

Ictiofauna juvenil de fondos blandos durante la transición de "secas" a lluvias en la costa pacífica de Colombia

Andrés Velasco y Matthias Wolff

Centro de Ecología Marina Tropical (ZMT), Fahrenheitstr. 1, 28359 Bremen, Alemania. Fax 04212208330.
Internet: avelasco@uni-bremen.de mwolff@zmt.uni-bremen.de

Recibido 11-I-1999. Corregido 16-IX-1999. Aceptado 22-IX-1999.

Abstract: Based on ichthyoplankton research along the southern Pacific coast of Colombia, which revealed high concentrations of fish larvae in this area, a juvenile fish survey was conducted in shallow waters (<10 meter water depth) during the transition period from dry to wet season (July 21 to July 31, 1994). The twelve sampling stations, were distributed in front of the four main of this coastline, where the highest concentrations of juvenile fish were expected. At each sample station, three 15 min oblique hauls were conducted every 8 hours using a bottom trawl for juvenile fish of 4 mm mesh size; 53 species in 20 families were identified (21 not known as adults in the area). They were distributed as follows: Sciaenids (11), Ariids (7), Pristigasterids (6), Engraulids (6), Carangids (5), Clupeids (2), Soleids (2), Batrachoidids (2), Tetraodontids (2), Urolophids (1), Polynemids (1), Synodontids (1) and Taeniopedids (1). This ichthyofauna is common in open tropical estuaries. Abundances and biomass were 0.35 ind./m³ and 1.61 g/m³ respectively, higher than in other tropical shallow water systems. The niches of the 25 species whose abundance (A) and biomass (B) contributed 97.5 % and 93.3 % respectively to the total catches were: (1) pelagic-neritic (53 % A, 34 % B); (2) demersal-pelagic (18 % A, 28 % B); (3) demersal (22 % A, 23 % B) and (4) benthic (8 % A, 15 % B). The Shannon-Weaver diversity index in the four subareas ranged from 0.89 to 1.1, within the range reported for other tropical American estuarine systems. An ordination analysis (non-metric Multi-Dimensional Scaling, MDS) of the data revealed significant differences in the species composition between day and night and an important association among some species. Station position, tides and environmental parameters did not markedly influence species composition. It is concluded that: (1) The area surveyed represents an important nursery and growth habitat for juvenile fish of many species that are more common as adults over soft bottoms in deep waters of the continental shelf; (2) this shallow soft bottom fish community is clearly separated from those species inhabiting intertidal salt marshes, interior bays and mangrove areas; and (3) some of the fish species commonly living in rocky and reef habitats in adult stages, spend their juvenile stage over shallow water soft bottoms. These results confirm a rather strong niche separation between juvenile and adults fish species stages in tropical waters.

Key words: Nurseries, juvenil fish assemblages, fish diversity, estuaries, multivariate analysis, Colombian Pacific Coast.

Desde finales de los años 80 se han realizado prospecciones dirigidas a evaluar los recursos pesqueros de la plataforma continental (20-200 m) de la costa pacífica colombiana en el marco de la cooperación técnica internacional (Anónimo 1987, 1988). El estudio de las

aguas someras de menos de 20 m de profundidad, las cuales no fueron incluidas en las primeras expediciones, han comenzado a ser estudiadas más recientemente en el marco de la cooperación técnica europea para la pesca (Anónimo 1991, 1995).

Los estudios de López & Bussing (1982), Bartels *et al.* (1984), Bussing & López (1993, 1996) y Wolff (1996) constituyen los antecedentes recientes más importantes en el estudio de la ictiofauna adulta de la región del Pacífico Centro-oriental. Un primer inventario de la ictiofauna marina adulta comercial a lo largo de la costa pacífica colombiana (Rubio 1988) arrojó 284 especies de 55 familias. El presente estudio tiene como objetivos: 1. Iniciar un inventario de las especies de juveniles de peces en las aguas someras (≤ 10 m) frente a la parte sur ($4^{\circ}30'N-77^{\circ}21'W$ y $1^{\circ}53'N-78^{\circ}35'W$) de la costa pacífica colombiana, 2. Analizar posibles diferencias en la ocurrencia de ciertas especies de la comunidad de juveniles de peces a lo largo del gradiente geográfico y entre el día y la noche y 3. Comparar el espectro de especies de juveniles de peces capturados con el de la ictiofauna juvenil y adulta de fondos blandos registrada en la literatura.

A través de la comparación entre la composición de la fauna capturada de especies de juveniles de peces con la de la ictiofauna adulta de fondos blandos registrada en la zona, se pone a prueba la hipótesis de Yáñez-Arancibia & Sánchez-Gil (1988), la cual supone una mayor separación de los hábitats de juveniles y adultos en los ecosistemas tropicales que en los de latitudes más elevadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: El área de estudio se extiende desde los $04^{\circ}30'03''N-77^{\circ}21'48''W$ hasta los $01^{\circ}53'00''N-78^{\circ}35'00''W$ (Fig. 1) y comprende cuatro subáreas de: 1) Delta del río San Juan (estaciones El Venado, Togoroma y Chavica), 2) Golfo de Tortugas (estaciones Raposo, Cajambre y Nayita), 3) Bahía de Guapi (estaciones Cuerval, Guapi y Basán) y 4) Bahía de Tumaco (estaciones Salahonda, Isla Gallo y Curay). Las tres estaciones dentro de cada subárea están separadas cerca de 10 millas entre sí y se encuentran en aguas someras alrededor de una milla de la costa. El criterio para la selección de las 12 estaciones ubicadas en aguas someras

frente a estuarios abiertos bordeados de manglares en la parte sur de esta costa fue el haber encontrado en ellas con anterioridad mayores concentraciones de ictioplancton (Rueda *et al.* 1992, Beltrán *et al.* 1994, Zapata *et al.* 1995).

Los 1300 km de costa pacífica colombiana pertenecen al Golfo de Panamá y sus partes norte y sur se diferencian topográfica, oceanográfica, climática e hidrográficamente. La parte sur del Pacífico colombiano se caracteriza por la presencia de 22 ríos (Ramírez y Bustos, 1976) que transportan cerca de 350×10^9 m³/año de sedimentos al área costera, los cuales junto con el clima cálido (promedio anual de $25-27^{\circ}C$, Sánchez *et al.* 1997) y una alta precipitación anual de 1 000-4 000 mm favorecen el crecimiento de bosques de manglar (Prahel *et al.* 1990) altamente productivos (10 - 14 t/ha/año, Alvarez-León 1993).

Estrategia de muestreo y proceso de las muestras: La toma de muestras se efectuó del 21 al 31 de julio de 1994. Para ello se empleó un cúter del Instituto de Pesca y Acuicultura INPA (1.2 m de calado). Para las capturas se utilizó una red de investigación para juveniles de peces de 12 m de largo, 4.6 m² de abertura de boca y 4 mm de ojo de malla en el copo, la cual fué arrastrada circularmente a media agua con ayuda de un cabrestante en aguas someras (≤ 10 m de profundidad) sobre estrato arenoso-fangoso durante 10-15 min a una velocidad de cerca de 1.5 nudos. El volumen del agua filtrada se midió con un contador de flujo fijado a uno de los cabos de la red. En cada estación fueron realizados tres arrastres oblicuos con cerca de ocho horas de diferencia y se midieron los parámetros ambientales de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y profundidad.

Los peces se preseleccionaron por familias y/o especies y se fijaron en una solución de agua de mar al 7 % de formol neutralizado con bórax. La identificación taxonómica de los peces se realizó en el laboratorio bajo un binocular con la ayuda de claves (Fischer 1978, Whitehead 1985, Whitehead *et al.* 1988; Rubio 1988), una lista (López & Bussing 1982) y una guía ilustrada de peces del Pacífico centroamericano (Bussing & López 1993, 1996).

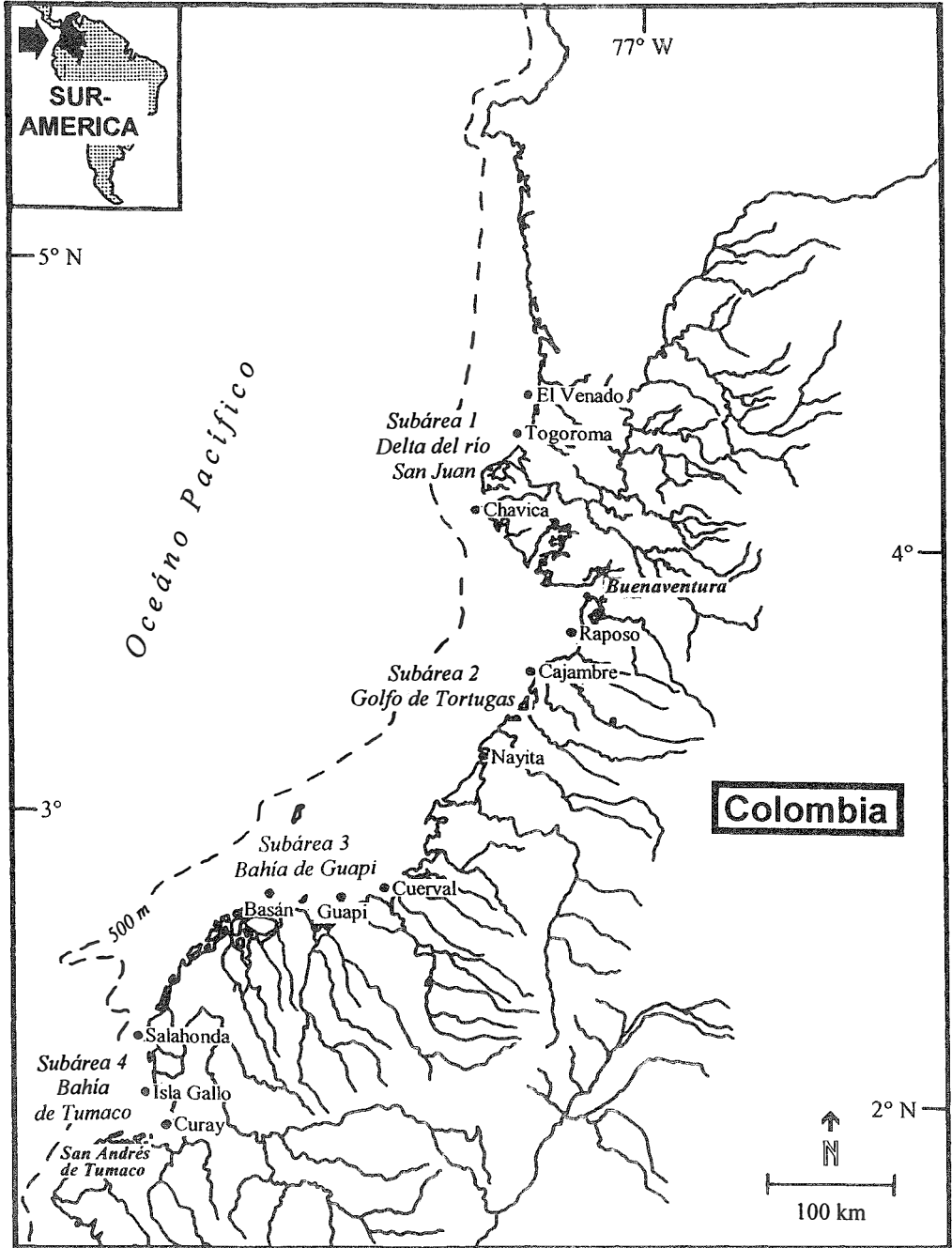


Fig. 1. Área total de estudio con la ubicación de las cuatro subáreas muestreadas y sus doce estaciones (localidades).
 Fig. 1. Total study area and location of four subareas with the 12 respective stations (place names).

Análisis de datos: Los valores de abundancia y biomasa de cada muestra fueron convertidos a 1000 m³ de agua filtrada. Las muestras tomadas entre las 06:00 y 18:00 hr fueron consideradas como diurnas y las tomadas entre las 18:00 y 06:00 hr como nocturnas.

La representatividad de las capturas de la comunidad de peces muestreada fué averiguada por medio de una curva del número de muestras contra el número acumulado de familias. La comparación de las cuatro subáreas muestreadas y la caracterización de la estructura de la comunidad de juveniles de peces en toda el área de muestreo, fueron efectuadas con base en los datos de abundancias y biomasa de las diferentes especies por medio de un análisis multivariado de las capturas. De este modo se pudieron comprobar diferencias día-noche en la composición específica de las capturas, como también describir determinadas asociaciones de especies. Posteriormente se compararon los espectros de la ictiofauna juvenil marino-estuarina encontrada con el de la ictiofauna adulta de fondos blandos registrada para la plataforma continental sobre estrato arenoso-fangoso.

Para el análisis multivariado se elaboraron sendas matrices de especies y estaciones basadas en el valor descriptivo de $p = (B/A)^{0.73} \times A$, una expresión de la combinación de las abundancias y biomasa de Warwick & Clarke (1993), la cual relativiza la importancia de especies abundantes con bajas biomasa y especies raras con mayores pesos. Con la ayuda del programa PRIMER (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) se calcularon las similaridades con base en el empleo del coeficiente de Bray-Curtis y se emplearon los métodos gráficos del análisis de dendrogramas y de escalamiento multidimensional no métrico NMDS (Field *et al.* 1982). El dendrograma de especies se elaboró con base en los valores de "p" de las 25 especies cuyas abundancias y biomasa representaron respectivamente 97.5 % y 93.3 % del total de las abundancias y biomasa. Para el dendrograma de estaciones se emplearon los valores de "p" de todas las pescas a nivel de familia, a fin de poder tener en cuenta las especies raras de grandes depredadores como congrios, barbetas, lenguados, peces

lagarto, tembladores y rayas de aguijón. Los dendrogramas se elaboraron con valores de similaridad clasificados por rango para facilitar su comparación con los resultados de los gráficos NMDS (Clarke 1993). Por recomendación de Clarke & Warwick (1994a) se estandarizaron los datos debido a las marcadas diferencias de las abundancias y biomasa entre las muestras, y para evitar una sobreestimación del significado de las especies raras se transformaron los datos por medio de la aplicación de la raíz cuarta (Clarke & Green 1988). La determinación de diferencias significativas de las agrupaciones en los dendrogramas según grupos de especies, grupos de estaciones del día o la noche, o de marea baja o alta se efectuó por medio del test ANOSIM (Analysis of Similarities, Clarke & Warwick 1994b). Por medio del test SIMPER (Similarity Percentages, Clarke & Warwick 1994a) se averiguaron las familias de peces responsables de las agrupaciones día-noche en el dendrograma de estaciones. Los datos de los parámetros medioambientales de cada estación fueron correlacionados con los de las biomasa por medio del coeficiente por rangos de Spearman. La diversidad se calculó de acuerdo con el índice numérico de Shannon & Weaver (1949) y se comparó con los valores registrados de otros estuarios americanos.

RESULTADOS

En total fueron identificados 2 729 juveniles de peces (intervalo total de tallas 4 a 16 cm) de 53 especies pertenecientes a 20 familias (Cuadro 1). Veintiún especies de trece familias no fueron hasta ahora registradas como adultos en el área de estudio. Las abundancias y biomasa promedio para toda el área de muestreo fueron de 0.35 Ind./m³ y 1.61 g/m³. Veinticinco especies de once familias sumaron 97.5 % de las abundancias y 93.3 % de las biomasa totales. Once especies estuvieron presentes en el 28 % de todas las pescas. La relación entre el número de muestras y el número acumulado de familias indica que la ictiofauna juvenil capturada está bien representada en las 36 muestras (Fig. 2).

CUADRO 1

Lista de juveniles de peces capturados entre el 21 y el 31 de julio de 1994 frente a cuatro estuarios abiertos en la parte sur de la costa pacífica colombiana, con sus respectivos intervalos totales de tallas, abundancia, biomasa y frecuencia de ocurrencia.

TABLE 1

List of juvenil fish species caught between July, 21 and 31, 1994 in four nearshore habitats off the southern Colombian Pacific coast, with their respective total length range, abundance, biomass, and frequency of occurrence.

Especies	Rango de talla (cm)	n	% Abundancia	Peso total (g)	% Biomasa	% de Frecuencia de ocurrencia
<i>Neopisthopterus tropicus</i> *	4.0 - 11.0	604	22.1	1 124.6	9.2	58.3
<i>Opisthopterus equitorialis</i>	4.0 - 14.5	240	8.8	1 350.8	11.1	52.8
<i>Chloroscombrus orqueta</i>	7.0 - 15.5	192	7.0	1990.4	16.3	52.8
<i>Anchoa nasus</i> *	4.0 - 7.0	530	19.4	669.5	5.5	47.2
<i>Anchoa lucida</i> *	4.0 - 11.5	376	13.8	522.6	4.3	44.4
<i>Selene peruvianus</i>	8.5 - 12.0	59	2.2	590.8	4.8	36.1
<i>Anchoa panamensis</i> *	6.5 - 12.0	58	2.1	298.1	2.4	36.1
<i>Oligoplites refulgens</i>	7.0 - 13.0	48	1.8	353.9	2.9	36.1
<i>Sphaeroides trichocephalus</i> *	4.5 - 7.0	92	3.4	425.3	3.5	33.3
<i>Anchoa spinifer</i>	5.0 - 13.5	42	1.5	190.2	1.6	33.3
<i>Stellifer zestocarus</i>	4.0 - 14.0	78	2.9	669.9	5.5	27.8
<i>Porichthys greneei</i> *	4.0 - 8.5	94	3.4	249.6	2.0	25.0
<i>Anchoa starksi</i> *	8.0 - 10.5	25	0.9	184.4	1.5	19.4
<i>Stellifer oscitans</i>	5.0 - 14.0	29	1.1	381.4	3.1	16.7
<i>Lile stolifera</i>	7.5 - 12.5	27	1.0	231.9	1.9	16.7
<i>Opisthopterus dovii</i>	4.0 - 13.5	10	0.4	19.4	0.2	16.7
<i>Arius troschelli</i> ?	7.5 - 15.5	20	0.7	360.2	3.0	13.9
<i>Lepodidium microlepis</i> *	10.5 - 15.0	17	0.6	226.1	1.9	13.9
Cynoglossidae	9.0 - 14.0	5	0.2	44.0	0.4	13.9
<i>Pomadasyus nitidus</i>	9.0 - 13.0	16	0.6	306.0	2.5	11.1
<i>Parapsettus panamensis</i>	8.0 - 9.5	9	0.3	180.2	1.5	11.1
<i>Opisthonema libertate</i> *	11	7	0.3	95.3	0.8	11.1
<i>Larimus effulgens</i>	8.0 - 13.0	5	0.2	78.6	0.6	11.1
<i>Polydactylus approximans</i>	5.0 - 13.5	5	0.2	48.0	0.4	11.1
<i>Bagre</i> sp.	8.0 - 16.0	2	0.1	34.4	0.3	11.1
<i>Stellifer furthii</i>	4.5 - 12.5	30	1.1	197.1	1.6	8.3
Sciaenidae	4.5 - 7.0	5	0.2	7.2	0.1	8.3
<i>Cetengraulis mysticetus</i>	10.0 - 13.0	3	0.1	43.1	0.4	8.3
<i>Bagre pinnimaculatus</i>	9.0 - 16.0	40	1.5	464.1	3.8	5.6
Ariidae sp. ¹	8.0 - 14.5	22	0.8	250.7	2.1	5.6
<i>Cathorops multiradiatus</i>	12.0 - 14.5	5	0.2	115.5	0.9	5.6
<i>Cynoscion squamipinis</i>	7.0 - 9.0	2	0.1	7.2	0.1	5.6
<i>Ophioscion scierus</i>	11.5 - 12.0	2	0.1	30.4	0.2	5.6
<i>Selene brevoortii</i>	13.5	2	0.1	49.8	0.4	5.6
<i>Trinectes</i> sp.*	8.5	2	0.1	22.5	0.2	5.6
Soleidae*	8.5	2	0.1	17.0	0.1	5.6
<i>Urotrygon</i> sp.*	14.5 - 19.0	2	0.1	64.2	0.5	5.6
Ariidae sp. ²	9.5 - 15.0	4	0.1	64.4	0.5	2.8
<i>Porichthys margaritatus</i> *	8.5 - 12.5	3	0.1	36.2	0.3	2.8
<i>Synodus sechurae</i>	4	2	0.1	0.6	0.0	2.8
<i>Opisthopterus macrops</i> *	6	1	0.0	1.0	0.0	2.8
<i>Arius seemanni</i> *	15.5	1	0.0	51.2	0.4	2.8
<i>Macrodon mordax</i>	11.5	1	0.0	7.4	0.1	2.8
<i>Menticirrhus nasus</i>	13	1	0.0	21.6	0.2	2.8
<i>Stellifer ericymba</i>	6	1	0.0	1.6	0.0	2.8
<i>Stellifer mancorensis</i> *	13.5	1	0.0	44.3	0.4	2.8
<i>Selene</i> sp.*	10.5	1	0.0	21.5	0.2	2.8
<i>Gobioides peruanus</i> *	7.5	1	0.0	1.6	0.0	2.8
<i>Hippoglossina</i> sp.*	10	1	0.0	11.4	0.1	2.8
<i>Sphaeroides annulatus</i> *	7	1	0.0	7.9	0.1	2.8
<i>Narcine brasiliensis</i>	13	1	0.0	36.6	0.3	2.8
Indeterminado ¹	7.5	1	0.0	5.4	0.0	2.8
Indeterminado ²	5.5	1	0.0	1.6	0.0	2.8
Suma		2 729	100	12 208.5	100	100

* especies de juveniles capturados, no registrados como adultos en la zona de estudio.

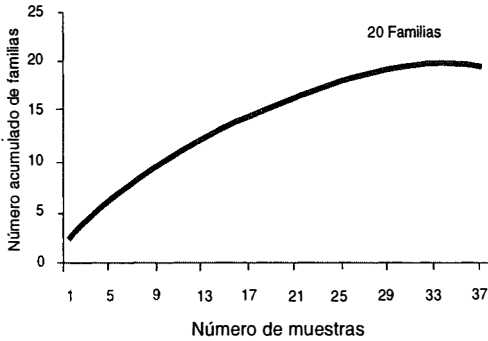


Fig. 2. Número de muestras *versus* número acumulado de familias de la ictiofauna juvenil.
 Fig. 2. Number of samples *versus* cumulative number of families found.

Diferencias día-noche en la composición de las capturas y asociaciones de especies: El análisis de dendrogramas y el NMDS dieron como resultado una clara división en la composición por especies de las capturas del día y de la noche (ANOSIM-Test: 0.4 %, significativo) y tres grupos de asociaciones de especies (ANOSIM-Test: 0.0 %, altamente significativo) pertenecientes a familias de diferentes nichos ecológicos (Fig. 3).

Las similitudes averiguadas por medio del test SIMPER arrojaron básicamente especies pelágico-neríticas en el día (grupo de estaciones en el centro del dendrograma)

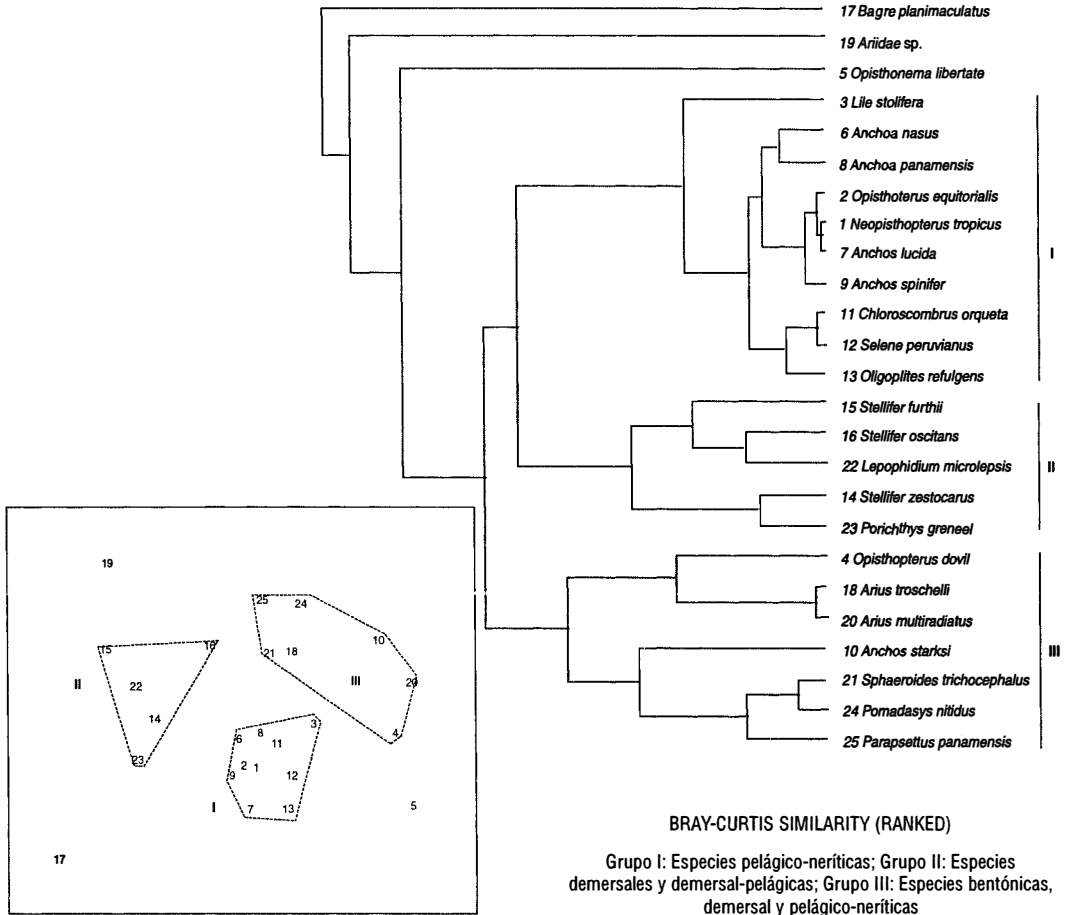


Fig. 3. Dendrograma de estaciones (arriba) y gráfico NMDS (escalamiento multidimensional no métrico, abajo) con los valores de p de todas las pescas de la ictiofauna juvenil muestreada.
 Fig. 3. Station cluster (top) and MDS (non-metric Multi-Dimensional Scaling, bottom) with p-values of the juvenile fish fauna of all catches.

y pelágico-neríticas, demersal-pelágicas, demersales y bentónicas en la noche (grupos de estaciones superior e inferior) (Fig. 4). Las siguientes familias fueron responsables por la similaridad dentro de los tres grupos de estaciones (entre paréntesis la similaridad media

en porcentaje): a) Grupo de estaciones nocturno de abajo (54.5 %): Sciaenidae (26.8 %), Carangidae (15.2 %), Pristigasteridae (15.1 %), Engraulidae (12.2 %), Ariidae (12.9 %) Tetraodontidae (7.63 %) y Haemulidae (2.73 %); b) Grupo de estaciones nocturno

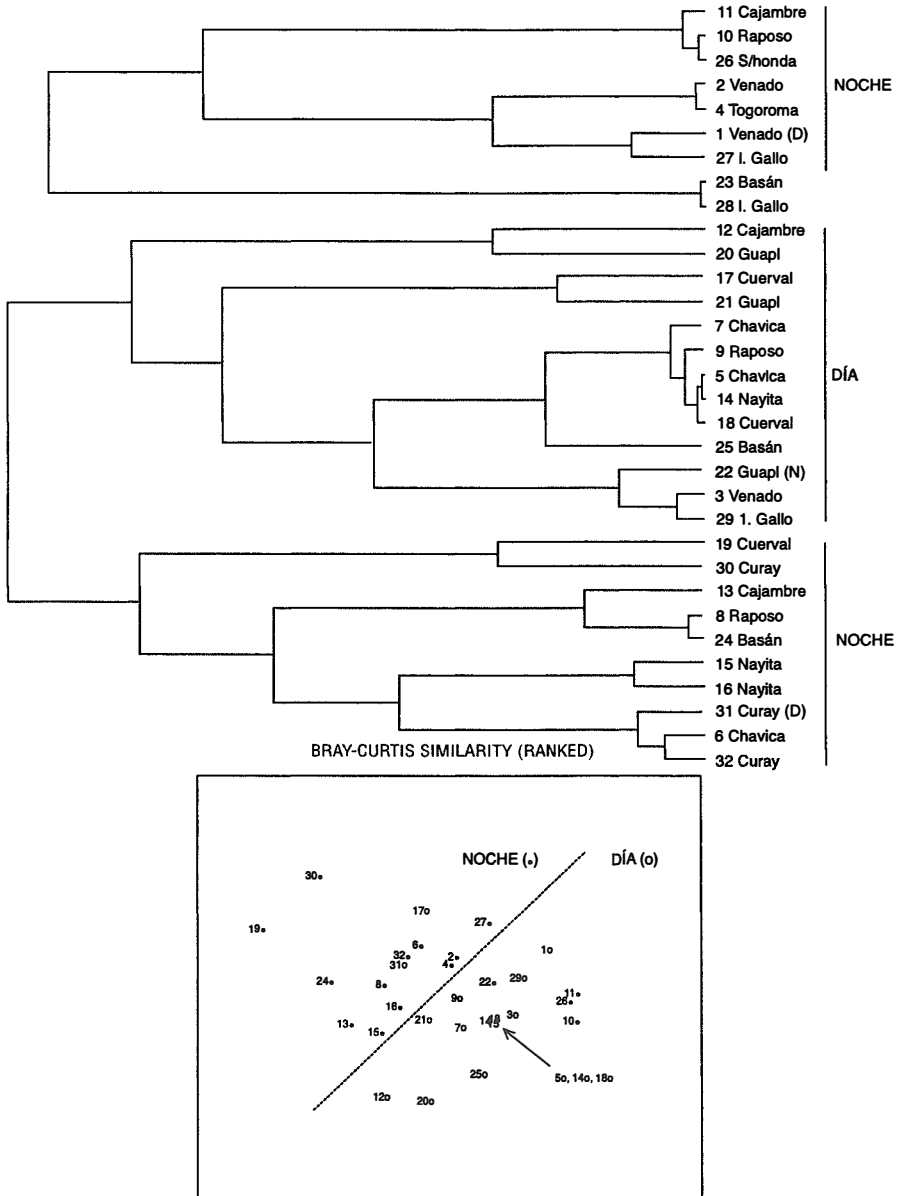


Fig. 4. Dendrograma de estaciones (arriba) y gráfico NMDS (escalamiento multidimensional no métrico, abajo) con los valores de p (de las 25 especies dominantes de la ictiofauna juvenil.

Fig. 4. Station cluster (top) and MDS (non-metric Multi-Dimensional Scaling, bottom) with p-values of the 25 dominant juvenile fish species.

de arriba (46 %): Pristigasteridae (46.8 %), Engraulidae (37 %) y Carangidae (1.9 %), Batrachoididae (7.4 %) y Sciaenidae (5.7 %); c) Grupo de estaciones diurnas en el centro (57.2 %): Carangidae (42.1 %), Pristigasteridae (27.4 %) y Engraulidae (27.3 %).

Las sardinas *Opisthopterus equitorialis* y *Neopisthopterus tropicus* formaron junto con las anchoas *Anchoa lucida* y *A. spinifer* y los jureles *Chloroscombrus orqueta*, *Selene peruvianus* y *Oligoplites refulgens* un primer grupo de especies pelágico-neríticas. Las corvinas *Stellifer furthii*, *S. oscitans* y *S. zestocarus*, formaron junto con el congrio *Lepophidium microlepis* y el pez sapo *Po-*

richthys greenei un segundo grupo de especies típicas de profundidad media (demersal-pelágicos). Los bagres (bentónicos) *Arius troschelli* y *C. multiradiatus*, el pez globo *Sphoeroides trichocephalus*, el roncador *Pomadasys nitidus* y la palma *Parapsettus panamensis* (demersal-pelágicos) formaron junto con la sardina *Opisthopterus dovii* y la anchoa *Anchoa starksi* (pelágico-neríticos) un tercer grupo de especies de toda la columna de agua (Fig. 3). Con base en todo lo anterior se ha bosquejado la estructura trófica de la comunidad de juveniles peces de fondos blandos en el sur de la costa pacífica colombiana (Fig. 5).

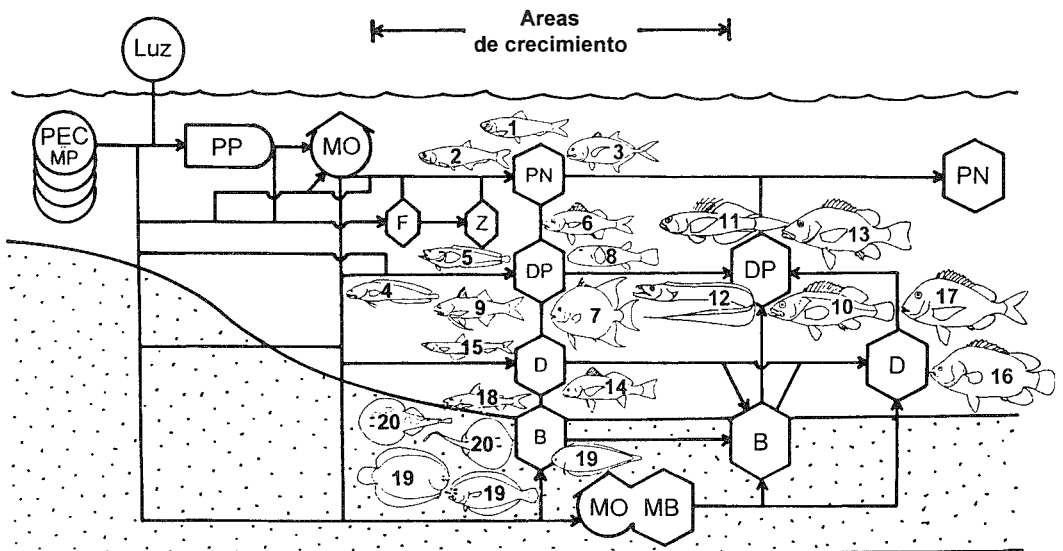


Fig 5. Esquema de la estructura trófica de la comunidad íctica juvenil de fondos blandos frente a la costa pacífica colombiana. PEC=procesos ecológicos costeros. MP=mecanismos de producción. PP=producción primaria. MO=materia orgánica. Z=zooplancton (copépodos calanoideos y ciclopoideos, quetognatos, decápodos, ostrácodos, larvas de peces, etc.). F=fitoplancton (diatomeas, dino y silicoflagelados). MB=microbiota. PN=componentes pelágico-neríticos. Arenques (1), sardinas (2), jureles (3). DP=componentes demersal-pelágicos. Congrios (4), pez sapo (5), roncadores (6), palmas (7), tamboriles (8), barbetas (9), cabrillas (10), gobios (11), cintas (12), pargos (13). D=componentes demersales. Corvinas (14), peces lagarto (15), berrugates (16), sargos (17). B=componentes bentónicos. Bagres (18), lenguados (19), tembladores y rayas de agujijón (20) (modificado de Yáñez-Arancibia & Sánchez-Gil 1988).

Fig 5. Diagram of the trophic structure of the juvenil fish community of soft bottoms off the Colombian Pacific coast. PEC=coastal ecological processes. MP=production mechanisms. PP=primary production. MO=organic material. Z=zooplankton (copepods, calanoids and cyclopoids, chaetognaths, decapods, ostracods, fish larvae, etc.). F=phytoplankton (diatoms, dino- and silicoflagellata). MB=microbiota. PN=pelagic-neritic components. Herrings (1), anchovy (2), jacks (3). DP=demersal-pelagic components. Cusks (4), toadfishes (5), grunts (6), spadefishes (7), puffers (8), bobos (9), groupers (10), gobys (11), cutlassfishes (12), snappers (13). D=demersal components. Croakers (14), lizards (15), tripletails (16), porgies (17). B=benthic components. Catfishes (18), flatfishes (19), rays (20) (modified from Yáñez-Arancibia & Sánchez-Gil 1988).

DISCUSIÓN

El espectro de especies encontrado en los cuatro sistemas estudiados corresponde a una ictiofauna juvenil característica de aguas someras marino-estuarinas. Ella está conformada predominantemente por especies pelágico-costeras y demersales como ha sido descrita por Pauly (1985) para estuarios tropicales abiertos de fondos blandos. La mayor parte de las especies de esta ictiofauna juvenil se encuentra como adulta, con algunas excepciones, sobre fondos arenoso-fangosos en aguas más profundas de la plataforma. Tal es el caso de diferentes especies de juveniles pertenecientes a las familias de las corvinas, bagres y rayas de agujón, como jureles, tamboriles, peces perro y peces lagarto encontradas en las aguas del área de estudio entre 0-10 m de profundidad, las cuales se encuentran como adultos en el pacífico Centro-oriental a diferentes profundidades hasta los 100 m. Otras especies de juveniles encontradas en el presente trabajo migran como adultos aún a profundidades mayores de 100 m, como por ej. el pez perro (Wolff 1996), lo cual sugiere que en el área de estudio se desarrollan también peces de hábitats más profundos. Algunas especies de juveniles encontradas viven como adultas sobre fondos rocosos o arrecifes de coral, como por ej. el roncador *Pomadasys nitidus*, la palma, *Parapsettus panamensis* y el congrio *Lepopheidium microlepis* (Rubio 1988), u otros manglares, como por ej. el tamboril *Sphoeroides annulatus* y el bagre *Arius semanni* (Szelistowski 1990).

De acuerdo con las diferencias encontradas en la composición de las capturas del día a la noche se asume una migración vertical nocturna de los juveniles de especies demersal-pelágicas (Sciaenidae, Tetraodontidae y Haemulidae), demersales (Batrachoididae) y béntónicas (Ariidae) en las aguas someras. La no significancia encontrada para las diferencias en la presencia de especies a lo largo del gradiente geográfico y en la correlación entre los datos de los parámetros medioambientales y los de las biomásas, se debe muy probablemente a las

similitudes en la composición por especies frente a los cuatro estuarios abiertos estudiados y la homogeneidad de sus características ambientales en el corto tiempo de la colecta.

La presencia en las capturas de juveniles de especies no registradas como adultos en la zona, así como la ausencia de juveniles de especies eurihalinas de fondos blandos de los hábitats aledaños (charcos intermareales, manglares y bahías internas) registradas en la literatura, cuyos adultos prefieren otros tipos de sustrato, demuestran una clara separación de los hábitats de juveniles y adultos en el área de estudio confirmando la hipótesis de la separación de los hábitats de los juveniles y los adultos (Fig. 5):

- ◆ especies demersales de la familia Lobotidae, como por ej. berrugates (como juvenil en bahías internas o manglares y como adultos en áreas marino-estuarinas de fondo rocoso o arenoso);
- ◆ Xenichthyidae (Palometas): como juveniles en charcos intermareales de fondo rocoso y como adultos en arrecifes de coral (Rubio 1988);
- ◆ peces de aguas profundas de la plataforma como por ej. cabrillas (Serranidae): como juveniles en bahías internas y estuarios y como adultos sobre fondo rocosos y arrecifes; gobios (Gobiidae) y cintas (Trichiuridae): como juveniles en los manglares (Yáñez-Arancibia *et al.* 1985 y Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil 1986);
- ◆ peces del manglar como p.ej. pargos (Lutjanidae): como juveniles en charcos intermareales; Cyprinodontidae y Gobiosocidae (Szelistowski 1990);
- ◆ peces de lagunas costeras como por ej. lisas (Mugilidae): como juveniles de más de 3 cm incluso en aguas dulces de ríos y arroyos (Velasco & Villegas 1985); Geurreidae (Mojarras): como juveniles en aguas dulces; róbalos (Centropomidae): juveniles en la época de lluvias en charcos intermareales (Rubio 1988).

El índice de Shannon-Weaver (H') de la diversidad de la ictiofauna juvenil en los cuatro sistemas estuarinos estudiados arrojó valores medios en comparación con la de otros estuarios del Pacífico y Caribe americanos, los cuales oscilan entre 0.47 en el sur de California a 2.53 en el Caribe mexicano (Cuadro 2).

Estructura de la comunidad: Si bien las especies de juveniles capturadas reflejan todo el espectro adulto a nivel de familia reportado para las aguas someras de estrato arenoso-fangoso en el área de estudio, es de suponer que los predadores, en su mayoría grandes demersales y especies bentónicas, estén subestimados en las capturas con los arrastres a media agua. Ello explica en parte que los congrios (*Lepophidium microlepis*), barbetas (*Polydactylus approximans*), lenguados (*Cynoglossidae*, *Trinectes* sp. e *Hipoglossina* sp.), peces lagarto (*Synodus sechurae*), tembladores (*Narcine brasiliensis*) y rayas de aguijón (*Urotrygon* sp.) estuvieron representados apenas en un 2.5 % de las abundancias y 6.7 % de las biomásas totales. Los consumidores secundarios y

terciarios, como los bagres (*Bagre pinnimaculatus*, *Arius troschelli*, *C. multiradiatus* y *A. seemanni* y otras *Ariidae*) y corvinas (*Stellifer zestocarus*, *S. furthii*, *S. oscitans* y *S. mancoensis*) estuvieron sin embargo, mayormente representados respectivamente en las estaciones con los mayores aportes fluviales de los ríos Patía y Mira (las estaciones Cuerval y Basán en la Bahía de Guapi y las estaciones Curay e Isla Gallo en la Bahía de Tumaco). No obstante, una estimación de la biomasa media de juveniles en la columna de agua del área de estudio de aproximadamente 8 g/m² es relativamente alta comparada con otros valores de biomasa en aguas marino-estuarinas tropicales como por ej. de Longhurst (1957) para aguas costeras de Sierra Leona (7 g/m²), de Mines *et al.* (1986) para la bahía de San Miguel en las Filipinas (2.13 g/m²), y de Lohmeier (1987) para aguas someras tropicales en Indonesia (6 g/m²).

Claros variaciones en los parámetros ambientales descritas para el área en la literatura para la época de transición de la época de

CUADRO 2

Índices de diversidad (Hs) de algunas comunidades ictiofaunísticas de estuarios americanos.

TABLE 2

Diversity index (Hs) of several communities from different American estuaries.

Sistema	País	Región	Hs	Referencia
California central	California, USA	Pacífico	0.79-1.91	Horn 1980
Sur de California	California, USA	Pacífico	0.47	Allen y Horn 1975
Puerto de Los Ángeles	California, USA	Pacífico	0.65-2.08	Stephens <i>et al.</i> 1974
Bahía de Galveston	Texas, USA	Caribe	0.13-0.91	Bechtel y Copeland 1970
Estuario del río Mystic. USA	Massachusetts	Caribe	0.33-1.03	Haedrich y Haedrich 1974
Golfo de Nicoya	Costa Rica	Pacífico	2.29	León 1973
Golfo de Nicoya	Costa Rica	Pacífico	2.25	Araya 1988
Golfo de Nicoya	Costa Rica	Pacífico	1.68-2.98	Protti 1993
Pacífico mejicano	Méjico	Pacífico	2.53	Yáñez-Arancibia 1975
Laguna de Términos	Méjico	Caribe	2.5	Yáñez-Arancibia <i>et al.</i> 1980
Bahía de Jiquilisco	San Salvador	Pacífico	2.46	Phillips 1981
Bahía de Panamá	Panamá	Pacífico	0.85	D'Croze y Averza 1979
San Juan Delta	Colombia	Pacífico	0.94	este estudio
Golfo de Tortugas	Colombia	Pacífico	0.89	este estudio
Bahía de Guapi	Colombia	Pacífico	1.04	este estudio
Bahía de Tumaco	Colombia	Pacífico	0.91	este estudio
Pacífico SO colombiano	Colombia	Pacífico	1.1	este estudio

lluvias a la época seca en el mes de julio, como lo son el ascenso de los valores de salinidad, temperatura y transparencia del agua, el descenso de la materia orgánica disuelta transportada por los numerosos ríos (POM) (Martínez & Carvajal 1990) y el debilitamiento de la Corriente Colombia (Wooster 1959) marcan muy probablemente un reclutamiento de un mayor número de especies de peces en la época de transición de lluvias a secas que en el resto del año en el área de estudio, lo que se ha llamado hasta ahora empíricamente época de juveniles.

AGRADECIMIENTOS

Los resultados de este estudio forman parte de una tesis doctoral de la Universidad de Bremen, financiada por el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD). Los autores agradecen a Eduardo Del Real del Programa de Pesca UE/VECEP ALA 92/43 y Juan Valverde del Instituto Colombiano de Pesca y Acuicultura (INPA) por el apoyo logístico y financiero para el muestreo en Colombia.

RESUMEN

Con base en mayores concentraciones de plancton encontradas en la parte sur de la costa pacífica colombiana, se recolectó su ictiofauna juvenil en aguas someras (<10 m de profundidad) en la época de transición de secas a lluvias, frente a sus cuatro estuarios más importantes. El área de estudio comprendió 12 estaciones. En cada estación, se efectuaron entre el 21 y el 31 de julio de 1994 tres arrastres oblicuos de 15 min de duración, con aprox. ocho horas de diferencia, utilizando una red para juveniles de peces de 4 mm de ojo de malla en el copo. En total fueron capturadas 53 especies pertenecientes a 20 familias (21 de ellas no registradas hasta ahora como adultos en la zona). Éstas se distribuyeron como sigue: Sciaenidae (11), Ariidae (7), Pristigasteridae (6), Engraulidae (6), Carangidae (5), Clupeidae, Soleidae, Batrachoididae, Tetraodontidae (2 especies cada una), Bothidae, Cynoglossidae, Ophidiidae, Haemulidae, Ephipidiidae, Torpedinidae, Urolophidae, Polynemidae, Synodontidae y Taeniopodidae (1 especie). Esta ictiofauna es característica de estuarios abiertos. Las abundancias y biomásas medias fueron 0.35 Ind./m³ y 1.61 g/m³ respectivamente, valores comparativamente altos para aguas costeras tropicales. El agrupamiento de las 25

especies cuyas abundancias (A) y biomásas (B) representan respectivamente 97.5 % y 93.3 % del total de las capturas, de acuerdo a sus nichos ecológicos, arrojó la siguiente composición: 1. Pelágico-neríticas (53 % A; 34 % B) 2. Demersal-pelágicas (18 % A; 28 % B) 3. Demersales (22 % A; 23 % B) y 4. Bentónicas (8 % A; 15 % B). El índice de diversidad de Shannon-Weaver en las cuatro subáreas, varió entre 0.89 y 1.1 encontrándose dentro del rango reportado para otros estuarios americanos. La ordenación de los datos de las capturas (escalamiento multidimensional no métrico, NMDS) reveló diferencias día/noche en la composición específica y determinadas asociaciones de especies. La ubicación geográfica de las estaciones, la marea y los parámetros ambientales no jugaron un papel significativo en su distribución. Se concluye que: 1) el área estudiada representa una zona de crecimiento de una ictiofauna adulta típica de fondos blandos de aguas más profundas de la plataforma continental; 2) esta comunidad está claramente separada de la comunidad de juveniles de peces eurihalinos de fondos blandos típicos de charcos intermareales, manglares y bahías interiores y 3) algunas especies cuyos estadios juveniles transcurren sobre fondos blandos de las aguas someras, migran como adultas a hábitats rocosos o coralinos. Lo anterior confirma una mayor separación por nichos entre juveniles y adultos, para las especies de peces de aguas tropicales.

REFERENCIAS

- Allen, G. & H. Horn. 1975. Abundance diversity and seasonality of fishes in Colorado Lagoon, Alamitos Bay, California. *Estuarine Coast. Mar. Sci.* 3: 185-242.
- Alvarez-León, R. 1993. Mangrove ecosystems of Colombia: ITTO/ISME Technical Report Project PD 114/90(F), Part I Latin America. International Tropical Timber Organization and International Society for Mangrove Ecosystems, Yokohama, Japón. 38 p.
- Araya, H. 1988. Diversidad, distribución, abundancia y relaciones tróficas de peces en Estero Damas y Estero Palo Seco. Aguirre (Quepos), Parrita, Puntarenas. Costa Rica. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Bartels, C.E., K.S. Price, M.L. Bussing & W.A. Bussing. 1984. Ecological assessment of finfish as indicators of habitats in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Hydrobiologia* 112: 197-207.
- Bechtel, T.J. & B.J. Copeland. 1970. Fish species diversity indices as indicators of pollution in Galveston Bay, Texas. *Contrib. Mar. Sci.* 15: 103-132.
- Beltrán León, B.S., G.E. Ramos Tafur, J. C. Escobar Valde-rama & J.A. Tovar. 1994. Distribución y abundancia

- de huevos y larvas de *Opisthonema* sp. (Gill, 1861) y *Centegraulis mysticetus* (Günther, 1866) (Pisces: Clupeiformes) en el Pacífico colombiano durante enero de 1993. Bol. Cient. INPA (2): 181-199.
- Bussing, W. A. & M. I. López. 1993. Demersal and Pelagic Inshore Fishes of the Pacific Coast of Lower Central America. Rev. Biol. Trop. (Spec. Pub. 1). 164 p.
- Bussing, W. A. & M. I. López. 1996. Fishes collected during the Victor Hensen Costa Rica Expedition (1993/1994). Rev. Biol. Trop., 44, Suppl. 3:183-186.
- Anónimo. 1991. Cruceros hidroacústicos de evaluación de peces pelágicos pequeños en el Pacífico colombiano. Programa regional de cooperación técnica para la pesca Comunidad Económica Europea/Perú, Ecuador y Colombia, Bogotá, Colombia. CEE/PEC. 17 p.
- Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. Austral. J. Ecol. 18:117-143.
- Clarke, K.R. & R.H. Green. 1988. Statistical design and analysis for a biological effects study. Mar. Ecol. Prog. Ser. 46: 213-226.
- Clarke, K.R. & R.M. Warwick. 1994a. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, Plymouth, Inglaterra. 144 p.
- Clarke, K.R. & R.M. Warwick. 1994b. Similarity-based testing for community pattern: the two-way layout with no replication. Mar. Biol. 118: 167-176.
- D'Cross, L. & A. Averza. 1979. Observaciones sobre la abundancia y diversidad de las poblaciones de peces estuarinos en el Caribe de Panamá. Rev. Biol. Trop. 27: 189-201.
- Field, J.G., Clarke, K.R. & R.M. Warwick. 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. Mar. Ecol. Prog. Ser. 8: 37-52.
- Fischer, W. 1978. FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (fishing area 31). FAO, Roma, 150 p.
- Haedrich, R.L. & S.O. Haedrich. 1974. A seasonal survey of the fishes in the Mystic River, a polluted estuary in downtown Boston, Massachusetts. Estuarine Coast. Mar. Sci. 2: 59-73.
- Hernández & P. Chavance. 1985. Ecología de poblaciones de peces dominantes en estuarios tropicales: factores ambientales que regulan las estrategias biológicas y la producción, p. 311-366. In A. Yáñez-Arancibia (ed.). Fish community ecology in estuarine and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration. Univ. Nal. Autón. Mexico.
- Horn, M.H. 1980. Diel and seasonal variation in abundance and diversity of shallow - water fish populations in Morro Bay, California. Fish. Bull. 78: 759-770.
- Anónimo. 1988. Informe de la investigación sobre recursos pesqueros marítimos en la República de Colombia. Informe Técnico Agencia de Cooperación Internacional del Japón, Tokio. 509 p.
- León, P.E. 1973. Ecología de la ictiofauna del Golfo de Nicoya, Costa Rica, un estuario tropical. Rev. Biol. Trop. 21: 5-30.
- Lohmeier, U.P. 1987. Bestandskundliche Untersuchungen der Bodenfische des östlichen Indischen Ozeans im vorgelagerten Schelf der Inseln Sumatra, Jawa, Bali. Dissertation, Universität Kiel, Kiel, Alemania.
- Longhurst, A. 1957. Density of marine benthic communities off West Africa. Nature 179: 542-543.
- López M. I. & W. A. Bussing. 1982. Lista provisional de los peces marinos de la Costa Pacífica de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 30: 5-26.
- Martínez J.O. & J.H. Carvajal. 1990. Atlas de geomorfología y erosión de la costa pacífica colombiana (Valle, Cauca, Nariño). INGEOMINAS-PROGOG, Bogotá, Colombia. 167 p.
- Mines, A.N., Smith, I.R. & D. Pauly. 1986. An overview of the fisheries of San Miguel Bay, Philippines, p. 385-388. In J.L. McLean, L.B. Dizon & L.V. Hosillos (eds.). The First Asian Fisheries Forum. Asian Fisheries Society. Manila, Filipinas.
- Anónimo. 1987. Reports on Surveys with R/V Dr. Fridtjof Nansen: Prospecciones de los recursos pesqueros de la plataforma pacífica entre el sur de México y Colombia. NORAD/UNDP/FAO. Inst. of Mar. Research. Bergen, Noruega. 96 p.
- Pauly, D. 1985. Ecology of coastal and estuarine fishes in Southeast Asia: A Philippine case study, p. 499-514. In A. Yáñez-Arancibia (ed.). Fish community ecology in estuarine and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration. Univ. Nal. Autón. México. México, D.F.
- Phillips, P.C. 1981. Diversity and fish community structure in a Central America mangrove embayment. Rev. Biol. Trop. 29: 227-236.

- Prahl, H. von, Cantera, J.R. & R. Contreras. 1990. Manglares y hombres del Pacífico colombiano. FEN-COLCIENCIAS, Bogotá, Colombia. 193 p.
- Protti M. 1993. Dinámica estacional de la comunidad de peces en el interior del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Ramírez, A. & N. Bustos. 1976. Estudio preliminar de precipitación y caudales medios de la vertiente del Pacífico. Tesis de grado, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia.
- Rubio, E.A. 1988. Peces de importancia comercial para el Pacífico colombiano. Universidad del Valle, Cali, Colombia. 495 p.
- Rueda, C., B. E. Beltrán, F. E. Delgado & A. Velasco. 1992. Ictioplancton de las Familias Clupeidae y Engraulidae en el Pacífico colombiano. Crucecos PEC-PELAG 1991. Programa regional de cooperación técnica para la pesca CEE/PEC/MINAGRICULTURA ALA 87/21. Buenaventura, Colombia. 123 p.
- Sánchez Páez, H., Alvarez-León, R., Guevara Mancera, O.A., Zamora Guzmán, A., Rodríguez Cruz, H. & H.E. Bravo Pazmiño, 1997. Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Pacífico de Colombia. Informe técnico Proyecto PD/171/91 Rev. 2 (F) Fase 1, Organización Internacional de Maderas Tropicales, Ministerio del Ambiente y Asociación Colombiana de Reforestadores, Bogotá, Colombia. 343 p.
- Shannon, C.E. & W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press, Urbana. 119 p.
- Stephens, J.s. Jr., C. Terry, S. Subber & M.J. Allen. 1974. Abundance, distribution, seasonality and productivity of the fish populations in Los Angeles Harbor, 1972-73, p. 1-42. *In* Soule & Oguri (eds.). Marine Studies of San Pedro Bay, Part IV, Environmental Field Investigations, Allan Hancock Foundation Pub. USG-SG-6-72.
- Szelistowski, W.A. 1990. Importance of mangrove plant litter in fish food webs and as temporary, floating habitat in the Gulf of Nicoya. Ph.D. thesis, University of Southern California.
- Anónimo. 1995. Boletín VECEP Informa Nr. 1. Programa de pesca Unión Europea/Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú. UE/VECEP Lima, Perú. 18 p.
- Velasco Mora, A. & P.Z. Villegas. 1985. Aportes al conocimiento de la historia de vida de *Mugil incilis* (Hancock, 1830), *Mugil liza* (Valenciennes, 1836) y *Mugil curema* (Valenciennes, 1836) en la Ciénaga de Tesca. Tesis de grado, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia.
- Warwick, R.M. & K.R. Clarke. 1993. Comparing the severity of disturbance: a metaanalysis of marine macrobenthic community data. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 92: 221-231.
- Whitehead, P.J.P. 1985. Clupeoid Fishes of the World. *FAO Fish. Synop. No. 125, Vol. 7, Part 1.* Roma. 1-303 p.
- Whitehead, P.J.P., G.J. Nelson and T. Wongratana. 1988. Clupeoid Fishes of the World. *FAO Fish. Synop. No. 125, Vol. 7, Part 2.* Roma. 305-579 p.
- Wolff, M. 1996. Demersal fish assemblages along the Pacific coast of Costa Rica: a quantitative and multivariate assesment based on the Victor Hensen Costa Rica Expedition (1993/1994). *Rev. Biol. Trop.* Vol. 44 187-214: 187-214.
- Wooster, W.S. 1959. Oceanic observations in the Panama Bight, "Ascoy" expedition, 1941. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 118: 113-152.
- Yáñez-Arancibia, A. 1975. Sobre los estudios de peces en las lagunas costeras: Nota científica. *Anal. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.* 2: 53-60.
- Yáñez-Arancibia, A., F. Amezcua-Linares & J.W. Day. 1980. Fish community structure and function in Términos Lagoon. A tropical estuary in the southern Gulf of México, p. 465-482. *In* V. Kennedy (ed.) *Estuarine Perspectives.* Academic, Nueva York.
- Yáñez-Arancibia, A. 1984. Evaluación de la pesca demersal costera. *Ciencia y Desarrollo CONACYT*, 58: 61-71.
- Yáñez-Arancibia, A. 1985. Recursos demersales de alta diversidad en las costas tropicales: Perspectiva ecológica, p.17-38. *In* Yáñez-Arancibia, A. (ed.). *Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón.* Prog. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de Pesca. Univ. Nal. Autón. México.
- Yáñez-Arancibia, A., A.L. Lara Dominguez, A. Aguirre León, S. Díaz Ruiz, F. Amezcua-Linares, D. Flores Hernández & P. Chavance. 1985. Ecología de poblaciones de peces dominantes en estuarios tropicales: Factores ambientales que regulan las estrategias biológicas y la producción, p. 311-366. *In* A. Yáñez-Arancibia (ed.). *Fish community ecology in*

- estuarine and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration. Univ. Nal. Autón. México, México, D.F.
- Yáñez-Arancibia, A. 1986. Ecología de la zona costera: Análisis de siete tópicos. AGT. México. 190 p.
- Yáñez-Arancibia, A. & P. Sánchez-Gil. 1986. Los peces demersales de la plataforma sur del Golfo de México. Inst. Cienc. Mar Limnol. Univ. Nal. Autón. México, Publ. Esp. 9:1-230.
- Yáñez-Arancibia, A. & P. Sánchez-Gil. 1988. Ecología de los recursos demersales marinos. AGT, México. 228 p.
- Zapata Padilla L.A., B.S. Beltrán León & J.A.Tovar. 1995. Crucero de evaluación de huevos, larvas y adultos de pequeños pelágicos INPA/VECEP 9412. Programa regional de pesca INPA/VECEPALA 92/43. Buenaventura, Colombia. 23 p.