

ABUNDANCIA, DIVERSIDAD Y CATEGORÍA ECOLÓGICA DE LOS PECES EN ESTERO DAMAS Y ESTERO PALO SECO, COSTA RICA

Hubert Araya¹, Jorge Cabrera Peña², Maurizio Protti Quesada²
e Isaac A. Baldizón Fernández²

¹ Instituto Costarricense de la Pesca y Acuicultura.

² Laboratorio de Recursos Naturales y Vida Silvestre, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia 86-3000, Costa Rica.

ABSTRACT

We collected fishes from June of 1986 to February of 1987 at three sampling station; one in the Palo Seco estuary and the other two at Damas estuary (Damas and San Bosco), Central Pacific, Costa Rica. Water temperature didn't show significant differences between the Damas and San Bosco stations, but did show differences between Damas-Palo Seco and San Bosco-Palo Seco. The salinity changed significantly between the three stations and pH was very similar at all sites. We collected samples from 25 families, 39 genera and 54 species. Eighteen species are from all three sampling sites while seven came exclusively from Palo Seco; five from Damas and six from San Bosco. Out of all species collected, 7,41% are shared between Palo Seco and Damas; 3,70% between Palo Seco and San Bosco and 22,22% between Damas and San Bosco. Similarity analysis indicates that Damas and San Bosco stations share 41,40% of the species; while Palo Seco only showed 9,9% of common species with the group Damas-San Bosco. Most species are marine and they use these estuaries for breeding (42,59%) and feeding (40,74%). Freshwater specie, estuarines and occasional visitors are not well represented. The most diversity was found San Bosco and we found statistically significant differences in the H' values among all three stations. The most similarities were found between Damas and San Bosco stations, suggesting that these areas are under a stronger

influence from continental waters facilitating a better distribution of species. We concluded that the ichthyofauna from the studied estuaries is transitory at the sampling sites and that it is also heterogeneously distributed.

Key words: Ichthyofauna, abundance, species diversity, similarity coefficient, estuaries, Costa Rica.

RESUMEN

Se trabajó de junio de 1986 a febrero de 1987 en una estación de muestreo en el estero Palo Seco y en dos en el estero Damas (Damas y San Bosco), Pacífico Central, Costa Rica. La temperatura del agua no presentó diferencias significativas entre las estaciones Damas y San Bosco, pero sí entre Damas-Palo Seco y San Bosco-Palo Seco. La salinidad varió significativamente entre las tres estaciones y el pH no mostró diferencias significativas. Se recolectaron representantes de 25 familias, 39 géneros y 54 especies. De las especies, 18 comparten los tres sitios de muestreo, siete se hallaron únicamente en Palo Seco, cinco en Damas y seis en San Bosco. De las especies recolectadas, el 7,41% es compartido entre Palo Seco y Damas; el 3,70% entre Palo Seco y San Bosco y el 22,22% entre Damas y San Bosco. El análisis de similitud determinó que las estaciones Damas y San Bosco comparten un 41,40% de las especies; mientras que Palo Seco solamente presentó un 9,9% de especies

comunes con el grupo Damas-San Bosco. La mayoría de las especies encontradas fueron de origen marino que utilizan estos dos esteros como área de crianza (42,59%) y alimentación (40,74%); mientras que las de agua dulce, estuarinas y visitantes ocasionales están poco representadas. La mayor diversidad se encontró en San Bosco y se detectaron diferencias estadísticamente significativas en los valores de H' entre las estaciones. La mayor similitud de especies se presentó entre las estaciones Damas y San Bosco, lo que sugiere que estas áreas están bajo una mayor influencia de aguas continentales; lo que propicia que los peces estén más ampliamente distribuidos. Se deduce que la ictiofauna de los esteros estudiados es transitoria en los sitios de muestreo y que la misma se distribuye heterogéneamente.

INTRODUCCIÓN

Los estuarios tropicales son cuerpos de aguas someras, de volumen variable, con temperaturas mayores de 25 °C, con fondos predominantemente fango-arenosos y de topografía irregular, donde se mezclan las aguas de uno o varios ríos con aguas costeras y marinas. Estas características generan patrones variables de salinidad, los cuales están afectados por la precipitación, evaporación, escorrentía y mareas (Yañez-Arancibia 1978, Jiménez 1994). La salinidad, pH, oxígeno disuelto, conductividad, temperatura y turbidez del agua, textura y vegetación del fondo, corrientes, cambios oceanográficos y geomorfológicos (Bennett 1985, Stoner 1991, Jensen 1997, Borg *et al.* 1997, Mérigoux *et al.* 1998), así como aspectos de competitividad y depredación (Almeida *et al.* 1997, Tregenza y Thompson 1998), movimientos migratorios (Madrid *et al.* 1997) y las actividades humanas (Fausch *et al.* 1990, Minns *et al.* 1996, Gido *et al.* 1997), son factores que determinan la composición y distribución de la fauna en estos ecosistemas.

La diversidad de ambientes encontrados en los estuarios tropicales se refleja en la riqueza faunística presente en ellos, cumpliendo un papel importante en el ciclo de vida de algunos peces, como ruta para las especies migratorias (anádromos y catádromos) y un ambiente en el cual algunos permanecen durante toda su vida. La parte superior del estuario es colonizada por especies de agua dulce, mientras las áreas inferiores son penetradas

por peces marinos durante las mareas altas. Muchos peces entran a los estuarios en grandes cantidades y particularmente durante la parte temprana de su vida, permaneciendo en estos por un período variable según la especie (Claridge *et al.* 1986, Jiménez 1994).

Yañez-Arancibia (1978) señaló que en algunos países los sistemas lagunares o estuarinos representan, en su mayoría, un potencial de recursos pesqueros de considerable magnitud. Distintas pesquerías dependen de estas zonas y, por lo tanto, área y recursos conjuntamente son importantes en la producción de alimento.

Angermeier y Karr (1983) y Lyon y Schneider (1990) determinaron que la estructura de la comunidad de peces está fuertemente correlacionada con la distancia del sitio de muestreo y el océano, ancho del canal o río y profundidad, en especial para aquellos puntos donde la comunidad íctica está principalmente compuesta por especies de origen marino.

La mayor parte de los trabajos sobre ictiofauna estuarina de Costa Rica han sido orientados hacia la taxonomía, determinación de diversidad, abundancia y riqueza, con énfasis en la costa pacífica del país (López 1981, Alpírez 1985, López y Bussing 1982, Lyon y Schneider 1990) y, en particular, en el Golfo de Nicoya (Peterson 1956, León 1973, Bartels *et al.* 1983, Phillips 1983, Rojas *et al.* 1994, Protti *et al.* 1997), por ser esta zona de importancia pesquera y de impacto socioeconómico.

El objetivo de este trabajo fue determinar la abundancia, diversidad y categoría ecológica de los peces en los esteros Damas y Palo Seco, provincia Puntarenas, Costa Rica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trabajó con 3456 peces recolectados entre junio de 1986 y febrero de 1987 en dos estaciones de muestreo en el estero Damas (Damas y San Bosco) y una en el estero Palo Seco (Fig. 1). Se determinaron la temperatura con un termómetro de ± 0.1 °C, el pH con un peachímetro Orión Research Mod. 399A y la salinidad del agua con un refractómetro Reichert, con el objetivo de establecer su relación con la composición ictiofaunística de las áreas de muestreo. Se realizó un ANDEVA (Steel y Torrie 1985) para establecer si entre las estaciones de muestreo existen diferencias significativas

en los parámetros físico-químicos.

Los ejemplares fueron recolectados con un chinchorro de 25 metros de largo, 4 metros de alto, con una abertura de malla de 2,54 cm y con una bolsa central de 6 metros de profundidad y una red de arrastre de 5 metros de largo, 1,5 m de alto y una abertura entrenudos de 0,5 cm. Los muestreos se realizaron durante el día ($n = 3$) en marea alta, con tres lances por estación por arte de pesca ($n = 9$) y con una duración de quince minutos cada uno ($t = 90$ min).

Las muestras fueron preservadas en hielo y para su identificación se utilizaron las claves para peces de Castro-Aguirre (1978), López y Bussing (1982), Araya (1984), Orellana (1985), Rivas (1986) y Bussing (1987). El ordenamiento sistemático de las categorías familia, género y especie se basó en Nelson (1994) y fueron revisadas y actualizadas con base en los criterios de Eschmeyer (1998).

Las especies fueron catalogadas ecológicamente de acuerdo con el criterio propuesto por Yañez-Arancibia (1978) en: peces de agua dulce (PAD); peces estuarinos (PE); peces marinos que utilizan el estuario como área de crianza (PMAC); peces marinos que como adultos utilizan el estuario como zona de alimentación (PMAA); y peces visitantes ocasionales (PVO).

Para el estudio comparativo de distribución espacial de los taxa, se realizó un análisis de similitud a través del coeficiente de asociación de Jaccard (1908 *In*: Saiz 1980) por medio del programa computacional ACON3.BAS para calcular y resolver matrices de similitud (Navarro 1984).

Como indicador de la diversidad ictiológica se estimó la función Shannon-Wiener (H') con su respectiva varianza (Var) y se valoró la existencia de diferencias significativas en el valor de H' entre las estaciones de muestreo, siguiendo los criterios de Magurran (1988).

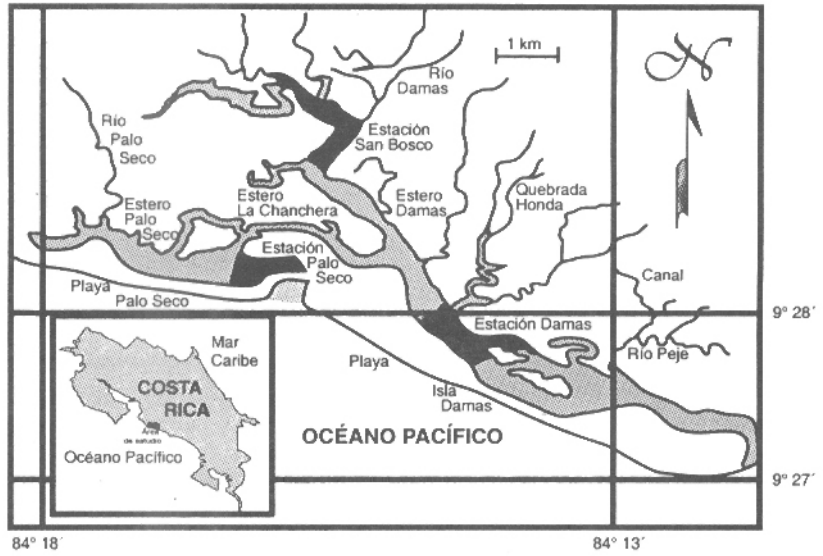


Figura 1. Zona de estudio: estaciones de muestreo (negro).

Los niveles de significancia escogidos para el establecimiento de diferencias estadísticamente significativas entre los valores de H' de los grupos en comparación son referidos según la siguiente simbología (Fowler *et al.* 1998):

- *: estadísticamente significativo ($p \leq 0.05$)
- ** : estadísticamente altamente significativo ($p \leq 0.01$)
- ***: estadísticamente muy altamente significativo ($p \leq 0.001$)

RESULTADOS

La distribución mensual de la temperatura del agua, salinidad y pH para las tres estaciones (Cuadro 1), mostró que las temperaturas más bajas se obtuvieron en la estación de muestreo San Bosco y las más altas en la estación Palo Seco. El análisis de varianza entre la temperatura de las estaciones determinó que no hay diferencias significativas entre la estación Damas y la estación San Bosco, pero sí entre las estaciones Damas-Palo Seco y San Bosco-Palo Seco ($p \leq 0.05$). Para la salinidad, se determinó que existen diferencias significativas entre las tres estaciones ($p \leq 0.01$); mientras que el pH no mostró diferencias significativas entre las estaciones ($p \leq 0.01$).

Se recolectó un total de 3456 ejemplares de peces, pertenecientes a 25 familias, 39 géneros y 54 especies (Cuadro 2). El 65,66% de las capturas para Palo Seco estuvo representado por *Lile stolifera* (34,52%) y *Anchoa walkeri* (31,14%), para la estación Damas, el 65,70% estuvo integrado por *Diapterus peruvianus* (43,42%), *Mugil curema* (12,39%) y *Gobiomorus maculatus* (9,89%) y, para la estación San Bosco, el 60,23% estuvo representado por *D. peruvianus* (27,20%), *L. stolifera* (16,74%) y *Anchoa panamensis* (16,29%).

De las 54 especies, 18 comparten los tres sitios de muestreo; mientras que siete se hallaron únicamente en el estero Palo Seco: *Tylosurus exilis*, *Hyporhamphus rosea*, *Lutjanus novemfasciatus*, *Cynoscion albus*, *Chaetodipterus zonatus*, *Citharichthys gilberti* y *Achirus scutum*; cinco especies solo se encontraron en la estación Damas: *Batrachoides pacifi*, *Agonostomus monticola*, *Oxyzygonectes dovii*, *Pomadasys bayanus* y *Pomadasys panamensis*; y seis especies fueron encontradas en la estación San Bosco: *Anchoa curta*, *Anchoa exigua*, *Centropomus unionensis*, *Epinephelus analogus*, *Lutjanus colorado* y *Micropogonias altipinnus*.

La mayoría de las especies encontradas se reconocieron como miembros de la categoría ecológica PMAC (42,59%) y PMAA (40,74%); mientras que las categorías PAD, PE y PVO presentan un 5,55% cada una.

Los valores de H' fueron de 1,95 ($\text{Var} = 1.610^{-2}$) para Palo Seco, de 2,24 ($\text{Var} = 2.310^{-2}$) para Damas y de 2,44 ($\text{Var} = 1.210^{-2}$) para San Bosco. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas en la ictiodiversidad entre las estaciones ($p \leq 0.01$) (Cuadro 3).

De las especies recolectadas, el 7,41%, es compartido entre Palo Seco y Damas; el 3,70% entre Palo Seco y San Bosco y el 22,22% entre Damas y San Bosco. El análisis de similitud determinó que las estaciones Damas y San Bosco comparten un 41,40% de las especies; mientras que Palo Seco solamente presentó un 9,9% de especies comunes con el grupo Damas-San Bosco.

DISCUSIÓN

Para las tres estaciones, el agua fue ligeramente ácida y la temperatura cálida, coincidiendo con los términos de referencia de Odum (1971) para los ambientes acuáticos, tropicales y costeros. San Bosco presentó una salinidad menor, posiblemente asociada con la mayor cantidad de ríos tributarios en la cuenca; Damas mostró un comportamiento intermedio, mientras que Palo Seco tuvo una mayor influencia marina.

De las especies reportadas en el presente estudio, 24 fueron encontradas en el Golfo de Nicoya, Costa Rica, por León (1973). Las especies

Cuadro 1
Distribución mensual de la temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (‰) y pH en las tres estaciones de muestreo

Mes	Estación San Bosco			Estación Damas			Estación Palo Seco		
	Temp.	Sal.	pH	Temp.	Sal.	pH	Temp.	Sal.	pH
Junio	27.0	10.0	6.3	27.0	9.0	7.5	29.5	20.0	7.3
Julio	29.0	8.0	6.8	28.5	14.0	6.8	29.0	20.0	7.0
Agosto	26.5	2.0	6.9	26.5	4.3	6.9	27.5	22.0	6.9
Setiembre	28.0	2.0	5.8	28.5	8.0	6.4	29.0	29.5	6.4
Octubre	28.5	2.0	6.5	29.0	6.0	6.7	29.0	28.0	6.9
Noviembre	26.5	1.0	6.3	26.0	4.0	6.5	30.0	30.0	7.0
Diciembre	28.0	9.0	6.7	29.5	14.0	6.5	29.5	30.0	6.1
Enero	28.5	10.0	6.6	28.5	12.0	6.6	30.0	30.0	6.4
Febrero	28.0	8.0	6.8	28.5	9.0	6.7	29.5	29.0	6.6

Cuadro 2
Número, abundancia relativa y categorías ecológicas de los peces recolectados en los esteros
Palo Seco (estación Palo Seco) y Damas (estaciones Damas y San Bosco)
($p \leq 0.01$), Puntarenas, Costa Rica

Familia/Especies	Palo Seco		Damas		San Bosco		Categoría ecológica
	N	%	N	%	N	%	
UROLOPHIDAE							
<i>Urotrygon munda</i>	1	0,09	1	0,10			PVO
ENGRAULIDAE							
<i>Anchoa curta</i>					2	0,15	PMAA
<i>A. exigua</i>					1	0,08	PMAA
<i>A. lucida</i>	23	2,10	81	7,77	2	0,15	PMAA
<i>A. panamensis</i>			8	0,77	215	16,29	PMAA
<i>A. walkiri</i>	341	31,14			3	0,23	PMAA
<i>Anchovia macrolepidota</i>			11	1,06	11	0,83	PMAA
CLUPEIDAE							
<i>Lile stolifera</i>	378	34,52	11	1,06	221	16,74	PE
ARIIDAE							
<i>Ariopsis seemanni</i>			2	0,19	2	0,15	PMAC
BATRACHOIDIDAE							
<i>Batrachoides pacifi</i>			1	0,10			PMAA
MUGILIDAE							
<i>Agonostomus monticola</i>			1	0,10			PAD
<i>Mugil curema</i>	69	6,30	129	12,39	94	7,12	PMAC
ATHERINIDAE							
<i>Atherinella argentea</i>	85	7,76	12	1,15	59	4,47	PE
BELONIDAE							
<i>Tylosurus exilis</i>	2	0,18					PMAA
HEMIRAMPHIDAE							
<i>Hyporamphus rosea</i>	12	1,10					PMAA
ANABLEPIDAE							
<i>Oxyzygonectes dovii</i>			21	2,02			PE
CENTROPOMIDAE							
<i>Centropomus nigrescens</i>	1	0,09			2	0,15	PMAC
<i>C. robalito</i>			8	0,77	30	2,27	PMAC
<i>C. medius</i>	50	4,57	5	0,48	65	4,92	PMAC
<i>C. unionensis</i>					2	0,15	PMAC
SERRANIDAE							
<i>Epinephelus analogus</i>					1	0,08	PVO
<i>Rypticus nigripinnis</i>	2	0,18	8	0,77	9	0,68	PMAA
CARANGIDAE							
<i>Caranx caninus</i>	27	2,47	32	3,07	44	3,33	PMAC
<i>Selene brevoortii</i>			10	0,96	19	1,44	PMAC
<i>Oligoplites altus</i>			5	0,48	11	0,83	PMAC
<i>O. saurus</i>			7	0,67	7	0,53	PMAC
LUTJANIDAE							
<i>Lutjanus colorado</i>					10	0,76	PMAA

Familia/Especies	Palo Seco		Damas		San Bosco		Categoría ecológica
	N	%	N	%	N	%	
<i>L. guttatus</i>	3	0,27	1	0,10			PMAA
<i>L. novemfasciatus</i>	3	0,27					PMAA
<i>L. argentiventris</i>	12	1,10	7	0,67	19	1,44	PMAA
GERREIDAE							
<i>Diapterus peruvianus</i>	23	2,10	452	43,42	359	27,20	PMAC
<i>Eucinostomus currani</i>	14	1,28	10	0,96	13	0,98	PMAC
<i>Gerres cinereus</i>	3	0,27	3	0,29	3	0,23	PMAC
HAEMULIDAE							
<i>Anisotremus dovii</i>	1	0,09	1	0,10	1	0,08	PMAA
<i>Haemulopsis leuciscus</i>	21	1,29	14	1,34	4	0,30	PMAA
<i>Pomadasys bayanus</i>			11	1,06			PMAA
<i>P. branickii</i>			1	0,10	2	0,15	PMAA
<i>P. panamensis</i>			5	0,48			PMAA
<i>P. macracanthus</i>	1	0,09	2	0,19	1	0,08	PMAA
SCIAENIDAE							
<i>Bairdiella armata</i>			5	0,48	10	0,76	PMAC
<i>B. ensifera</i>			15	1,44	12	0,91	PMAC
<i>Cynoscion albus</i>	1	0,09					PMAC
<i>Micropogonias altipinnis</i>					2	0,15	PMAC
MULLIDAE							
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	1	0,09	1	0,10			PVO
ELEOTRIDAE							
<i>Gobiomorus maculatus</i>	2		103	9,89	5	0,38	PAD
GOBIDAE							
<i>Bathygobius andraei</i>			4	0,38	6	0,45	PMAA
EPHIPPIDAE							
<i>Chaetodipterus zonatus</i>	1	0,09					PMAA
PARALICHTHIYDAE							
<i>Citharichthys gilberti</i>	1	0,09					PMAC
<i>Cyclosetta querna</i>	4	0,37	10	0,96	21	1,59	PMAC
ACHIRIDAE							
<i>Achirus scutum</i>	1	0,09					PMAC
<i>Trinectes fonsecensis</i>			3	0,29	1	0,08	PMAC
TETRAODONTIDAE							
<i>Arothron hispidus</i>	2	0,18	4	0,38			PMAC
<i>Sphoeroides annulatus</i>	9	0,82	30	2,88	45	3,41	PMAC
TOTAL	1095		1041		1320		

PVO = peces visitantes ocasionales, PMAA = peces marinos que como adultos utilizan el estuario como zona de alimentación, PE = peces estuarinos, PMAC = peces marinos que utilizan el estuario como área de crianza, PAD = peces de agua dulce (Yañez-Arancibia 1978).

Cuadro 3
Prueba de significancia de los valores de H' entre las estaciones de muestreo

	<u>Estaciones de muestreo</u>					
	Palo Seco		Damas		San Bosco	
	Tc	Gl	Tc	Gl	Tc	Gl
Palo Seco	—	—	4,64***	2049	9,26***	2286
Damas			—	—	3,38**	1984
San Bosco					—	—

Tc: valor de t calculado

Gl: grados de libertad

** : estadísticamente altamente significativo ($p \leq 0.01$)

*** : estadísticamente muy altamente significativo ($p \leq 0.001$)

más abundantes fueron *L. stolifera*, *M. curema*, *Atherinella argentea*, *Sphoeroides annulatus*, *A. panamensis* y *D. peruvianus*, las que también habían sido informadas como las más abundantes en Punta Morales, Golfo de Nicoya, por Phillips (1983).

El número de especies registradas en el presente estudio fue menor que el reportado para el Golfo de Nicoya por León (1973), (145), para Punta Morales por Phillips (1983), (61), por Bussing y López (1996), (118 para el Golfo de Nicoya, 75 para el Golfo Dulce y 124 para la plataforma continental del Pacífico de Costa Rica), por Wolf (1996), (242 para el Pacífico de Costa Rica) y por Protti *et al.* (1997), (87 para el interior del Golfo de Nicoya).

La mayoría de las especies encontradas fueron de origen marino que utilizan estos dos esteros como área de crianza y alimentación, mientras que las de agua dulce, estuarinas y visitantes ocasionales están poco representadas, coincidiendo con lo informado por Bennett *et al.* (1985), Armor y Herrgesell (1985) y Claridge *et al.* (1986) para estuarios tropicales.

Los valores de H' para las tres estaciones se encuentran dentro de los valores reportados para sistemas acuáticos similares, por León (1973) para el Golfo de Nicoya (2,29), por Yañez-Arancibia (1975) para el Pacífico mexicano (2,53), por Yañez-Arancibia *et al.* (1980) para Laguna de Térmi-

nos (2,50), por Phillips (1981a y b) para bahía Jiquilisco, El Salvador (2,46), por Phillips (1983) para Punta Morales (2,72) y mayores a los obtenidos por Bell *et al.* (1984) para bahía Botany, Australia (1,33).

La existencia de diferencias significativas entre los valores de H' de las estaciones de muestreo puede ser atribuida a la distancia del sitio de muestreo y el océano y, principalmente, porque la comunidad íctica encontrada estuvo, en su mayoría, compuesta por especies de origen marino, coincidiendo con lo informado por Angermeier y Karr (1983) y Lyon y Schneider (1990).

La mayor similitud de especies entre las estaciones Damas y San Bosco puede ser atribuida a que estas áreas están bajo una mayor influencia de aguas continentales; lo que según Armor y Herrgesell (1985) propicia que los peces estén más ampliamente distribuidos, disminuyendo así la competencia intra e interespecífica y que, además, el incremento en el flujo de agua dulce facilita un mayor reclutamiento de especies marinas en aguas interiores y especies de agua dulce en aguas salobres.

En general, se puede asumir que la distribución espacial de los peces en los esteros estudiados es transitoria en los sitios de muestreo y que los mismos se distribuyen heterogéneamente, de acuerdo con las características ecológicas.

REFERENCIAS

- Almeida, V. L., A. E. Hahn & M. Vazzoler. 1997. Feeding patterns in five predatory fishes of the high Paraná river floodplain (PR, Brazil). *Ecol. Freshw. Fish* 6:123-133.
- Alpírez, Q. O. 1985. Ictiofauna de la vertiente pacífica de Costa Rica. *Brenesia* 24:297-318.
- Angermeier, P. L. & J. R. Karr. 1983. Fish communities along environmental gradient in a system of tropical streams. *Environ. Biol. Fishes* 9:135-177.
- Araya, H. A. 1984. Los Sciaenidos (corvinas) del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 32:179-196.
- Armor, Ch. & P. L. Herrgesell. 1985. Distribution and abundance of fishes in the San Francisco Bay estuary between 1980 and 1982. *Hidrobiología* 129:211-227.
- Bartels, C., K. Price, M. López & W. Bussing. 1983. Occurrence, distribution, abundance and diversity of Fishes in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 31:133-138.
- Bell, J. D., D. A. Pollard, J. J. Burchmore, B. C. Pease & M. J. Middleton. 1984. Structure of a fish community in a temperate tidal mangrove Creek in a Botany Bay, New South Wales. *Aust. J. Freshw. Res.* 35:33-46.
- Bennett, B. A., K. C. Hamman, G. M. Branch & S. C. Thorne. 1985. Changes in the fish fauna of the Bot River estuary in the relation to opening and closure of the estuary mouth. *Trans. Royal Soc. S. Afr.* 45:449-464.
- Borg, A., L. Pihl & H. Wennhage. 1997. Habitat choice by juvenile cod (*Gadus morhua* L.) on sand soft bottoms with different vegetation types. *Biologische Anstalt Hegoland* 51:197-212.
- Bussing, W. 1987. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Edit. Univ. de Costa Rica. San José, Costa Rica. 271 p.
- Bussing, W. & M. López. 1996. Fishes collected during the R. V. Víctor Hensen Costa Rica Expedition (1993, 1994). *Rev. Biol. Trop.* 44, Supl. 3. 183-186.
- Castro-Aguirre, J. L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Dirección General del Instituto Nacional de Pesca. Serie Científica N° 19. 298 p.
- Claridge, P. N., I. C. Potter & M. W. Hardisty. 1986. Seasonal changes in movements, abundance, size composition and diversity of the fish fauna of the seven estuaries. *J. Mar. Biol. Ass. Uk.* 66:229-258.
- Day, J. H. 1967. The biology of Knysna Estuary, South Africa. Pp. 397-407. In: G. H. Lauff (ed.). *Estuaries*. Am. Assoc. Adv. Sci., Washington. Publ. N° 83.
- Eschmeyer, W. N. 1998. Catalog of fishes. Special Publication. Ca. Acad. Sci. San Francisco. USA. 2095 p.
- Fausch, K., J. Lyons, J. Karr & P. Angermeier. 1990. Fish communities as indications of environmental degradation. *Am. Fish. Soc. Symp.* 8:123-144.
- Fowler, J., L. Cohen & P. Jarvis. 1998. Practical statistics for field biology. 2^{da} ed. John Wiley & Sons Ltd. Chichester, England. 259 p.
- Gido, K. B., D. L. Propst & Jr. M. C. Molles. 1997. Spatial and temporal variation of fish communities in secondary channel of the San Juan River, New Mexico and Utah. *Environ. Biol. Fishes* 49:417-434.
- Jensen, J. W. 1997. Comparing fish catches taken with gill nets of different combinations of mesh sizes. *J. Fish Biol.* 37:99-104.
- Jiménez, J. A. 1994. Los manglares del Pacífico centroamericano. EFUNA. Heredia, Costa Rica. 352 p.
- León, P. E. 1973. Ecología de la ictiofauna del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Un estuario tropical. *Rev. Biol. Trop.* 21:5-30.
- López, M. 1981. Los «roncadores» del género *Pomadasys* (*Haemulopsis*) (Pisces: Haemulidae) de la costa pacífica de Centro América. *Rev. Biol. Trop.* 29:83-94.
- López, M. & W. Bussing. 1982. Lista provisional de peces marinos de la costa pacífica de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 30:5-26.
- Lyon, J. & D. Schneider. 1990. Factors influencing fish distribution and community structure in a small coastal river in southwestern Costa Rica. *Hydrobiologia* 203:1-14.
- Madrid, J., P. Sánchez & A. Ruiz. 1997. Diversity and abundance of a tropical fishery on the pacific shelf Michoacán, México. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 45:485-495.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey, USA. 179 p.
- Mérigoux, S., D. Ponton & B. Mérona. 1998. Fish richness and species habitat relationships in two coastal streams of French Guiana, South America. *Environ. Biol. Fishes* 51:25-39.
- Minns, C. K., R. M. Kelso & R. Randall. 1996. Detecting the response of fish to habitat alterations in freshwater ecosystems. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53:403-414.
- Navarro, R. 1984. Programa computacional para el análisis numérico de comunidades. Medio ambiente, Chile. 7:82-87.
- Nelson, J. S. 1994. *Fishes of the World*. 3rd edition. John Wiley & Sons, Inc. New York. 600 p.
- Odum, E. P. 1971. *Ecología*. Ed. Continental. México. 201 p.
- Orellana, J. 1985. Peces de El Salvador. División de Parques Nacionales y Vida Silvestre de El Salvador. Fundación Sigma. Nueva York. 126 p.
- Peterson, C. 1956. Observations on the taxonomy, biology and ecology of the engraulid and clupeid fishes in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Bull. Int. Am. Trop. Tuna. Comm.* 1 (5):139-286.
- Phillips, P. 1981a. Annotated checklist of fishes at Jiquilisco Bay, El Salvador. *Rev. Biol. Trop.* 29:45-58.
- Phillips, P. 1981b. Diversity and fish community structure in a Central American mangrove embayment. *Rev. Biol. Trop.* 29:227-236.
- Phillips, P. 1983. Diel and monthly variation in abundance, diversity and composition of littoral fish population in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 31:297-306.
- Protti, M., R. Viquez, J. Palacios & R. Soto. 1997. Variación estacional de la ictiofauna del interior del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Uniciencia* 14:46-60.
- Rivas, L. 1986. Systematic review of the perciform fishes of the genus *Centropomus*. *Copeia* 3:579-611.
- Rojas, R., F. Pizarro & M. Castro. 1994. Diversidad y abundancia ficticia en tres áreas de manglar en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 42:663-672.

- Saiz, F. 1980. Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. Arch. Biol. Mcd. Exp. 13:387-402.
- Steel, R. & J. Torrie. 1985. Bioestadística. Principios y procedimientos. Mc Graw Hill. New York, USA. 485 p.
- Stoner, A. W. 1991. Diel variation in the catch of fishes and penaeid shrimps in a tropical estuary. Estuarine, Coastal and Shelf Science 33:57-69.
- Tregenza, T. & D. J. Thompson. 1998. Unequal competitor ideal free distribution in fish? Evolutionary Ecology 12:655-666.
- Wolf, M. 1996. Demersal fish assemblage along the Pacific of Costa Rica: a quantitative and multivariate assessment based on the Víctor Hensen Costa Rica Expedition (1993, 1994). Rev. Biol. Trop. 44, Supl. 3. 187-214.
- Yañez-Arancibia, A. 1975. Sobre los estudios de peces en las lagunas costeras. Nota científica. An. Centro. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nac. Autón. México. 2:52-60.
- Yañez-Arancibia, A. 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con boca efímeras del Pacífico en México. Univ. Nac. Autón. México, Publ. Esp. 2:306 p.
- Yañez-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. Pp. 465-482. In: V. Kennedy (ed.). Estuarine Perspectives. Academic Press Inc. New York, USA.