

## Organización trófica de las mojarra (Pisces: Gerreidae) de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Caribe Colombiano)

Pedro Arenas-Granados<sup>1</sup> y Arturo Acero P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Corporación Autónoma Regional del Magdalena y de la Sierra Nevada de Santa Marta (CORPAMAG), Apartado 441, Santa Marta, Colombia.

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Colombia (Instituto de Ciencias Naturales), Apartado 1016 (INVEMAR), Santa Marta, Colombia.

(Rec. 25-IV-1991. Acep. 8-V-1992)

**Abstract:** The feeding habits of the eight species of mojarra (Gerreidae) occurring at the Ciénaga Grande de Santa Marta are described. Three methods were used to analyze the food eaten by 365 specimens: gravimetric, frequency of occurrence and a relative importance index. Mojarra are omnivorous and euryphagous fishes, eating a wide spectrum of items, mainly small invertebrates (bivalves, gastropods, ostracods, copepods, polychaetes) taken on the oyster banks located inside the Ciénaga and on the sand-muddy bottoms near the mouth of the lagoon. Intraspecific competition seems to be lowered as a consequence of the spatial segregation of the populations and the diel variation of the food items. Percentage of replenished stomachs increases in the high salinity period. The usefulness of the various food analysis methods is compared, and the frequency of occurrence method is recommended for this group.

**Key words:** Gerreidae, trophic ecology, coastal lagoons, Colombia.

Los trabajos sobre hábitos alimentarios y relaciones tróficas de peces suministran información práctica e inmediata para el manejo de un recurso. La estructura trófica indica un aspecto del flujo de energía, muestra las relaciones entre productor-consumidor y depredador-presa, e indica las relaciones ecológicas de los organismos, con lo que se interpreta mejor la dinámica de la comunidad y se pueden sugerir recomendaciones para la administración adecuada de los recursos pesqueros (Prejs 1981).

Los gerreidos son peces eurihalinos de gran importancia económica y ecológica que cumplen una función definida en la red trófica de los ecosistemas lagunares costeros (Aguirre-León *et al.* 1982, Cervigón y Gómez 1986). Randall (1967) indica que las mojarra son principalmente consumidores bentónicos, con una boca muy protuberante que les permite alimentarse de invertebrados de la infauna. Las primeras investigaciones específicas sobre estos peces en el Caribe las desarrolló Austin (1968, 1971) en Puerto Rico, quien describe el

espectro trófico de cuatro especies en lagunas de manglar. Furtado (1969) señala una dieta de poliquetos y copépodos para *Eugerres brasiliensis* (Cuvier) [especie cercana a *E. plumieri* (Cuvier)] capturada en la costa del nordeste del Brasil. Aspectos parciales sobre la alimentación y hábitos alimentarios de tres especies han sido estudiados en lagunas costeras y estuarios del norte del Golfo de México por Odum y Heald (1972) y Carr y Adams (1973). Angell (1976) señala la composición cualitativa y semicuantitativa del contenido estomacal de *E. plumieri* en las lagunas litorales de la Isla Margarita, Venezuela, para diferentes períodos climáticos. En Cuba, González-Sansón y Rodríguez-Viñas (1983) desarrollaron estudios dietarios cuantitativos para cuatro especies. Kerschner *et al.* (1985) determinaron la variación trófica para siete especies de gerreidos presentes en una laguna costera de la Florida. Aguirre-León y Yáñez-Arancibia (1986) discuten ampliamente algunos aspectos sobre la dinámica trófica de las mojarra en la Laguna de Términos (México).

De acuerdo con la literatura disponible, en el Caribe colombiano no se han realizado estudios sobre la composición cuantitativa de la alimentación natural de los gerreidos y su variación de acuerdo con los cambios estacionales, por lo que ese constituye el objetivo de este trabajo. Se espera así contribuir a la fundamentación de un programa de ordenamiento pesquero en el complejo estuarino Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM).

## MATERIAL Y METODOS

**Area de estudio:** La CGSM forma parte del plano deltáico estuarino del Río Magdalena, Caribe colombiano, y tiene una extensión aproximada de 450 km<sup>2</sup> (Fig. 1); es la laguna costera más grande del país, extendiéndose entre 10° 43'-11° 00'N y 74° 16'-74° 35'W (IGAC 1973). Está rodeada de manglar, con dominancia externa de *Rhizophora mangle* Linnaeus e interna de *Avicennia germinans* (Linnaeus) Linnaeus y *Laguncularia racemosa* (Linnaeus) Gairth.

Según Wiedemann (1973) el fondo en su mayoría está constituido por fangos blandos, arenosos y arcillo-limosos. Partes extensas, principalmente en el norte y centro, están cubiertas por guijarros y restos de conchas que sirven de base a bancos de la ostra *Crassostrea rhizophorae* (Guilding) y a poblaciones densas de *Mytilopsis sallei* (Recluz). Se presentan dos períodos marcados de precipitación: uno seco entre diciembre y comienzos de agosto (con un breve período de lluvias entre mayo y junio), y uno lluvioso desde finales de agosto hasta diciembre (Cosel 1986). Durante el período de estudio la temperatura del fondo varió entre 21 y 32° C, mientras que la transparencia del agua lo hizo entre 30 y 160 cm (Arenas-Granados y Acero 1992).

**Análisis trófico:** Los peces se recolectaron durante los dos períodos de variación importante de la salinidad del fondo en la CGSM en los nueve meses de muestreo: uno de baja comprendido entre noviembre de 1988 y febrero de 1989, y otro de alta entre marzo y junio de 1989. Se realizó un muestreo complementario para la mojarra rayada, *E. plumierim*, en agosto de 1989. Se escogieron cinco localidades (Fig.1), empleando como artes activos de pesca una atarraya grande (abertura de malla 5-6 cm) y una pequeña (abertura de malla 2.5-3.0 cm).

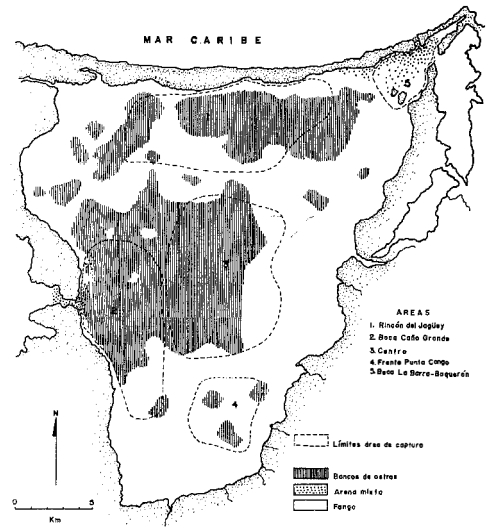


Fig. 1. Áreas de muestreo de gerreidos en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. Se indica la distribución aproximada de los biotopos (modificada de Cosel 1986).

Se recolectaron además peces vivos, especialmente los obtenidos por el método denominado "bolicheo" (abertura de malla 10.5-10.7 cm). Los contenidos estomacales e intestinales se fijaron con la mayor rapidez posible en solución de formalina al 10% neutralizada con tetraborato de sodio; de esta forma se logra frenar la actividad digestiva de las enzimas (Carvalho 1980). Los peces no vomitaron durante la captura. Los ejemplares pequeños (hasta 15 cm de longitud estándar), previamente numerados y rotulados, fueron introducidos en recipientes plásticos que contenían el líquido fijador. Los ejemplares mayores se inyectaron con 5 a 10 ml de formalina neutralizada al 10% y se transportaron en hieleras (Prejs 1981, González-Sansón y Rodríguez-Viñas 1983).

Los tractos digestivos extraídos fueron ligados en sus extremos para evitar pérdidas de alimento (Windell y Bowen 1978) y fijados en una solución de formalina neutralizada al 10%; al cabo de una semana fueron lavados con abundante agua y transferidos a frascos debidamente rotulados con etanol al 70% hasta el momento de su procesamiento (Kerschner et al. 1985). Después de una disección longitudinal del tubo se calculó el grado de "repleción" (<10, 25, 50, 75 y 100%) y se pesó el alimento consumido. En aquellas especies que carecen

de importancia comercial en el área de estudio (*D. auratus* Ranzani y *Eucinostomus* spp., Arenas-Granados y Acero 1992) se mezclaron los contenidos estomacales de todos los individuos capturados con alimento, conformando así muestras únicas mensuales por especie para los análisis de importancia dietaria. Para las otras tres especies las muestras fueron analizadas individualmente.

El alimento fue vaciado en una caja de Petri, donde los distintos componentes de la dieta fueron separados, identificados y pesados. La identificación se efectuó hasta el nivel taxonómico más bajo que permitió el grado de digestión del alimento, utilizando principalmente las claves y trabajos de Gosner (1971), Meglitsch (1978), Needham y Needham (1978), Remane *et al.* (1980), Williams (1984), Bames (1985), Cosel (1986), Dawes (1986) y Roldán (1988). Los contenidos (categorías o componentes estomacales) fueron analizados por los dos siguientes métodos (Windell y Bowen 1978): gravimétrico, utilizando una balanza analítica con precisión de 0.00001 g para las medidas de peso; y frecuencia. Como complemento se utilizó el índice de importancia relativa (IIR) de Yáñez-Arancibia *et al.* (1976), en que  $IIR = \%P \times \%F / 100$ , el cual estima la importancia relativa de cada grupo trófico, combinando los valores obtenidos por gravimetría (% P) y frecuencia (% F). Para determinar el grado de superposición de dieta o las posibles diferencias de alimentación entre las especies, se utilizó el análisis aglomerativo (cluster analysis) (Sneath y Sokal 1973), empleado por González-Sansón y Rodríguez-Viñas (1983). Se usó el coeficiente de correlación por ámbitos de Spearman (González-Sansón y Aguilar-Betancourt 1983b), para describir la intensidad de la relación entre dos dietas diferentes, empleándose los valores conseguidos por el método de frecuencia para las entidades alimentarias más importantes y haciendo uso también de los datos obtenidos por el IIR. De igual forma se utilizó el índice de similitud de Bray-Curtis (Digby y Kempton 1987) para los valores obtenidos por gravimetría. Finalmente, se elaboró un dendrograma por el método de promedio grupal a partir de cada matriz de correlación.

## RESULTADOS

Sólo el 13 % de los especímenes de *Eugerres plumieri* presentaba el tubo digestivo sin

alimento (Cuadro 1), restringido al período de baja salinidad. De acuerdo con la variación del grado de repleción gástrica de los tubos digestivos con alimento (Fig. 2), se aprecia una menor proporción de tractos llenos (porción anterior) durante la época de salinidades bajas, incrementándose éstos notablemente al aumentar la salinidad en el segundo período. El espectro trófico de la mojarra rayada es muy amplio, pues se hallaron 44 categorías alimentarias para esta especie (Cuadro 2): 13 fueron encontradas en el período de baja salinidad, 14 en el de alta y 17 en ambos períodos. Los taxones mejor representados fueron Bivalvia, Gastropoda, Polychaeta, Crustacea e Insecta. Desde el punto de vista cuantitativo se halló que el bivalvo *Mytilopsis sallei* es el alimento predominante con una frecuencia de 70.6 % y de 47.5 % en biomasa. Según el IIR (Fig. 3) el alimento preferido en baja salinidad es materia orgánica no determinable (MOND) con un 38.6 %, se considera secundario *M. sallei* con un 15.6 % y de baja importancia relativa las otras categorías. En alta, según el IIR se puede señalar a *M. sallei* como preferencial con un 51.8 %, y se considera secundario MOND con un 18.0 %; las otras categorías tróficas son circunstanciales.

El 32 % de *Gerres cinereus* (Walbaum) tenía los tubos digestivos vacíos (Cuadro 1) distribuidos tanto en el período de baja como de alta salinidad. La repleción de los estómagos con alimento aumentó con la salinidad (Fig. 4). No se encontró alimento en los estómagos de los especímenes capturados en la noche. El espectro trófico de *G. cinereus* (Cuadro 2) indica que se alimenta al menos de 32 categorías: cinco fueron encontradas en baja salinidad, 17 en el segundo período y 10 en ambos; los taxones mejor representados fueron Algae, Bivalvia, Polychaeta, Crustacea y Thaliacea. En la Fig. 5 se compara la composición del alimento para los dos diferentes períodos. En función del IIR, no hay variación del alimento entre las dos épocas; se puede establecer que el grupo trófico preferencial lo constituyen los poliquetos con un 31.5 %; se considera secundario MOND con un 20.3 % y los restantes grupos son alimentos circunstanciales.

De los 179 ejemplares de *Diapterus rhombeus* (Cuvier) capturados, 40 % tenía los tubos digestivos vacíos (Cuadro 1). El 75 % de los especímenes recolectados sin alimento en el estómago corresponde a peces capturados en la

CUADRO 1

*Especies de mojarras de la Ciénaga Grande de Santa Marta, incluyendo sus ámbitos de talla (longitud estándar en mm), relación del número de tubos digestivos analizados por época de baja o alta salinidad y proporción (%) de tubos digestivos vacíos*

Especie	Talla	Epoca		Total	Proporción
		Baja	Alta		
<i>Eugerres plumieri</i>	101-280	65	90	155	13
<i>Gerres cinereus</i>	76-170	14	40	54	32
<i>Diapterus rhombeus</i>	71-140	38	41	79	40
<i>D. auratus</i>	81-240	7	20	27	24
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	94-134	11	12	23	21
<i>E. harengulus</i>	120-140	6	3	9	29
<i>E. argenteus</i>	113-144	8	3	11	13
<i>E. gula</i>	78-130	2	5	7	-
Total		151	214	365	

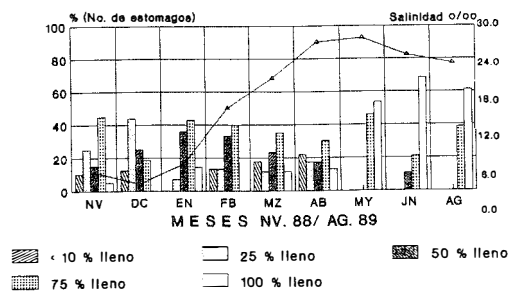


Fig. 2. Frecuencia relativa del grado de repleción gástrica para *E. plumieri* y su relación con la salinidad del fondo.

mañana, a diferencia de los provenientes de capturas nocturnas que se encontraron siempre con alimento. Se aprecia también una mayor proporción de estómagos vacíos en ejemplares recolectados durante el período de baja salinidad, que entre marzo y junio. En la Fig. 6 se indica la repleción de los estómagos con alimento; como en las especies anteriores se observa un incremento del grado de repleción al aumentar la salinidad. Por lo menos el 86 % de los capturados en la época de alta se encontraron con estómagos al menos 3/4 llenos. El espectro trófico de *D. rhombeus* (Cuadro 2) indica que se alimenta al menos de 32 categorías, ocho fueron encontradas en el período de baja salinidad, 10 en el segundo y 14 en ambos; los taxones mejor representados fueron Algae, Gastropoda y Crustacea. En la Fig. 7 se compara la composición del alimento natural para los dos diferentes períodos. De acuerdo con el IIR no hay un grupo trófico que se pueda considerar preferencial, siendo alimentos secundarios MOND con un 25.8 %, la materia inor-

gánica (MIN) con un 17.9 % y restos vegetales con un 12.1 %. Los restantes grupos se consideran circunstanciales.

No fue posible efectuar un análisis de repleción gástrica para *D. auratus* debido al poco número de ejemplares. El espectro trófico de la especie (Cuadro 2) indica que se alimenta al menos de 26 categorías alimentarias, seis fueron encontradas en el período de baja salinidad, diez en el segundo y diez en ambos; los taxones mejor representados fueron Algae, Bivalvia, Polychaeta y Crustacea. En la Fig. 8 se compara la composición del alimento para los dos períodos. En función del IIR no se presenta un grupo trófico que sea consumido preferencialmente. Para la época de baja los poliquetos con un 16.2 %, MOND con un 13.8 % y los anfipodos con un 11.3 % son los de mayor importancia en la dieta, siendo los restantes grupos circunstanciales. Para el período de alta, MOND con un 15.0 % y taliáceos con un 10.3 % son los componentes de mayor importancia; los restantes son circunstanciales.

Los ejemplares de *Eucinostomus* corresponden únicamente al 10.3 % de los gerreidos capturados (Cuadro 1). De los 29 ejemplares de *E. melanopterus* (Bleeker), el 21 % se encontró sin alimento en el estómago (Cuadro 1). Igualmente cuatro de los 14 capturados de *E. harengulus* (Goode & Bean) y dos de los 15 de *E. argenteus* Baird tenían los tubos digestivos vacíos; los siete especímenes de *E. gula* (Quoy & Gaimard) presentaron alimento en el estómago. El espectro trófico de *E. melanopterus* (Cuadro 2) indica que se alimenta al menos de 20 categorías: cuatro se encontraron exclusivamente en el período de baja salinidad, siete en

CUADRO 2

*Espectro trófico de las especies de gerreidos en la CBSM*

Categoría trófica	<i>Eugerres plumieri</i>	<i>Diapterus rhombeus</i>	<i>Diapterus auratus</i>	<i>Gerres cinereus</i>	<i>Eucinostomus melanopterus</i>	<i>Eucinostomus harengulus</i>	<i>Eucinostomus argenteus</i>	<i>Eucinostomus gula</i>
MIN	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB
MOND	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB
ALGAE								
CYANOPHYTA	A	A	A	A	-	A	-	-
CHRYSOPHYTA	A	A	A	A	-	A	-	-
CHLOROPHYTA	A	AB	A	A	-	A	-	-
Restos vegetales	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	A
FORAMINIFERIDA	AB	AB	A	A	AB	B	B	B
HYDROZOA	A	-	-	-	-	-	-	-
NEMATODA	A	AB	B	A	-	-	B	-
BIVALVIA	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mytilopsis sallei</i>	AB	B	-	AB	A	-	-	A
<i>Gouldia cerina</i>	-	-	-	A	-	-	-	-
<i>Chione</i> sp.	-	-	-	A	-	-	-	-
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	-	B	A	-	-	-	-	-
<i>Protothaca</i> sp.	B	-	A	A	-	-	-	-
Juveniles Bivalvia	A	-	A	A	-	-	-	-
Filamentos bisales	A	AB	AB	-	-	-	-	-
GASTROPODA	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydrobia</i> sp.	AB	B	-	-	AB	-	-	-
<i>Pyrgophorus</i> sp.	AB	-	-	A	-	-	-	-
<i>Odostomia</i> sp.	B	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mitrella</i> sp.	-	A	-	-	-	-	-	-
<i>Turbonilla</i> sp.	-	A	-	-	-	-	-	-
<i>Olivella minuta</i>	-	A	-	-	-	-	-	-
<i>Solariorbis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	A
<i>Cylichnella bidentata</i>	-	A	-	-	-	-	-	-
Indeterminados	A	-	-	-	A	-	A	-
OLIGOCHAETA	-	-	-	-	-	-	-	-
Tubificidae	-	-	-	-	B	-	-	-
POLYCHAETA	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polydora</i> sp.	AB	-	-	AB	B	-	-	-
<i>Loimia medusa</i>	A	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neanthes succinea</i>	A	B	B	AB	-	-	-	-
Eunicidae	-	-	-	A	-	B	-	-
Boniadidae	-	-	-	-	AB	-	AB	-
Nereidae	A	-	AB	A	-	B	-	-
Terebellidae	-	-	A	-	-	-	-	-
Orbiniidae	-	-	-	-	-	-	-	A
Polynoidae	-	-	-	-	-	A	-	-
Indeterminados	AB	AB	AB	AB	AB	AB	B	AB
CRUSTACEA	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladocera	B	-	-	-	-	-	-	-
Ostracoda Podocopa	AB	AB	AB	AB	-	-	-	-
Ostracoda Myodocopa	B	B	-	-	-	-	-	-
Copepoda Calanoida	AB	-	B	-	-	-	B	A
Copepoda Harpacticoida	B	AB	-	B	-	A	-	-
Copepoda Ciclopoida	B	AB	A	B	B	-	B	-
Cirripedia	A	-	-	-	-	-	-	-
Apénd. orales cirrip.	-	A	-	-	-	A	A	-
Decapoda Brachyura	AB	A	-	AB	A	B	A	A
Majidae	-	-	-	-	A	-	-	-
Portunidae	-	-	-	-	B	-	-	-
Xanthidae	-	-	-	A	-	-	-	-
Larvas brachyura	A	B	-	-	-	-	-	-
Mysidacea	AB	A	B	A	-	-	-	-
Tanaidacea	-	-	A	-	-	-	-	-

Continuación Cuadro 2

Categoría trófica	<i>Eugerres plumieri</i>	<i>Diapterus rhombeus</i>	<i>Diapterus auratus</i>	<i>Gerres cinereus</i>	<i>Eucinostomus melanopterus</i>	<i>Eucinostomus harengulus</i>	<i>Eucinostomus argenteus</i>	<i>Eucinostomus gula</i>
Isopoda	-	A	B	A	-	-	-	-
Amphipoda	AB	A	AB	AB	AB	A	AB	A
Indeterminados	-	AB	-	B	-	-	-	-
INSECTA	-	-	-	-	-	-	-	-
HEMIPTERA	-	-	-	-	-	-	-	-
Corixidae	B	-	-	B	-	-	-	-
DIPTERA	-	-	-	-	-	-	-	-
Chironomidae larvas	AB	AB	-	B	-	-	B	-
Chironomidae pupas	B	-	-	-	-	-	-	-
Culicidae	B	-	-	-	-	-	-	-
Indeterminados	B	B	B	A	-	-	-	-
SIPUNCULIDA	B	-	-	-	-	-	-	-
BRYOZOA	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Conopeum seurati</i>	AB	-	-	A	-	-	-	-
Huevos invertebrados	AB	B	-	-	A	-	-	-
UROCHORDATA	-	-	-	-	-	-	-	-
Thaliacea	-	-	AB	A	AB	AB	AB	A
PISCES	-	-	-	-	-	-	-	-
Gobiidae larvas	B	-	-	-	-	-	-	-
Huevos peces	B	-	-	-	-	-	-	-
Larvas indeterminadas	-	-	-	-	A	-	-	-
Escamas	A	AB	AB	-	A	-	B	-

A: Categoría trófica presente en el tubo digestivo en el período de alta salinidad (Mar. 89 - Jun. 89)

B: Categoría trófica presente en el tubo digestivo en el período de baja salinidad (Nov. 88 - Feb. 89)

MIN: Materia inorgánica

MOND: Materia orgánica no determinada

el segundo y nueve en ambos; los taxones mejor representados fueron Polychaeta, Crustacea y Thaliacea. En la Fig. 9 se compara la composición de alimento natural de *E. melanopterus* para las diferentes épocas. En función del IIR se puede establecer que el alimento preferencial para el período de baja salinidad lo constituyen los taliáceos con un 38.5 %; se considera secundario MOND con un 18.6 % y circunstanciales en la dieta las otras categorías tróficas; no hay una categoría que se pueda considerar preferencial para la época del alta, siendo alimentos secundarios MOND con un 22.3 % y los taliáceos con un 15.8 %; los otros grupos se tienen como circunstanciales.

El espectro trófico de *E. harengulus* (Cuadro 2) indica que se alimenta al menos de 15 categorías, cuatro se observaron en baja salinidad, seis exclusivamente en el segundo período y cinco en ambos; los taxones mejor representados fueron Algae, Thaliacea y Polychaeta. En la Fig. 10 se compara la composición del alimento natural de *E. harengulus* para los dos períodos. De acuerdo con el IIR se consideran para baja salinidad las salpas (taliáceos) y poliquetos como alimento preferencial, MOND

y MIN como secundarios, y foraminíferos, braquiuros y restos vegetales, entre otros, como circunstanciales; los ítemes más importantes para la época de alta son taliáceos, poliquetos y MOND, no destacándose un alimento como preferencial.

El espectro trófico de *E. argenteus* (Cuadro 2) indica que se alimenta al menos de 16 categorías, siete son utilizadas exclusivamente como alimento en el período de baja salinidad, tres en el segundo y seis en ambos; el taxón mejor representado cualitativamente en la dieta fue Crustacea. En la Fig. 11 se compara la composición del alimento para los dos períodos; en función del IIR las categorías tróficas más importantes para ambos son MOND, taliáceos y MIN sin destacarse un ítem como preferencial, considerándose alimentos ocasionales poliquetos, restos vegetales y crustáceos. El espectro trófico de *E. gula* (Cuadro 2) indica que se alimenta al menos de 12 categorías, una fue encontrada en el período de baja salinidad, ocho en el segundo y tres en ambos. En la Fig. 12 se compara la composición del alimento para los dos diferentes períodos. Según el IIR se puede establecer que

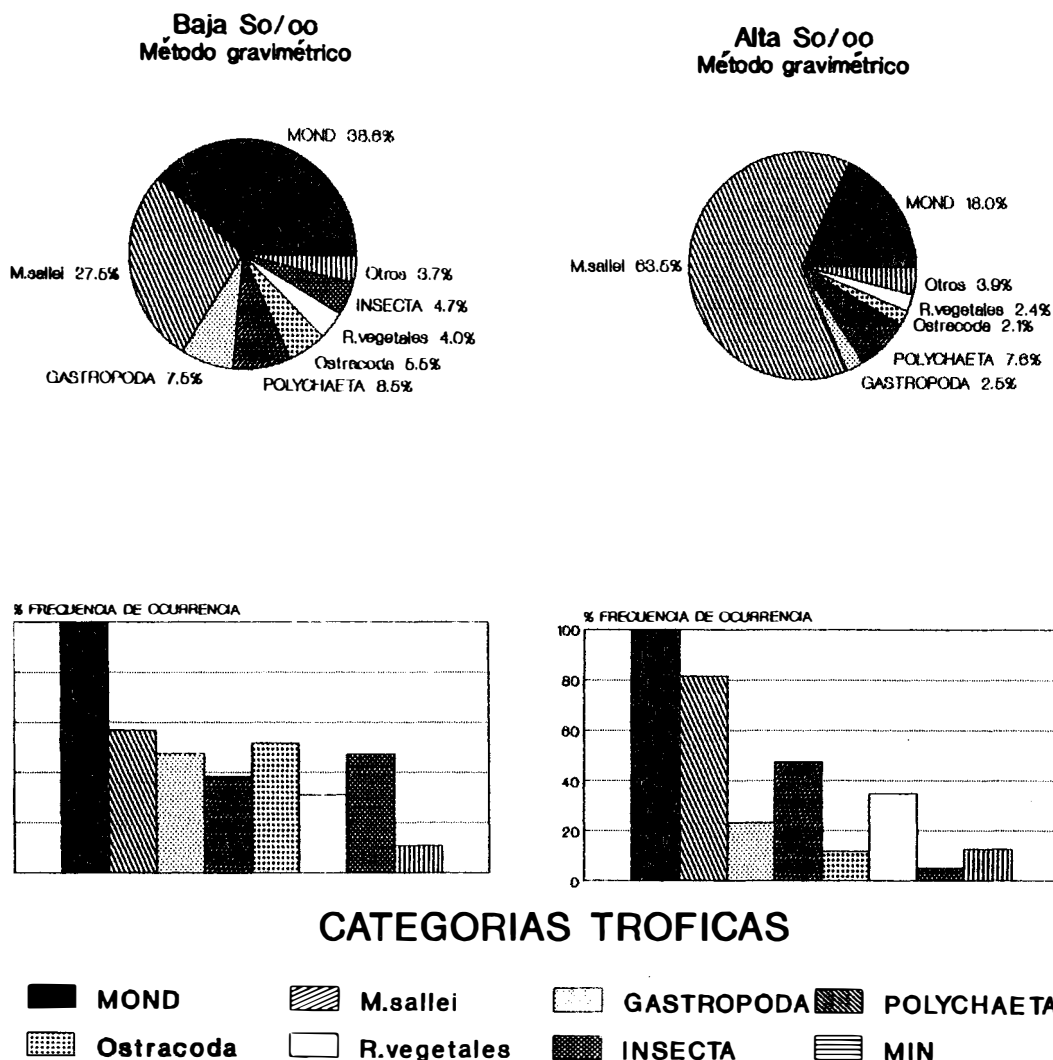


Fig. 3. Gravimetría porcentual y frecuencia de presencia de las categorías tróficas de *E. plumieri* para los períodos de baja y alta salinidad.

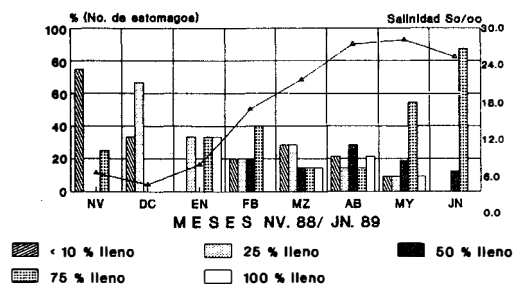


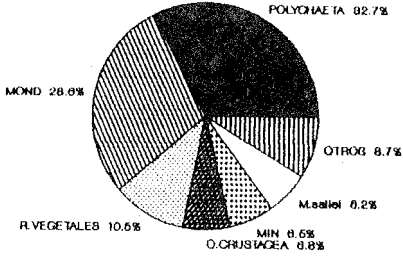
Fig. 4. Frecuencia relativa del grado de repleción gástrica para *G. cinereus* y su relación con la salinidad del fondo.

los poliquetos constituyen el alimento preferencial en el período de baja, considerándose el MIN y la MOND como grupos tróficos de importancia secundaria. Las categorías más importantes para alta son poliquetos y MOND, sin destacarse un componente como preferencial en la dieta; taliáceos, MIN, anfípodos y gastrópodos se consideran ocasionales.

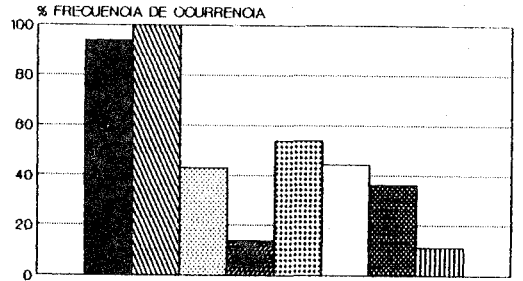
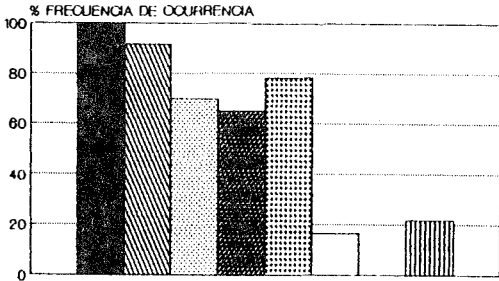
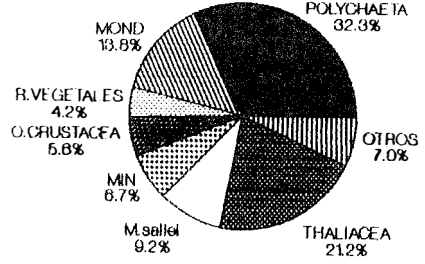
### DISCUSION

**Métodos:** Es reconocido que ningún método de análisis para el estudio de la alimentación de

**Baja So/oo**  
Método gravimétrico



**Alta So/oo**  
Método gravimétrico



### CATEGORIAS TROFICAS



Fig. 5. Gravimetría porcentual y frecuencia de presencia de las categorías tróficas de *G. cinereus* para los períodos de baja y alta salinidad.

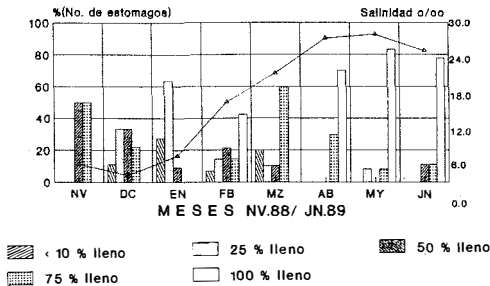
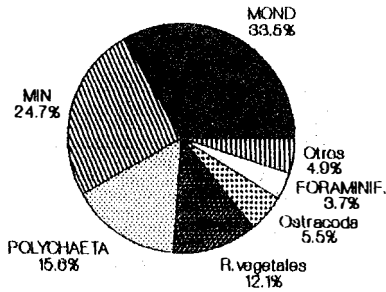


Fig. 6. Frecuencia relativa del grado de repleción gástrica para *D. rhombeus* y su relación con la salinidad del fondo.

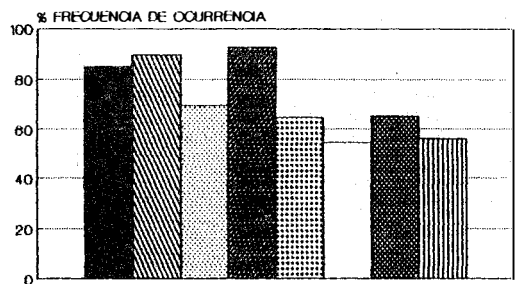
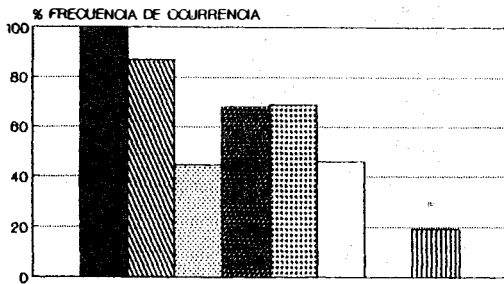
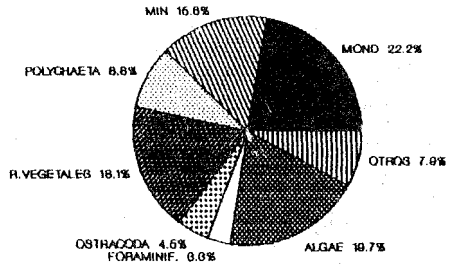
los peces es, por sí sólo, suficiente para completar el cuadro de importancia de las diversas categorías de una dieta (Windell y Bowen 1978, Prejs 1981). Además, de acuerdo con la revisión de Hyslop (1980), las técnicas deben guardar una estrecha relación con los hábitos alimentarios de la población estudiada, recomendando emplear por lo menos un método que mida la cantidad (numérico) y otro la biomasa (volumétrico o gravimétrico). Sin embargo, el propio Hyslop (1980) señala que uno que mida cantidad, como el numérico, no



**Baja So/oo**  
Método gravimétrico



**Alta So/oo**  
Método gravimétrico



**CATEGORIAS TROFICAS**



Fig. 7. Gravimetría porcentual y frecuencia de presencia de las categorías tróficas de *D. rhombus* para los periodos de baja y alta salinidad.

podrá utilizarse en peces que mastican o muelen el alimento, sugiriendo para tales casos el empleo del método de frecuencia, que puede proveer una buena indicación de la dieta. La presencia de una estructura trituradora faríngea (Arenas-Granados y Acero 1992) y la captura de pequeños organismos de un modo casi automático por las especies estudiadas aquí, determinó la selección del método de frecuencia como el más apropiado. Se usó además el método gravimétrico como complementario y medida de la masa de los diferentes componentes del alimento natural. Por combinación de estas dos técnicas se trató de obtener el máximo de información posible

mediante el IIR. Sin embargo, se halló que para el caso de los gerreidos, que se alimentan de organismos y partículas de aproximadamente el mismo tamaño, esta relación es poco útil, pues no va más allá de la información que nos puede brindar el método frecuencial. La comparación de los dendrogramas (Figs. 15 y 16) señala este hecho. Dado que, según González-Sansón y Aguilar-Betancourt (1983a), la frecuencia sólo ordena las entidades alimentarias de forma muy similar al método volumétrico o gravimétrico, únicamente tiene sentido (para la comparación interespecífica de las dietas) utilizar un índice que tenga en cuenta el orden de

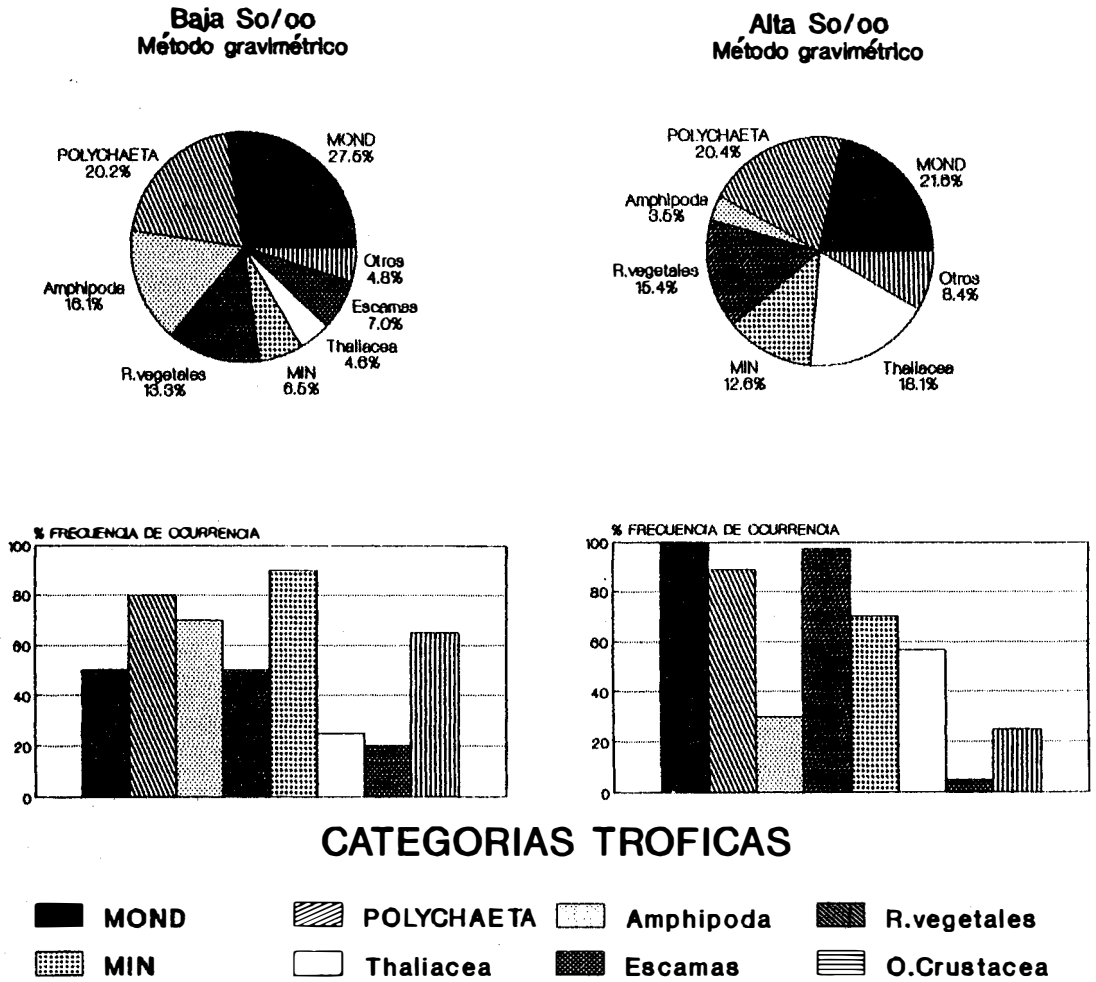


Fig. 8. Gravimetría porcentual y frecuencia de presencia de las categorías tróficas de *D. auratus* para los períodos de baja y alta salinidad.

las entidades y no sus diferencias cuantitativas. Esta consideración llevó a la selección del coeficiente de Spearman como índice de similitud entre dietas para los datos frecuenciales.

**Composición del alimento:** Las especies de gerreidos en el área de estudio consumen una gran variedad de alimentos, no siendo observada un acentuada distinción interespecífica en los componentes dietarios. El alimento consiste básicamente de pequeños invertebrados asociados a sustratos de arena o arena-fango, sustratos duros de guijarros y de conchas de *C. rhizophorae*. Entre los grupos tróficos más representativos se destacan bivalvos, gasterópodos, poliquetos, ostrácodos, copépodos,

anfípodos, larvas de insectos, taliceos, foraminíferos, material vegetal, detritus y MIN. La dieta de las mojaras analizadas fue similar en composición a los estudios realizados por Odum y Heald (1972), Carr y Adams (1973) y Kerschner *et al.* (1985) en lagunas de la Florida; Yáñez-Arancibia (1978) y Aguirre-León y Yáñez-Arancibia (1986) para lagunas del Pacífico y el Golfo de México; González-Sansón y Rodríguez-Viñas (1983) en la Laguna de Tunas de Zaza en Cuba; Randall (1967) y Austin (1968) para hábitats arrecifales y de manglar en Puerto Rico; Furtado (1969) para aguas del nordeste del Brasil. Las variaciones con el presente estudio se basan principalmente en la composición relativa de los porcentajes

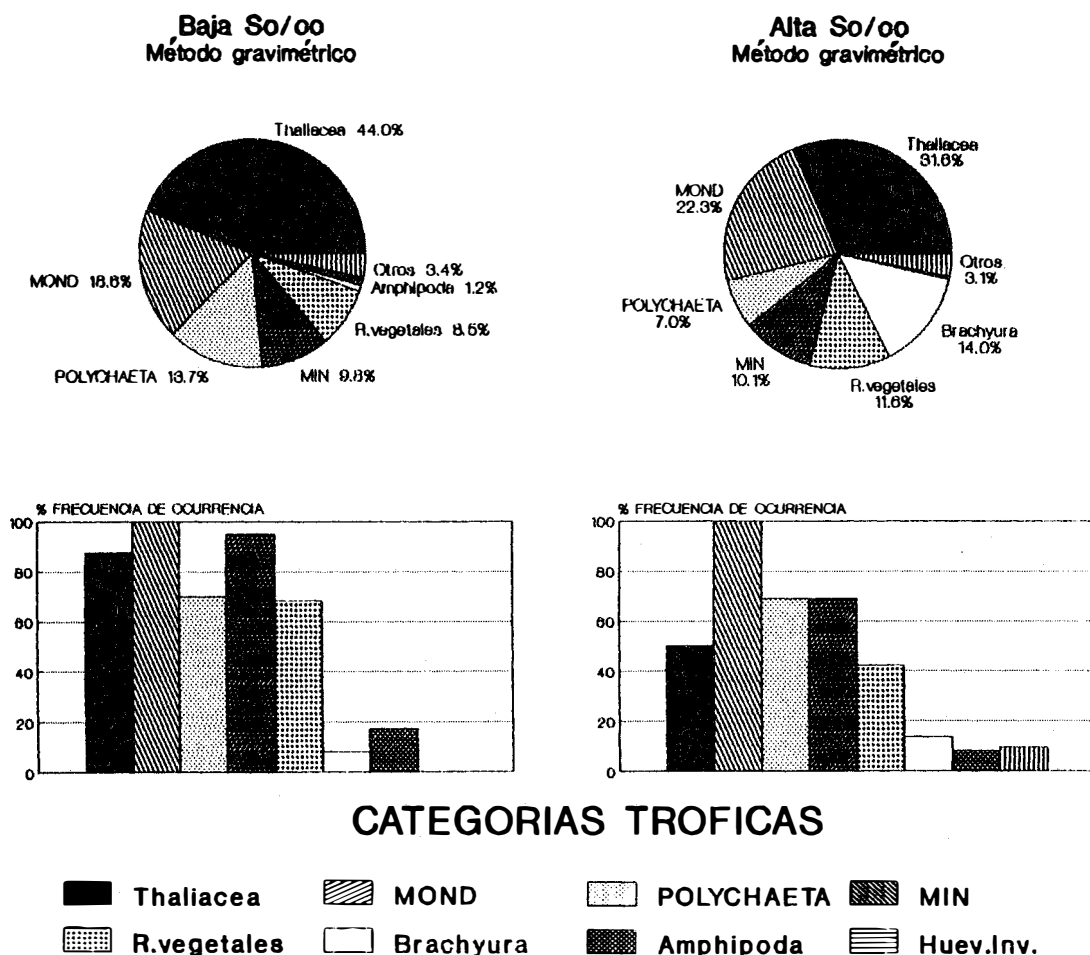


Fig. 9. Gravimetría porcentual y frecuencia de presencia de las categorías tróficas de *E. melanopterus* para los períodos de baja y alta salinidad.

presentados por los autores antes citados, no considerándose necesario repetirlas aquí. Este análisis destaca el comportamiento alimentario más bien oportunista de esta familia. Las adaptaciones estructurales, fisiológicas y de conducta que exhiben los gerreidos, formuladas evolutivamente, son la respuesta al ambiente muy fluctuante, pulsátil, de los ecosistemas acuáticos que habitan. Estos ciclos ocasionan, como lo señalan Mann (1982) para sistemas de manglar y Galvis *et al.* (1989) para planos inundables, una acentuada variabilidad del alimento disponible y un aumento de la diversidad de elementos susceptibles de ser consumidos. De acuerdo con esta diversidad, las mojarras se pueden considerar como peces eurípagos, dados su amplio espectro trófico

(Cuadro 2) y su dieta mixta y variable. Un componente importante es la considerable proporción de material con bajo valor alimenticio (arcilla, arena, restos de escamas, espinas y conchas). La presencia de este tipo de materiales generalmente indigeribles es, según Margalef (1982), indicativo de organismos micrófagos que se alimentan de modo poco activo, indiscriminada y continuamente, de alimentos que se encuentran en pequeñas proporciones. El tipo de alimentación de las especies aquí estudiadas no se ajusta estrictamente a esta definición, ni a la macrofagia también definida por ese autor. Las mojarras, como lo señalan así mismo González-Sansón y Rodríguez-Viñas (1983), presentan características intermedias, pues consumen activamente

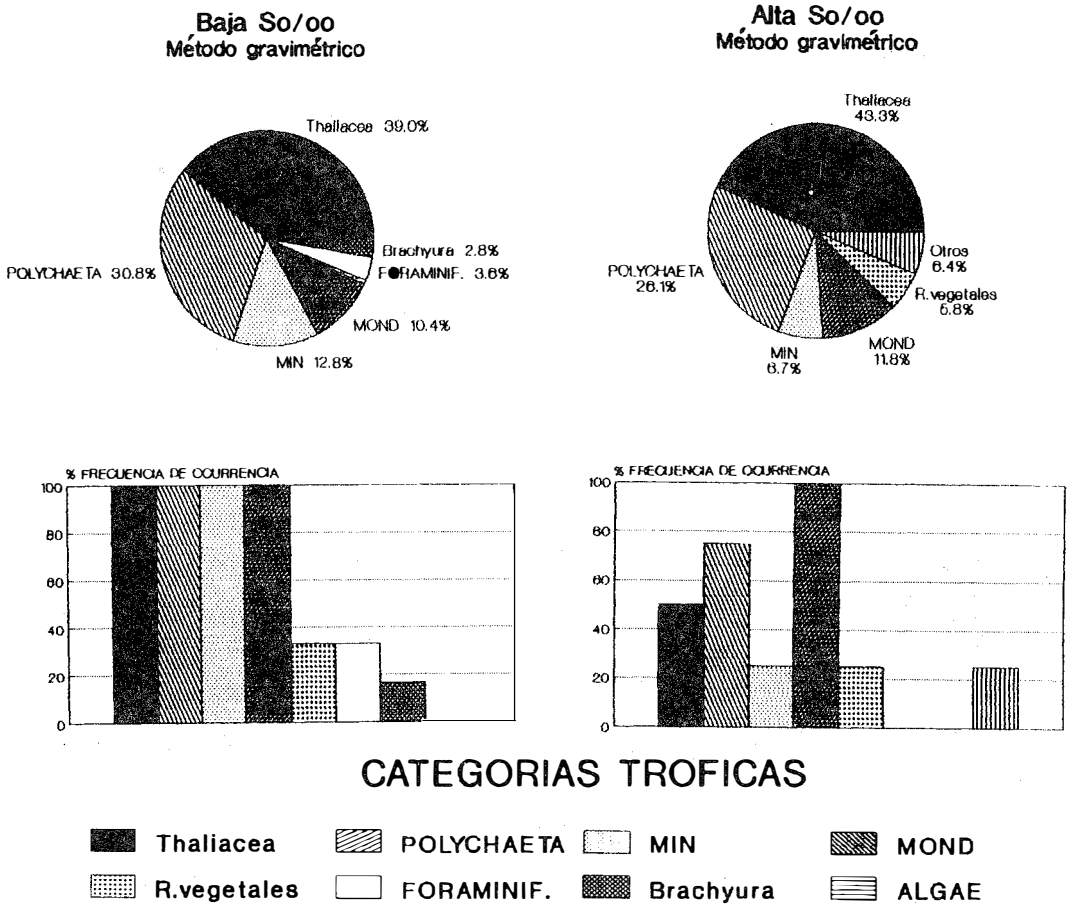


Fig. 10. Gravimetría porcentual y frecuencia de presencia de las categorías tróficas de *E. harengulus* para los periodos de baja y alta salinidad.

alimentos con alto contenido energético, y carecen de estructuras para concentrar y filtrar el alimento, propias de organismos macrófagos.

**Alimento natural y relaciones tróficas:**

Los estudios sobre relaciones tróficas de peces pueden efectuarse al menos desde dos puntos de vista: (1) la selectividad como resultado de la preferencia por el alimento y la disponibilidad de las presas, y (2) las relaciones de competencia entre especies que cohabitan (Prejs 1981). El primer tipo requiere de un conocimiento aproximado de la abundancia relativa de las presas en el ambiente; el segundo de un conocimiento detallado de la composición del alimento de las especies. Sobre ese último aspecto se basó este estudio; en las Figs. 13 y 14 se indican los dendrogramas de similitud

entre dietas. Con base en la matriz gravimétrica, se advierte una menor coincidencia entre la dieta de la mojarra rayada y los otros gerreidos; sin embargo, la presencia de categorías especialmente frecuentes entre esa especie y *G. cinereus* (*M. sallei*, poliquetos, insectos), señala que los dendrogramas a partir de la frecuencia o del IIR, indican más apropiadamente la medida de similitud interespecífica de las dietas. Estos dendrogramas también muestran una composición de categorías tróficas similar para *D. auratus* y las dos especies antes citadas. Por su parte, la marcada similitud en la composición del alimento consumido por las especies menores (*D. rhombeus* y *Eucinostomus* spp.) es igualmente indicada para todos los análisis. Esta aparente superposición de dietas no indica

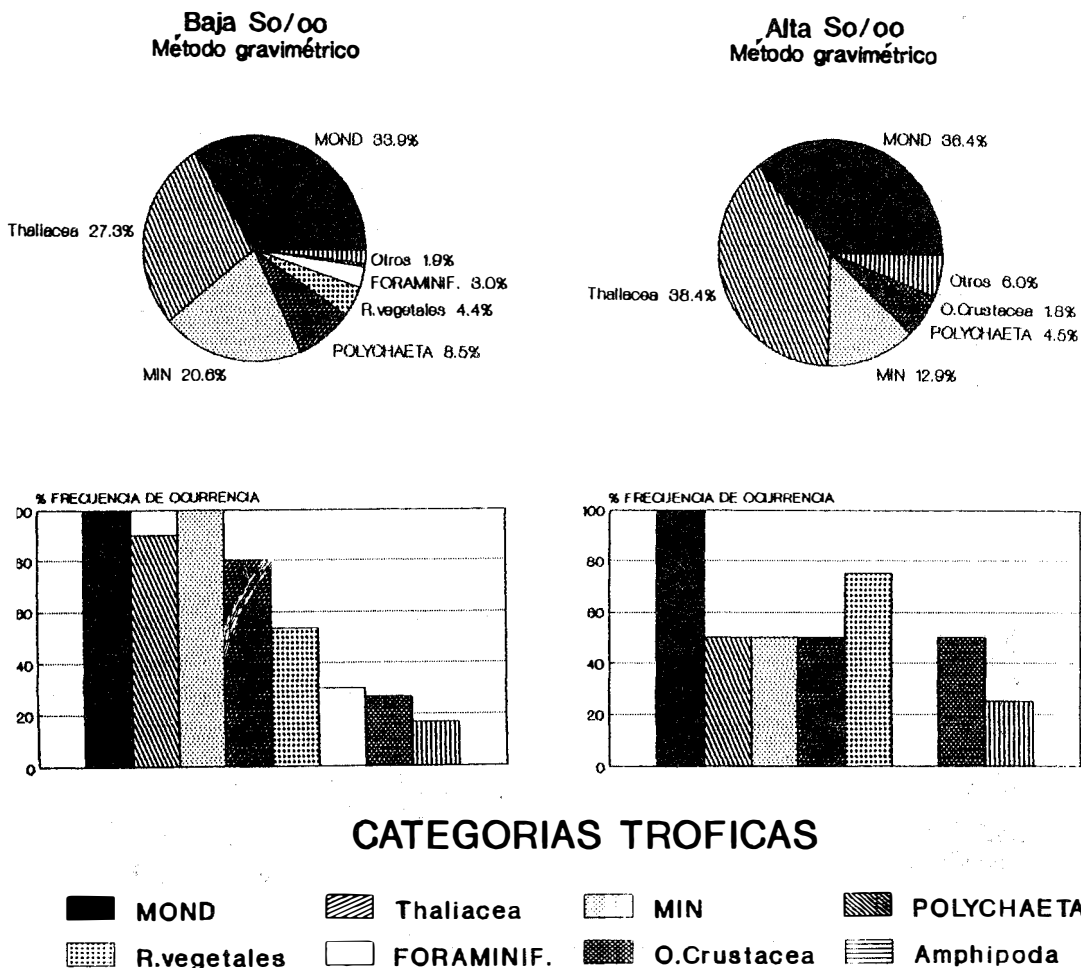


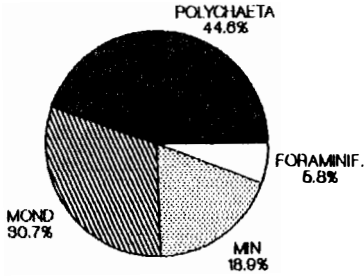
Fig. 11. Gravimetría porcentual y frecuencia de presencia de las categorías tróficas de *E. argenteus* para los períodos de baja y alta salinidad.

forzosamente que las especies están compitiendo por el alimento, pues se observa una segregación espacial (Santos-Martínez y Acero 1991, Arenas-Granados y Acero 1992). La mojarra rayada se distribuyó prácticamente en toda la CGSM al igual que *D. rhombeus*; pero estas dos especies se alimentan aparentemente en momentos diferentes y no de las mismas presas: *E. plumieri* en horas diurnas hasta finales de la tarde principalmente de bivalvos (Arenas-Granados y Acero 1993) y *D. rhombeus* en la noche con una dieta de poliquetos, restos vegetales, detritus y algunos moluscos. Las otras mojarra presentan una distribución restringida a la zona estuarina de la CGSM cerca de la Boca de la Barra y el norte de la laguna. Como lo señala Pianka (1982), la abun-

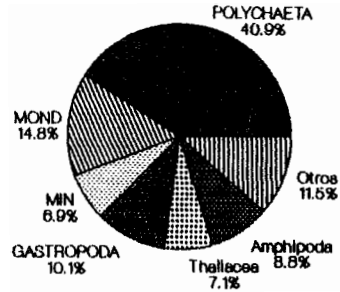
dancia de los recursos y la distribución diferencial del tamaño del alimento en las dietas puede intervenir disminuyendo la competencia; es posible, entonces, que la competencia entre las especies de mojarra esté reducida en la zona estuarina. Según Cosel (1986), la abundancia y diversidad de invertebrados bentónicos se incrementa en sentido sur-norte en la CGSM, independientemente de la época del año. La densidad elevada de presas potenciales en esta área puede favorecer entonces la coexistencia de las especies, minimizando así la competencia interespecífica.

**El ambiente y la alimentación:** Las observaciones de campo y el análisis de contenidos estomacales de estos gerreidos indican

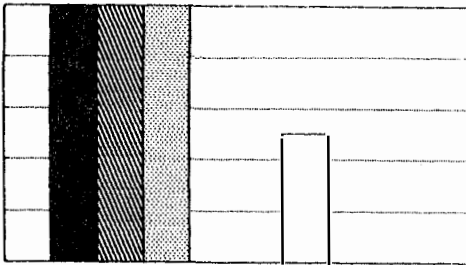
**Baja So/oo**  
Método gravimétrico



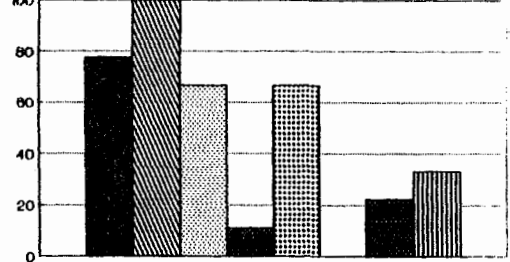
**Alta So/oo**  
Método gravimétrico



% FRECUENCIA DE OCURRENCIA



% FRECUENCIA DE OCURRENCIA



### CATEGORIAS TROFICAS



Fig. 12. Gravimetría porcentual y frecuencia de presencia de las categorías tróficas de *E. gula* para los períodos de baja y alta salinidad.

una notable adaptación de estas especies a sus condiciones ambientales, permitiendo un

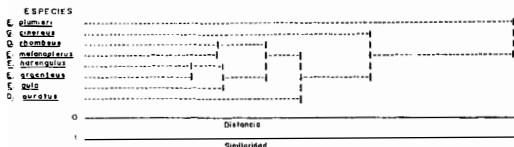


Fig. 13. Dendrograma de similitud entre dietas de las especies de acuerdo con el índice de Bray-Curtis, construido con el método de ligamiento promedio grupal. La matriz de los datos se elaboró con base en los valores del método gravimétrico (%G).

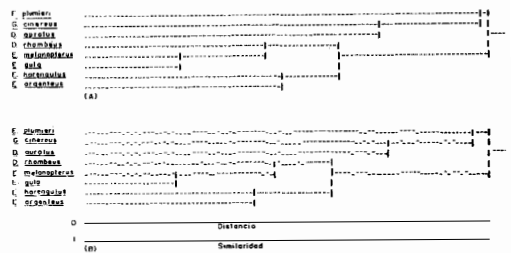


Fig. 14. Dendrogramas de similitud entre dietas de las especies de acuerdo con el coeficiente de correlación por rangos de Spearman, construidos con el método de ligamiento promedio grupal. (A) La matriz de datos se elaboró con base en los valores del método frecuencial (%F). (B) La matriz de datos se elaboró con base en el índice de importancia relativa (IIR) modificado de Yáñez-Arancibia *et al.* (1976).

eficiente aprovechamiento de la oferta energética pulsátil de la laguna. Se pueden distinguir dos áreas de alimentación de acuerdo con la estructura del hábitat: los arrecifes de guajarras y conchas y los fondos de arena y arena-fango al norte de la laguna (Fig. 1). Se presentan cambios en la composición del alimento de las especies de acuerdo al hábitat y a la disponibilidad relativa de alimento, variando como un factor estacional y espacial de las fluctuaciones en la densidad de las presas. Esta variación en la diversidad y abundancia de pequeños invertebrados bentónicos está estrechamente relacionada con los cambios periódicos de salinidad, que limitan la distribución de la fauna bentónica de la laguna. Las poblaciones de invertebrados asociados a bancos de ostras, alimento principal de la mojarra rayada en la CGSM, están constituidas básicamente por formas eurihalino-marinas o estenohalino-marinas, halladas sólo temporalmente en la laguna, cuando la salinidad es alta. Similares fluctuaciones estacionales de la densidad de presas potenciales han sido observadas en estuarios y lagunas costeras de otras latitudes (Odum y Heald 1972, Stoner 1980). La frecuencia numérica mayor de tubos digestivos llenos de *E. plumieri*, *G. cinereus* y *D. rhombus* (Figs. 2, 4 y 6), durante la época de alta salinidad, sugiere que esta especie presentan una actividad alimentaria diferencial, incrementándose durante este período y reduciéndose cuando la salinidad es baja. Posiblemente, análisis dietarios de un mayor número de especímenes de las otras especies señalen comportamientos similares; su distribución restringida a la zona estuarina de la Boca de la Barra, que presenta la mayor concentración de invertebrados bentónicos especialmente en alta salinidad (Cosel 1986), puede ser una prueba de ello.

#### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte de la tesis presentada por el primer autor y codirigida por el segundo como requisito parcial para optar al título *Magister Scientiae*, Programa de Biología Marina, Universidad Nacional de Colombia/Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betín (INVEMAR); financiación provino parcialmente del Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología

(COLCIENCIAS). Se agradece especialmente la dirección y asesoría brindada por P. Cala y la importante ayuda de N. H. Campos y S. Zea.

#### RESUMEN

Se describen los hábitos alimentarios de las ocho especies de gerreidos de la Ciénaga Grande de Santa Marta. En el estudio de 365 peces se aplicaron tres métodos de análisis del alimento consumido: gravimétrico, frecuencia y un índice de importancia relativa. Las mojarras son peces omnívoros y eurípagos que se alimentan de un amplio espectro trófico, principalmente de pequeños invertebrados bentónicos (bivalvos, gastrópodos, ostrácodos, copépodos, poliquetos) sobre bancos de ostras en el interior de la Ciénaga y sobre sustratos de arena y arena-fango en el sector de mayor influencia mariana. La competencia interespecífica parece estar notablemente disminuida por la segregación espacial de las poblaciones y la variación nictimeral de la actividad alimentaria; se observó que esta actividad se intensifica en el período de alta salinidad.

#### REFERENCIAS

- Aguirre-León, A. & A. Yáñez-Arancibia. 1986. Las mojarras de la Laguna de Términos: taxonomía, biología, ecología y dinámica trófica (Pisces: Gerreidae). An. Inst. Cienc. Mar Limnol. Univ. Nal. Autón. México 13: 369-444.
- Aguirre-León, A., A. Yáñez-Arancibia & F. Amezcua-Linares. 1982. Taxonomía, diversidad, distribución y abundancia de las mojarras de la Laguna de Términos, Campeche (Pisces: Gerreidae). An. Inst. Cienc. Mar Limnol. Univ. Nal. Autón. México 9: 213-250.
- Angell, Ch. 1976. Una contribución a la biología de la mojarra *Eugerres plumieri*. Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle 36: 297-310.
- Arenas-Granados, P. & A. Acero P. 1992. Taxonomía, distribución y manejo de las mojarras (Pisces: Perciformes: Gerreidae) de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombia). Bol. Ecotrópica 26 (en prensa).
- Arenas-Granados, P. & A. Acero P. 1993. Ontogenetic and seasonal variation in the food of the striped mojarra, *Eugerres plumieri*, with notes on two other species of gerreids. Fish. Bull. 91 (en prensa).
- Austin, H.M. 1968. Some aspects of the biology of two Puerto Rican mojarras (Pisces: Gerreidae). M. Sc. Thesis, Univ. Puerto Rico, Mayagüez. 114 p.

- Austin, H.M. 1971. The feeding habits of some juvenile marine fishes from the mangroves in western Puerto Rico. *Carib. J. Sci.* 2: 171-178.
- Barnes, R.D. 1985. *Zoología de los invertebrados*. Nueva Interamericana, México. 1157 p.
- Carr, W.E.S. & C.A. Adams. 1973. Food habits of juvenile marine fishes occupying seagrass beds in the estuarine zone near Crystal River, Florida. *Trans. Am. Fish. Soc.* 102: 511-539.
- Carvalho, F.M. 1980. Alimentação do mapara (*Hypophthalmus edentatus* Spix, 1829) do lago do Castanho, Amazonas (Siluriformes, Hypophthalmidae). *Acta Amazónica* 10: 545-555.
- Cervigón, F. & A. Gómez. 1986. Las lagunas litorales de la Isla Margarita. *Com. Inv. Cientif. Univ. Oriente Nva. Esparta, Venezuela*. 89 p.
- Cosel, R.v. 1986. Moluscos de la región de la Ciénaga Grande de Santa Marta (costa del Caribe colombiano). *An. Inst. Inv. Mar. Punta de Betín* 15-16: 79-370
- Dawes, J.C. 1986. *Botánica marina*. Limusa, México. 673 p.
- Digby, P.G.N. & R.A. Kempton. 1987. *Multivariate analysis of ecological communities*. Chapman & Hall, Londres. 106 p.
- Furtado, E. 1969. Alimentação de peixes en aguas estuarias do estado do Ceará. *Arq. Cienc. Mar.* 9: 111-114.
- Galvis, G., J.I. Mojica & F. Rodríguez. 1989. Estudio ecológico de una laguna de desborde del Río Metica. Fondo FEN Colombia/Univ. Nal. Colombia, Bogotá. 164 p.
- González-Sansón, G. & C. Aguilar-Betancourt. 1983a. Comparación del método frecuencial con otros métodos de análisis del contenido estomacal en peces. *Rev. Inv. Mar.* 4: 105-122.
- González-Sansón, G. & C. Aguilar-Betancourt. 1983b. Análisis del coeficiente de correlación por rangos de Spearman como índice de similitud en los estudios sobre comunidades de peces. *Rev. Inv. Mar.* 4: 123-136.
- González-Sansón, G. & L. Rodríguez-Viñas. 1983. Alimentación natural de *Eugerres brasiliensis* (Cuvier) y *Gerres cinereus* (Walbaum) (Pisces: Gerreidae) en las lagunas costeras de Tunas de Zaza, Cuba. *Rev. Inv. Mar.* 4: 91-94.
- Gosner, K.L. 1971. *Guide to identification of marine and estuarine invertebrates*. Cape Hatteras to the Bay of Fundy. Wiley, Nueva York. 693 p.
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. *J. Fish Biol.* 17: 411-429.
- IGAC. 1973. *Monografía del Departamento de Magdalena*. Min. Hacienda Crédito Público. Inst. Geogr. Agustín Codazzi, Bogotá. 162 p.
- Kerschner, B.A., M.S. Peterson & R.G. Gilmore, Jr. 1985. Ecotopic and ontogenetic trophic variation in mojarras (Pisces: Gerreidae). *Estuaries* 8: 311-322.
- Mann, K.H. 1982. *Ecology of coastal waters. A systems approach*. Univ. California Press, Berkeley. 322 p.
- Margalef, R. 1982. *Ecología*. Omega, Barcelona. 951 p.
- Meglitsch, P.A. 1978. *Zoología de invertebrados*. Blume, Madrid. 906 p.
- Needham, J.G. & P.R. Needham. 1978. *Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces*. Reverté, Barcelona. 135 p.
- Odum, W.E. & E.J. Heald. 1972. Trophic analysis of an estuarine mangrove community. *Bull. Mar. Sci.* 22: 671-738.
- Pianka, E.R. 1982. *Ecología evolutiva*. Omega, Barcelona. 363 p.
- Prejs, A. 1981. *Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces*. Univ. Central Venezuela. Inst. Zool. Trop., Caracas. 129 p.
- Randall, J.E. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. *Stud. Trop. Oceanogr.* 5: 665-847.
- Remane, A., V. Storch & U. Welsch. 1980. *Zoología sistemática*. Omega, Barcelona. 637 p.
- Roldán, G. 1988. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Fondo FEN Colombia/COLCIENCIAS/Univ. Antioquia, Bogotá. 217 p.
- Santos-Martínez, A. & A. Acero P. 1991. Fish community of the Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombia): Composition and zoogeography. *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 2 (3): 247-263.
- Sneath, P.H. & R.R. Sokal. 1973. *Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification*. Freeman, San Francisco. 573 p.
- Stoner, A.W. 1980. Feeding ecology of *Lagodon rhomboides* (Pisces: Sparidae): Variation and functional responses. *Fish. Bull.* 78: 337-352.
- Wiedemann, H.U. 1973. Reconnaissance of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia: Physical parameters and geological history. *Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient.* 7: 85-119.
- Williams, A.B. 1984. *Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast of the Eastern United States, Maine to Florida*. Smith. Inst. Press, Washington. 550 p.
- Windell, J. & S.H. Bowen. 1978. Methods for study of fish diets based on analysis of stomach contents, p. 219-225. *In* T. Bagenal (ed.). *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. Inst. Biol. Press, Oxford.
- Yáñez-Arancibia, A. 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico mexicano. *Publ. Esp. Centro Cienc. Mar Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 2: 1-306.
- Yáñez-Arancibia, A., J. Curiel-Gómez & V.L. de Yáñez. 1976. Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichthys caereulescens* (Gunther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México (Pisces: Ariidae). *An. Centro Cienc. Mar. Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 3: 125-180.