters. Fla. Ed. Conserv. Mar. Lab., Leaflet Ser. Vol 4. Part 1, Nº 2, 6 p.
- Fahay, M. P. 1983. Guide to early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the southern Scotian shelf. J. Northw. Atlan. Fishery Sci., 4: 1-423 p.
- Figueiredo, J. L. y N. A. Menezes. 1978. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil II. Teleostei (1) Mus. Zoo. Univ. São Paulo, 110 p.
- Fowler, H. W. 1953. The shore fishes of the Colombian Caribbean. Caldasia, 6 (27): 47-31.
- Freitas, C. E. de C. y R. N. de L. Conceição. 1987. Animais aquáticos: 131-188. En: M. Ogawa y J. Koike (eds): Manual da pesca. Assoc. Engen. de pesca do Ceará. Fortaleza, 799 p.
- Garzón-Ferreira, J. 1989. Contribución al conocimiento de la ictiofauna de la bahía Portete, Departamento de La Guajira, Colombia. Colombia. Trianea, 3: 149-172.
- Gómez, A. 1981. Observaciones taxonómicas y ecológicas de estados larvales de Elopiformes en la laguna de la Restringa y áreas próximas (Isla Margarita, Venezuela). Bol. Mus. Mar., 10: 3-23.
- González, E. 1984. Los hábitats costeros de los juveniles de peces en la región de Punta Gloria a la isla de Salamanca, Caribe colombiano. An. Inst. Inv. Mar. Punta de Betín, 14: 133-158.
- Govoni, J. J. y J. V. Marriner. 1978. The occurrence of the ladyfish *Elops saurus*, larvae in low salinity waters and another record for Chesapeake Bay. Estuaries, 1(3): 205-206.
- Guitart, D. J. 1974. Sinopsis de los peces marinos de Cuba. Acad. Cien. de Cuba. Inst. Ocean. Tomo I, 121 p.
- Hildebrand, S. F. 1963. Familia Elopidae: 111-131. En Fishes of the Western North Atlantic. Mem. Sears Foun. Mar. Res., 1(3): 630 p.
- Holden, M. J. y D. F. S. Raitt. 1975. Manual de ciencias pesqueras Parte 2 - Métodos para investigar los recursos y su aplicación. FAO Doc. Téc. Pesca, 115: 1-211.
- Hyslop, E. J. Stomach content analysis- a review of methods and their application. J. Fish Biol., 17: 411-129.
- IGAC. 1973. Monografía del Departamento del Magdalena. Min. de Hacienda y Crédito Público. Inst. Geog. "Agustín Codazzi", Bogotá, 162 p.
- INPA-CIID-UNIMAGDALENA. (eds.). 1991. Proyecto integral de investigaciones y desarrollo de la

- pesca artesanal marítima en el área de Santa Marta. Boletín Técnico, compendio Vol. 1. INPA-CIID-UNIMAGDALENA, Santa Marta, s. p.
- Jones, P. W., F. D. Martin y J. D. Hardy Jr. 1978. Development of fishes of the Mid-Atlantic Bight. An atlas of egg, larval and juvenile stages. Biol. Serv. Prog. Fish and Wildlife Serv. U. S. Dept. Interior., Vol. 1: 366 p.
- Lamprea, L. T. 1990. Aspectos ecológicos de los juveniles de peces en la Ciénaga Grande de Santa Marta, con énfasis en las ciénaga menores de la margen occidental. Tesis M. Sc. Biol. Mar., Univ. Nacional de Colombia. 98 p.
- Lozano-Cabo, F. 1983. Oceanografía, biología marina y pesca. Tomo 1. Edit. Paraninfo. Madrid, 448 p.
- Nikolvsky, G. V. 1978. The ecology of fishes. T. F. H. Publ., Hog Kong, 352 p.
- Odum, W. E. y E. J. Heald. Thropic analysis of an estuarine mangrove community. Bull. Mar. Sci., 22(3): 671-738.
- Ostle, B. 1981. Estadística aplicada. Ed. Limusa, México, 529 p.
- Randall, J. E. 1983. Caribbean reef fishes. Seg. edc., TFH Pub. Inc., Hong Kong, 350 p.
- Robins, C. R., G. C. Ray y J. Douglass. 1986. A field guide to Atlantic coast fishes of North America. Houghton Mifflion Co., Boston, U. S. A., 354 p.
- Santos-Martínez, A. 1989. Estudio biológico y ecológico de la ictiofauna de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Tesis M. Sc. Biol. Mar., Univ. Nacional de Colombia, Bogotá, 178 p.
- Santos-Martínez, A. y A. Acero P. 1991. Fish community of the Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombia): composition and zoogeography. Ichtyol Explor. Freshwaters, 2(3): 247-263.
- Sekavec, G. B. 1974. Summer foods, leght-weight relationship, and condition factor of juvenile ladyfish *Elops saurus* Linnaeus, from Lousiana coastal streams. Trans. Am. Fish. Soc., 103(3): 472-478.
- Thompson, B. A. y L. A. Deegan. 1982. Distribution of ladyfish (*Elops saurus*) and bonefish (*Albula vulpes*) leptocephali in Louisiana. Bull. Mar. Sci., 32(4): 936-939.
- Windell, J. y S. Bowen. 1978. Methods for study of fish diets based on analysis of stomach contents: 219-226. En: T. Bagenal (ed.): Methods for asesement of fish production in fresh waters. Blackwell Sci. publ. Oxford. Gran Bretaña IBP, 365 p.
- Whitehead, P. J. P. y R. Vergara,. 1978. Elopidae. En Fischer, W. Ced.): FAO species identifications for fishery purposes. Western Central Atlantic (Fishin Area 31). Vol. 2. FAO, Roma.
- Yáñez-Arancibia, A., A. Lara-Domínguez, A. Aguirre-León, S. Díaz-Ruiz, F. Amezcua-Linares, D. Flórez-Hernández y P. Chavance. 1985. Ecología de poblaciones de peces dominantes en estuarios tropicales: Factores ambientales que regulan las estrategias biológicas y la reproducción: 311-366. En A. Yáñez-Arancibia (ed.): Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons. Towards an ecosystem integration. UNAM, Press. México, 654 p.

DIRECCION DE LOS AUTORES

Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betín (INVEMAR), A.A. 1016, Santa Marta, Colombia..