

## Crecimiento, reproducción y dinámica poblacional de *Anchoa mitchilli* (Pisces: Engraulidae) en el sistema Palizada-Del Este, Campeche, México

Luis Amado Ayala-Pérez<sup>1</sup>, José Luis Rojas-Galaviz<sup>2</sup> y Obed Agustín Avilés-Alatraste<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento El Hombre y su Ambiente. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. Calz. del Hueso 1100 Col. Villa Quietud, Coyoacan, 04960, México D.F.

<sup>2</sup> Programa de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. Av. Agustín Melgar y Juan de la Barrera. A.P. 520 Campeche 24030, Campeche, México.

(Rec. II-VIII-1995. Rev. 24-I-1996. Acep. 5-VI-1996)

**Abstract:** A total of 640 *Anchoa mitchilli* were collected monthly in ten stations at Palizada-Del Este, Campeche, Mexico (August 1985 - July 1986). This, the second species of the site in abundance and frequency of collection, is associated with estuarine areas, muddy bottoms, salinity of 20.4 - 26.3 ppt and low water transparency (17.6-25.0%). Growth is allometric and the highest condition index is from August through March. It is a first order consumer with a diet rich in copepods and diatoms. Population growth and mortality parameters are  $L_{\infty}=97$  mm;  $K=0.614$ ;  $Z=3.134$ ;  $F=1.391$ ;  $M=1.743$ ; with a recruitment pulse in the yearly cycle; 294 were male, 310 females and 39 could not be sexed. Total length at first maturity was 45.8 at a male:female ratio of 1:1.4. It is suggested that Palizada-Del Este, Laguna de Términos and the continental shelf are used for feeding, maturation and reproduction, respectively.

**Key words:** *Anchoa mitchilli*, population dynamic, bay anchovy, Engraulidae.

Los estudios realizados en el sur del Golfo de México, especialmente en la Sonda de Campeche y Laguna de Términos encaminados a conocer su ecología, recursos y trascendencia económica por considerarse zona de intensa actividad pesquera y petrolera, han permitido detectar que los sistemas fluvio-lagunares asociados son el puente ecológico que permite un intercambio de recursos bióticos, minerales, materia orgánica, sedimentos y masas de agua, entre la planicie costera y el sistema estuarino adyacente. Por otra parte, los estudios ictiofaunísticos realizados en el área destacan la utilización de los sistemas fluvio-lagunares por diversas especies de peces para cubrir todo o parte de sus ciclos de vida (alimentación, reproducción, crecimiento, protección y/o crianza) (Toral y Resendez 1974, Amezcua-Linares y Yáñez-Arancibia 1980, Resendez 1981, Vera-Herrera *et al.* 1988).

El sistema fluvio-lagunar Palizada-Del Este es el más importante del complejo, ya que mantiene un volumen de descarga promedio anual de  $11.9 \times 10^9$  m<sup>3</sup> (Soberón-Chávez 1985), lo cual representa aproximadamente el 70% del volumen total que recibe la Laguna de Términos (Amezcua-Linares y Yáñez-Arancibia 1980).

Los estudios realizados en este sistema han permitido distinguir en escala temporal dos condiciones ambientales, una de máxima influencia estuarina y otra de máxima influencia fluvial, y en escala espacial se han descrito cinco zonas con condiciones hidrológicas diferentes: laguna San Francisco, laguna del Este, laguna del Vapor, cuenca común y bocas de conexión (Ayala-Pérez 1989).

*Anchoa mitchilli* (Clupeiformes: Engraulidae), (Hildebrand 1943) se ha identificado como la segunda especie más importante por su

abundancia, frecuencia de aparición y distribución dentro de los límites convencionales del sistema Palizada-Del Este (Vera-Herrera *et al.* 1988). Es un recurso pesquero de gran interés en sistemas costeros y plataforma continental de latitudes frío-templadas (Springer y Woodburn 1960, Dovel 1971, Dunham 1972, Turner y Johnson 1973, Sheridan 1983, Colby *et al.* 1985, Morton y Moran 1989), y en latitudes tropicales, particularmente en la región sur del Golfo de México, se ha registrado como especie dominante (Yáñez-Arancibia *et al.* 1980, Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez 1983, Alvarez-Guillén *et al.* 1985).

Se distribuye desde Massachusetts, E.U., hasta Yucatán, México. Se encuentra a lo largo de playas y es común en áreas con fondos lodosos y salobres, tolera amplios rangos de salinidad (0.5 a 80 ‰). Se alimenta de zoopláncton y alcanza una talla máxima de 10 cm (Fischer 1978). Su biología ha sido poco estudiada en ecosistemas tropicales (Castillo-Rivera *et al.* 1994), aunque para regiones de mayor latitud se cuenta con información general como lo reflejan los trabajos de Houde y Lovdal 1984, Vouglitois *et al.* 1987, Castro y Cowen 1991, Luo y Musick 1991, Zastrow *et al.* 1991, Cairns 1992, Wang y Houde 1994.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El sistema Palizada-Del Este es parte integral de la región costera del estado de Campeche, se localiza en la porción sur-oeste de la Laguna de Términos y su principal aporte proviene del río Palizada que es la rama más importante del delta del río Usumacinta (Coll de Hurtado 1975). (Fig. 1). Para los propósitos de este estudio los límites del sistema son: la desembocadura de los ríos Palizada, Las Piñas, Marentes y Las Cruces, la zona de conexión con la Laguna de Términos constituida por dos bocas de las cuales la occidental es la principal y funcional y se denomina Boca Chica, y los límites de las lagunas Del Vapor, Del Este y San Francisco cuya superficie conjunta se estima en 89 km<sup>2</sup>.

Se ubica entre los 18°29'13" y los 18°29'04" N y los 91°44'36" y los 91°51'31" W. El clima es de tipo Amw, cálido húmedo, isotermal, con lluvias en verano (García 1973). La temperatura ambiente, precipitación y eva-

poración media anual para un periodo de 30 años es de 26.8°C, 1984.7 mm y 1363.9 mm respectivamente (Anónimo 1985). Para la región se han descrito tres épocas climáticas, lluvias (julio - septiembre), nortes (octubre - febrero) y secas (marzo - junio) (Yáñez-Arancibia y Day 1988).

Se trabajó con 640 ejemplares de *A. mitchilli* recolectados en el sistema Palizada-Del Este a partir de muestreos mensuales realizados en una red de diez estaciones entre agosto 1985 - julio 1986.

En cada estación se midieron los valores de temperatura y salinidad del agua en superficie y fondo, temperatura ambiente, penetración luminosa y profundidad. El equipo utilizado fué un termómetro Kahlsico con precisión de 0.1°C, un refractómetro American Optical de lectura directa y temperatura compensada y un disco de Secchi. La captura se realizó utilizando una red de arrastre de prueba camaronera de 5 m de largo, 2.5 m de abertura de trabajo y luz de malla de 3/4 de pulgada equipada con tablas de 0.8 x 0.5 m operada durante 10 min por una lancha de 7.0 m de eslora a una velocidad aproximada de 0.5 m/seg. El área de arrastre se calculó como el producto del área de trabajo de la red por la velocidad por el tiempo de operación. Las muestras se fijaron con una solución de formol al 10% para su posterior procesamiento en el laboratorio.

Se determinaron los parámetros poblacionales de densidad (ind/m<sup>3</sup>), biomasa (g/m<sup>3</sup>) y peso promedio (g/ind). La relación peso-longitud se determinó de acuerdo con Ricker (1975). El factor de condición promedio representado por la ordenada al origen de la ecuación peso-longitud se calculó de manera mensual. Los parámetros poblacionales de crecimiento, mortalidad y reclutamiento se estimaron utilizando el paquete de computación ELEFAN (versión 1987) (Pauly y Gaschutz 1979, Pauly y David 1981).

El análisis del contenido estomacal se realizó considerando los criterios e índices propuestos por Laevastu 1971, Yáñez-Arancibia 1975, Pinkas *et al.* 1971, y Yáñez-Arancibia *et al.* 1976. La diferenciación sexual y la fase de maduración gonádica se establecieron siguiendo los criterios de Nikolsky 1963. La época de reproducción se estimó como aquella donde se obtuvo el mayor porcentaje de hembras maduras (fase III a IV) con respecto al total de hembras capturadas. La

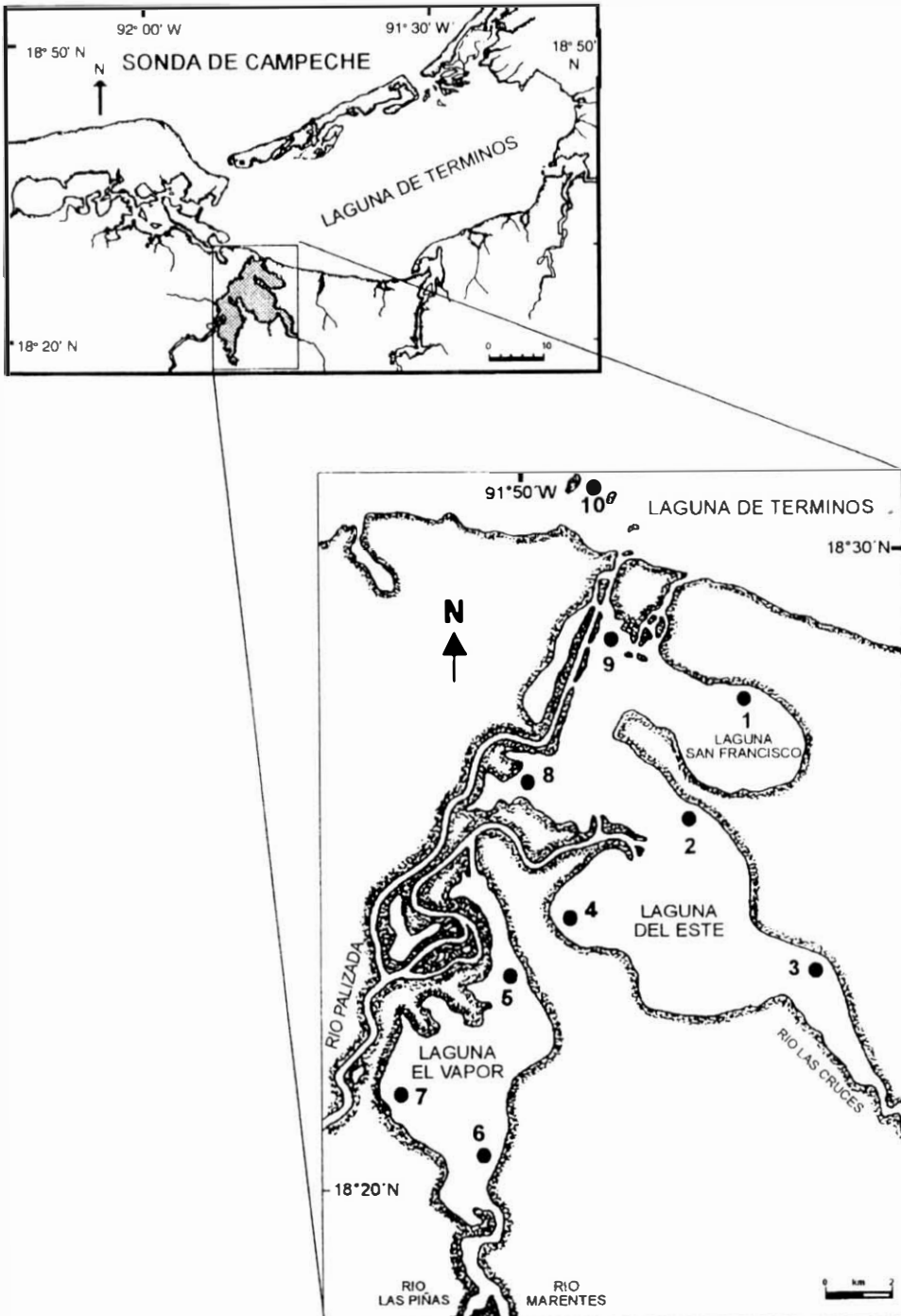


Fig. 1. Laguna de términos y sistema fluvio-lagunar Palizado-Del este en el sur del Golfo de México.

talla de primera madurez se tomó como aquella a la cual el 50% de las hembras son maduras. La proporción de sexos se calculó por medio de la relación (hembras / hembras + machos).

## RESULTADOS

La dinámica ambiental del sistema Palizada-Del Este permite distinguir un gradiente en donde los extremos quedan representados por una condición netamente dulceacuícola y otra típicamente estuarina que son reflejo directo de la geomorfología del área, el aporte de los ríos, la dinámica de mareas y las épocas climáticas de la región. En escala espacial la condición dulceacuícola es representada por la laguna del Vapor donde la salinidad es menor de 2‰, la transparencia promedio anual es de 80.9% con un coeficiente de variación de 25% y se observa abundante vegetación sumergida. El contraste ambiental es representado por la zona de conexión con la Laguna de Términos donde la salinidad promedio anual fue de 18.4‰ con un coeficiente de variación de 41.2% y la transparencia promedio de 29.0% con un coeficiente de variación del 30%.

Los valores de salinidad reflejan una fuerte influencia por las épocas climáticas, esto se confirma al observar que durante lluvias y nortes el coeficiente de variación es mucho más elevado que durante secas. Temporalmente se distinguen dos procesos, uno de máxima influencia fluvial y uno de máxima influencia estuarina. En la Fig. 2, se aprecia que la influencia fluvial es máxima en octubre-noviembre, inmediatamente después de terminar la época de lluvias en la región, debido a que el transporte fluvial que realizan los ríos se hace a través de una gran distancia arrastrando agua desde las regiones más altas. En noviembre la salinidad promedio del agua del sistema es de 0.9‰ y la salinidad promedio en la zona de conexión (estación 10) es de 9.0‰.

La máxima influencia estuarina se observa en mayo-junio. Disminuye de forma considerable el volumen de descarga fluvial y se hace más evidente la entrada de agua estuarina al sistema. Bajo esta condición la pluma salina en el interior del sistema es más amplia, el patrón de circulación se invierte en algunas zonas y los procesos de mezcla entre masas de agua de distinto origen se desarrolla en lugares más

distantes a la conexión con la Laguna de Términos. En junio la salinidad promedio en el sistema se incrementa a 8.2‰, y la salinidad registrada en la zona de conexión (estación 10) es de 35.0‰.

*A. mitchilli* es una especie marina con dependencia estuarina que se presentó en ocho de las diez estaciones de muestreo. En la figura 3 se presenta la distribución por talla para cinco sitios de colecta, en las estaciones 3, 4 y 7 sólo se registró la presencia de un individuo con tallas de 32, 37 y 47 mm respectivamente. El 50% de los organismos capturados se asocian con una salinidad entre 20.4 y 26.25‰ y una transparencia entre 17.6 y 25.0%.

Por otro lado, la especie se presentó en el sistema Palizada-Del Este durante todo el periodo de estudio, destacándose dos pulsos importantes de abundancia numérica, uno en septiembre a fines de la época de lluvias y otro en mayo durante la época de secas. Sin embargo, la captura de organismos más grandes y con mayor peso se registró en marzo, lo cual permite interpretar este acercamiento con fines de alimentación y crecimiento (Fig. 4).

Su crecimiento es de tipo alométrico, los valores de la pendiente en la ecuación peso-longitud oscilan entre 2.99 y 3.48, con una correlación superior al 96% bajo un modelo potencial. Considerando el factor de condición promedio, los pulsos de noviembre y mayo cuando los valores son más bajos, es posible interpretarlos como los momentos de reproducción (Cuadro 1).

Es un consumidor de primer orden que presentó material en estado medio o avanzado de digestión. En un ejercicio de integración de la información obtenida por los métodos empleados para caracterizar la dinámica trófica de la especie, se puede observar que la materia orgánica no determinada (MOND), restos de crustáceos, copépodos, y diatomeas constituyen el alimento preferencial. Por época climática, en los juveniles se distinguen a las diatomeas en "nortes", braquiuros en "secas" y ostrácodos en "lluvias". En los adultos la diferencia básica son los huevos y restos de peces, que aparecen con mayor relevancia en la época de "secas". En el Cuadro 2 se presenta el espectro alimentario general, con los valores de número, peso, frecuencia de aparición y los índices de importancia relativa de Pinkas *et al.* 1971 y Yáñez-Arancibia *et al.* 1976.

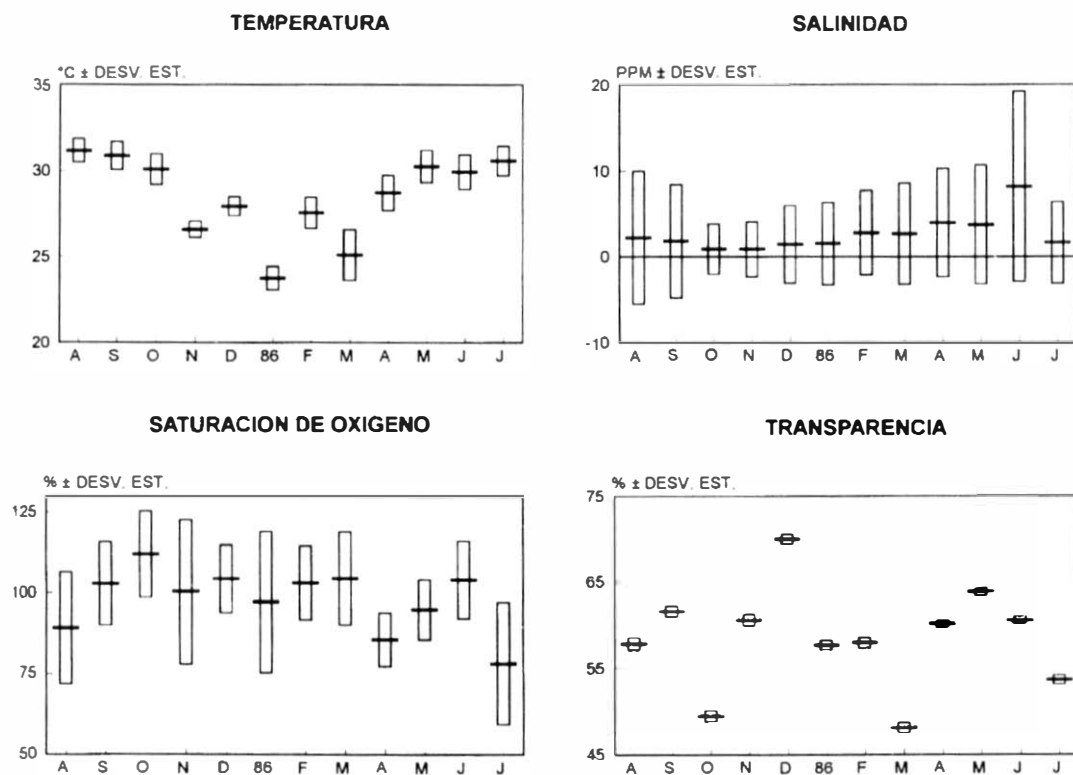


Fig. 2. Comportamiento temporal de los parámetros ambientales en el sistema Palizado-Del Este.

El modelo de crecimiento de *A. mitchilli* tiene la forma:

$$L_t = 97.0 (1 - e^{-0.614(t-t_0) + 0.586 \sin(2\pi(t-t_0.3))})$$

La edad media en que alcanza la longitud asintótica es de tres ciclos. Los parámetros de mortalidad estimados son:  $Z = 3.134$ ;  $F = 1.391$ ;  $M = 1.743$  (Fig. 5).

El patrón de reclutamiento se define por un pulso a lo largo del ciclo anual, la ubicación temporal exacta de tal acontecimiento solo se podrá hacer si se precisa el parámetro  $t_0$  por cualquier método directo. Se infiere que el reclutamiento se realiza fuera del sistema Palizada-Del Este, muy probablemente en la plataforma continental adyacente.

Las fases de desarrollo gonádico más abundantes son la I y II que corresponden a individuos inmaduros y/o que todavía no han empezado a desarrollarse o bien que ya han desovado. Las fases de madurez III y IV están pobremente

representadas y se observan en septiembre y mayo lo cual se interpreta como los momentos de reproducción. La talla promedio de primera madurez es de 45.8 mm y se observa una mayor abundancia de hembras con respecto a la de machos a lo largo del ciclo anual, la proporción macho:hembra promedio es de 1:1.4.

## DISCUSIÓN

*Anchoa mitchilli* es una especie con un crecimiento rápido que desarrolla un ciclo de vida íntimamente relacionado con procesos costeros. Para el caso especial del sur del golfo de México, se plantea como hipótesis un comportamiento de utilización estratégico que se resume en la Fig. 6, donde el sistema Palizada-Del Este, la Laguna de Términos y la plataforma continental son empleados para actividades específicas de alimentación, maduración y reproducción respectivamente.

Se ha probado que la utilización del sistema Palizada-Del Este como zona de alimentación

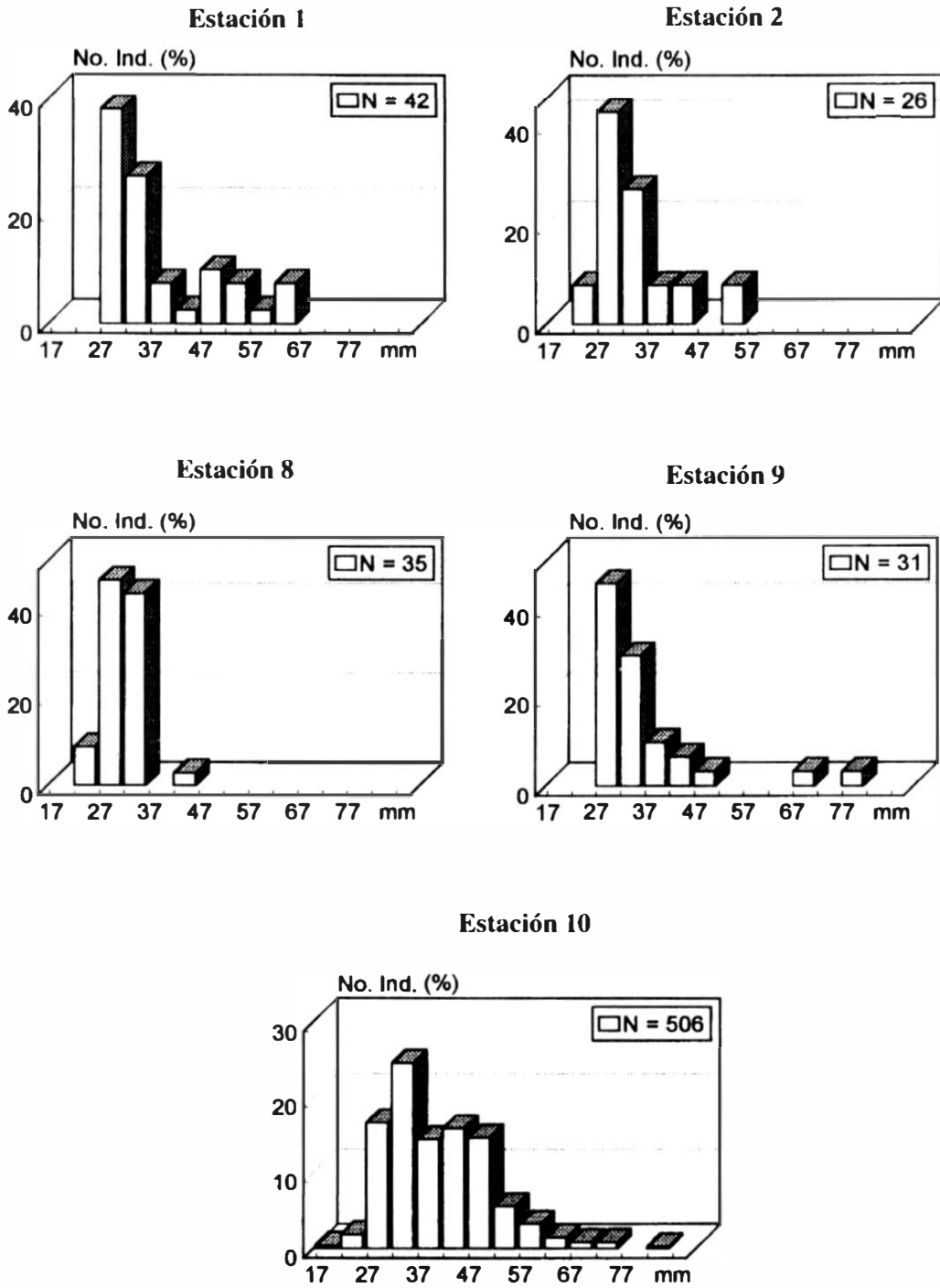


Fig. 3. Distribución de tallas de *A. mitchilli* por estación en el sistema Palizada-Del Este.

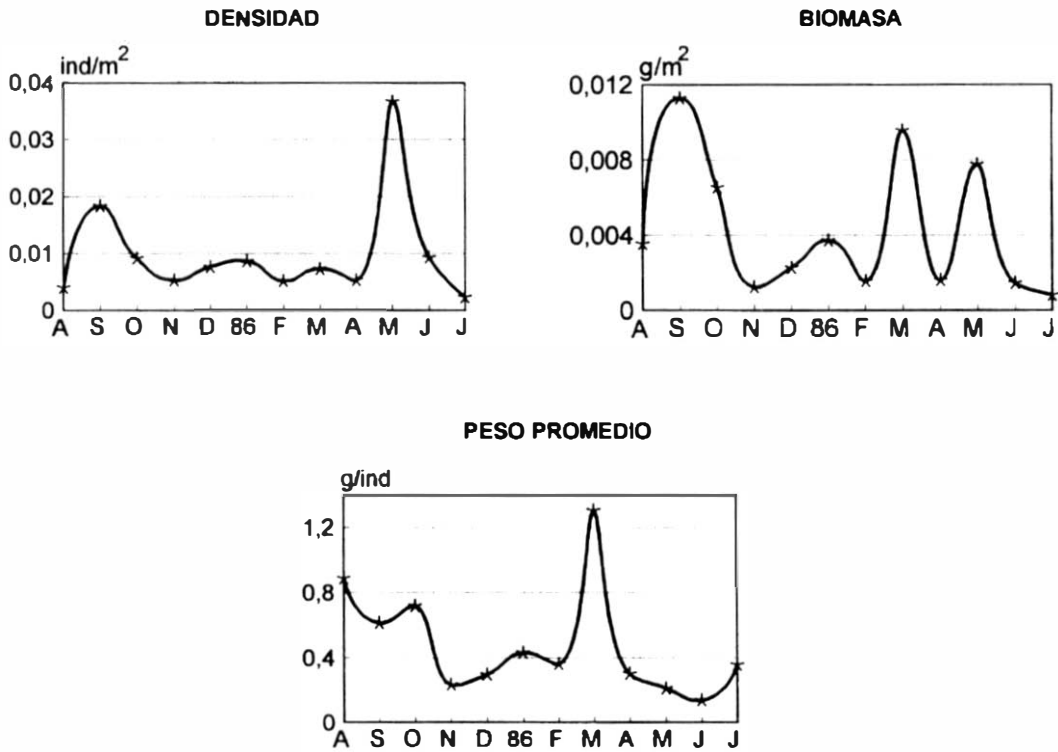


Fig. 4. Comportamiento temporal de los parámetros de densidad, biomasa y peso promedio de *A. mitchilli* en el sistema Palizada-Del Este.

CUADRO I

	Número de individuos	Factor de condición b (10 <sup>-7</sup> )	Coefficiente de alometría a	Coefficiente de correlación r
Agosto	8	68.997	2.9904	0.9937
Septiembre	142	20.802	3.2886	0.9696
Octubre	36	24.350	3.2498	0.9883
Noviembre	16	9.740	3.4848	0.9947
Diciembre	23	14.057	3.3922	0.9961
Enero	39	14.429	3.3618	0.9954
Febrero	17	13.734	3.3316	0.9948
Marzo	11	22.339	3.2605	0.9981
Abril	24	20.922	3.2491	0.9947
Mayo	275	10.177	3.4525	0.9854
Junio	45	27.143	3.1780	0.9915
Julio	7	32.919	3.1384	0.9946

CUADRO 2

No.	Componente trófico	Num	Num % N	Peso	Peso % G	Frec. % F	IRI* F(N+G)	IIR** F*G/100
1	Acarina	5	0.0102	0.0003	0.0840	9.11	0.858	0.008
2	Anostraca	9	0.0184	0.0017	0.4760	7.79	3.851	0.037
3	Braquiura	148	0.3025	0.0318	8.9032	85.51	787.174	7.613
4	Cladocera	6	0.0123	0.0004	0.1120	14.41	1.790	0.016
5	Conchostraca	8	0.0163	0.0012	0.3360	12.5	4.404	0.042
6	Copepoda	1588	3.2454	0.0605	16.9384	298.14	6017.602	50.500
7	Restos de crustáceos			0.0832	23.2938	331.91	7731.458	77.315
8	Decapoda	1	0.0020	0.0001	0.0280	2.56	0.077	0.001
9	Diatomea	46496	95.0236	0.0023	0.6467	55.68	5326.925	0.360
10	Eufaciacea	9	0.0184	0.0071	1.9923	23.56	47.372	0.469
11	Huevos de Peces	417	0.8522	0.0050	1.3999	14.25	32.092	0.199
12	Insecta	3	0.0061	0.0079	2.2118	12.08	26.793	0.267
13	Materia orgánica			0.1089	30.4892	365.54	11145.011	111.450
14	Mysidacea	19	0.0388	0.0028	0.7839	44.59	36.687	0.350
15	Ostracoda	96	0.1962	0.0092	2.5618	73.48	202.655	1.882
16	Restos de Peces	1	0.0020	0.0239	6.6914	4.76	31.861	0.319
17	Polichacta	9	0.0184	0.0008	0.2240	6.52	1.580	0.015
18	Rotifera	116	0.2371	0.0007	0.1960	13.29	5.755	0.026
19	Restos vegetales			0.0094	2.6318	35.66	93.848	0.938
	Total	48931	100	0.3572	100			

\* Índice de Importancia Relativa (Pinkas *et al.* 1971)

\*\* Índice de Importancia Relativa (Yáñez-Arancibia *et al.* 1976)

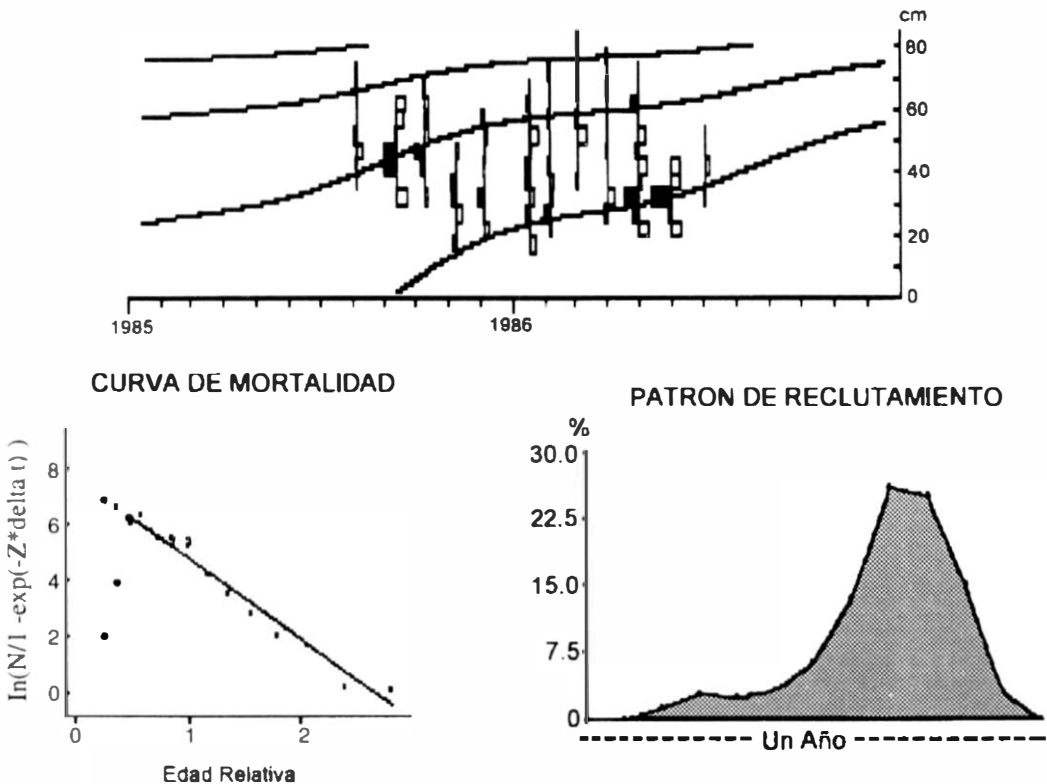


Fig. 5. Curva de crecimiento, curva de mortalidad y patrón de reclutamiento de *A. mitchilli* en el sistema Palizada-De! Este.



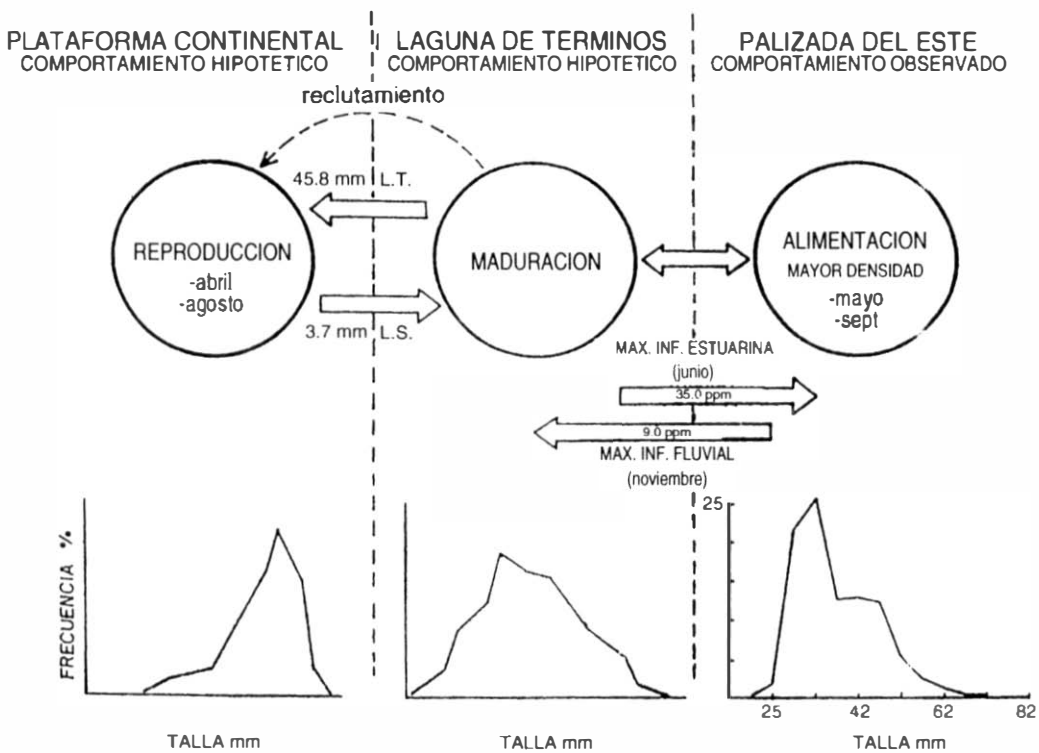


Fig. 6. Planteamiento hipotético del comportamiento de *A. mitchilli* en los sistemas Palizada-Del Este, Laguna de Términos y plataforma continental.

se debe a los elevados niveles de producción que muestra el sistema. Se observan dos acercamientos importantes con fines de alimentación en mayo y septiembre que responden a los momentos posteriores a la reproducción que se realiza con mayor frecuencia durante abril y agosto. Por ser una especie eurihalina, estos patrones de migración los pueden realizar en momentos en que las condiciones de salinidad en el sistema son radicalmente diferentes (máxima influencia fluvial y máxima influencia estuarina). Se plantea la posibilidad de que el factor ambiental que restringe este comportamiento sea la temperatura, lo cual es comparable con el planteamiento de Fives *et al.* 1986.

Por el comportamiento alimentario de la especie se puede observar que aprovecha al máximo la producción de copépodos que pueden considerarse en un nivel constante a lo largo del ciclo anual en el sistema. Por tanto en un sentido energético, los movimientos de la especie se deben a la abundancia de alimento prefe-

rente más que a un pulso de productividad en el sistema.

Dentro de la dinámica poblacional, la estimación del crecimiento y mortalidad es una de las actividades principales que por fines prácticos se desarrolla mediante la aplicación de métodos estadísticos que involucran frecuencia de tallas, en especial para especies tropicales en donde la estimación de edad por métodos directos es compleja. Para el caso particular de *A. mitchilli* los parámetros estimados han sido comparados con la información publicada y han sido discutidos en un contexto ecológico. Así, la longitud asintótica refleja adecuadamente la tendencia de la población para la zona (Dunham 1972, Fischer 1978). En el caso de la constante de crecimiento no existe información que pueda compararse, sin embargo se considera que es un valor que se puede asociar a una especie tropical con crecimiento rápido, periodos cortos de vida y por tanto un metabolismo elevado.

Los valores de mortalidad se consideran elevados y reflejan dos condiciones importantes, por una parte, aunque la especie no es objeto de una explotación comercial, se captura frecuentemente de manera indirecta por artes de arrastre. Por otra parte, la mortalidad natural también debe ser elevada ya que por su tamaño es objeto de depredación constante, es por esto que además se observa una estrategia adaptativa de una elevada fecundidad.

## AGRADECIMIENTOS

Nuestro sincero reconocimiento a Francisco Vera-Herrera, Jefe de la Estación de Investigaciones Marinas "El Carmen", a Cesar Fuentes-Yaco, Hernán Alvarez Guillen, Arturo Aguirre-León e Iván Cabrera Díaz.

## RESUMEN

Se trabajó con 640 ejemplares de *Anchoa mitchilli* recolectados en el sistema Palizada-Del Este a partir de muestreos mensuales realizados en una red de diez estaciones entre agosto 1985 - julio 1986. Es la segunda especie más importante en el sistema por su abundancia numérica y frecuencia de aparición. Muestra preferencia por zonas estuarinas de fondos lodosos y baja transparencia. Su presencia esta asociada a una salinidad de entre 20.4 y 26.3 ‰ y transparencia de 17.6-25.0%. Su crecimiento es alométrico y los momentos de máxima condición se observan en agosto y marzo. Es un consumidor de primer orden con una dieta donde sobresalen los copépodos y diatomeas. Los parámetros poblacionales de crecimiento y mortalidad son  $L_{\infty}=97$  mm;  $K=0.614$ ;  $Z=3.134$ ;  $F=1.391$ ;  $M=1.743$ ; con un pulso de reclutamiento durante un ciclo anual. Se encontraron 294 machos, 310 hembras y 39 indeterminados. La talla de primera madurez es de 45.8 mm de longitud total con una proporción macho:hembra de 1:1.4. Se plantea la hipótesis de una utilización estratégica de los sistemas Palizada-Del Este, Laguna de Términos y plataforma continental para actividades específicas de alimentación, maduración y reproducción respectivamente.

## REFERENCIAS

- Álvarez-Guillen, H., A. Yáñez-Arancibia & A. L. Lara-Domínguez. 1985. Ecología de la boca de El Carmen. Laguna de Términos. El hábitat y estructura de las comunidades de peces (Sur del Golfo de México). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. de México. 12(1):1-280.
- Amezcuca Linares, F. & A. Yáñez-Arancibia. 1980. Ecología de los sistemas fluvio-lagunares asociados a la Laguna de Términos. El hábitat y estructura de las comunidades de peces. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 7(1):68-118.
- Anónimo. 1985. Datos climáticos estación Palizada. Campeche, México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F. México.
- Ayala Pérez, L.A. 1989. Ecología y características poblacionales de dos especies de peces dominantes en el sistema estuarino Palizada-Del Este. Sur del Golfo de México: *Anchoa mitchilli* (Engraulidae) y *Petenia splendida* (Cichlidae). Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 112p.
- Cairns, S. 1992. Distribution of selected fish species in Tampa Bay. Coastal Environmental Service, Linthicum, Maryland. 62p.
- Castillo-Rivera, M., G. Moreno & R. Iniestra. 1994. Spatial, seasonal, and diel variation in abundance of the bay anchovy, *Anchoa mitchilli* (Teleostei: Engraulidae), in a tropical coastal lagoon of Mexico. Southwest Nat. 39: 263-268.
- Castro, L.R. & R.K. Cowen. 1991. Environmental factors affecting the early life history of the bay anchovy *Anchoa mitchilli* in Great South Bay, New York. Mar. Ecol. Prog. Ser. 76: 235-247.
- Coll De Hurtado, A. 1975. El sureste de Campeche y sus recursos naturales. Just. Geogr. Univ. Nal. Autón. México, Serie Científica. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 86 p.
- Colby, D.R., G.W. Thayer, W.F. Hettler & D.S. Peters. 1985. A comparison of forage fish communities in relation to habitat parameters in Takaunion bay. Florida and eighth collateral bays during the wet season. NOAA Technical Memorandum. NMFS-SEFC-162. U.S. Department of Commerce, Washington, D.C.. 87p.
- Dovel, W.L. 1971. Fish eggs and larvae of the upper Chesapeake Bay. University of Maryland. Natural Resources Institute of the University of Maryland Special Report No. 4. 71p.
- Dunham, F. 1972. A study of commercially important estuarine-dependent industrial fishes. Louisiana Wild Life and Fisheries Commission. New Orleans. Louisiana. 63p.
- Fischer, W. (ed.). 1978. FAO Species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (Fishing area 31). FAO, Roma, vol. I.
- Fives, J.M., S.M. Warlen & D.E. Hoss. 1986. Aging and growth of larval Bay Anchovy, *Anchoa mitchilli*, from the Newport River Estuary, North Carolina. Estuaries 9: 362-367.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Inst. Geofis. Univ. Nal. Autón. México. 246 p.
- Houde, E.D. & J.A. Lovdal. 1984. Seasonality of occurrence, foods and food preferences of ichthyoplankton in

- Biscayne Bay, Florida. Estuarine Coastal Shelf Sci. 18:403-419.
- Laevastu, T. 1971. Manual de métodos de biología pesquera. Acribia, Zaragoza, España. 243p.
- Luo, J. & J.A. Musick. 1991. Reproductive biology of the bay anchovy in Chesapeake Bay. Trans. Am. Fish Soc. 120: 701-710.
- Morton, T. & D. Moran. 1989. Species profiles: Life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Mid-Atlantic). Bay anchovy. Biol. Rep. U.S. Fish Wild Life Serv. 21p.
- Nikolsky, G. V. 1963. The ecology of fishes. Academic. Londres. 352p.
- Pauly, D. & N. David. 1981. A Basic program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. Meeresforsch. 28: 205-11.
- Pauly, D. & G. Gaschütz. 1979. A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. I.C.E.S. CM 1979/g:24. Demersal Fish Cttee., 26p.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant & I.L. Iverson. 1971. Food habits of albacore, blue fin tuna and bonito in California waters. Dept. Fish and Game Cal. Fish Bull. 152:1-105.
- Resendez, A. 1981. Estudio de los peces de la Laguna de Términos, Campeche, México. 1. Biótica 6:239-291.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board. Can. 191:1-382.
- Sheridan, P.F. 1983. Abundance and distribution of fishes in the Galveston Bay System, 1963-1964. Contr. Mar. Sci. 26:143-163.
- Soberón-Chávez, G. 1985. Mecanismos de producción natural en las poblaciones de peces demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México: variables físicas de interacción ecológica. Tesis de Maestría. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Springer, V.G. & K.D. Woodburn. 1960. An ecological study of the fishes of the Tampa Bay Area. Professional Papers Series. Number one. Florida State Board of Conservation Marine Laboratory. St Petersburg, Florida. 104 p.
- Toral, S. & A. Resendez. 1974. Los cíclidos (Pisces: Perciformes) de la Laguna de Términos y sus afluentes. Rev. Biol. Trop. 21: 254-274.
- Turner, W.R. & G.N. Johnson. 1973. Distribution and relative abundance of fishes in Newport River, North Carolina. U.S. Natl. Mar. Fish. Serv., Spec. Sci. Rep. Fish. 666. 23p.
- Vera-Herrera, F., J.L. Rojas Galaviz, C. Fuentes Yaco, L.A. Ayala Pérez, H. Alvarez Guillén & C. Coronado Molina. 1988. Descripción ecológica del sistema fluvio-lagunar-deltaico del Rio Palizada, p. 51-88. In: Yáñez-Arancibia A. y J.W. Day Jr. (eds.). Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo México: La región de la Laguna de Términos. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. Coast. Ecol. Inst. LSU. Editorial Universitaria. México D.F.
- Vouglitois, J.J., K.W. Able, R.J. Kurtz & K.A. Tighe. 1987. Life history and population dynamics of the bay anchovy in New Jersey. Trans. Am. Fish Soc. 116:141-153.
- Wang, S.B. & E.D. Houde. 1994. Energy storage and dynamics in bay anchovy *Anchoa mitchilli*. Mar. Biol. (Berlín) 121: 219-227.
- Yáñez-Arancibia, A. 1975. Sobre los estudios de peces en las lagunas costeras. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México 2:53-60.
- Yáñez-Arancibia, A., J. Curiel-Gómez & V. Leyton. 1976. Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Geleichthys caeruleascens* (Günther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México. (Pisces: Ariidae). An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México 3:125-180.
- Yáñez-Arancibia, A., F. Amezcua-Linares & J.W. Day Jr. 1980. Fish community structure and function in Terminos Lagoon tropical estuary in the southern Gulf of Mexico. p.465-482. In: Kennedy, V. (Ed.) Estuarine Perspectives. Academic, Nueva York. 465p.
- Yáñez-Arancibia, A. & A.L. Lara-Domínguez. 1983. Dinámica ambiental de la boca de Estero Pargo y estructura de sus comunidades de peces en cambios estacionales y ciclos de 24 horas (Laguna de Términos, sur del Golfo de México). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 10: 85-116.
- Yáñez-Arancibia, A. & J.W. Day Jr. 1988. Caracterización ecológica de la Laguna de Términos. p. 1-26. In: Yáñez-Arancibia A. y J.W. Day Jr. (eds.). Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo México: La región de la Laguna de Términos. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. Coast. Ecol. Inst. LSU. Editorial Universitaria. México D.F. 518p.
- Zastrow, C.E., E.D. Houde & L.G. Morin. 1991. Spawning, fecundity, hatch-date frequency and young-of-the-year growth of the bay anchovy *Anchoa mitchilli* in mid-Chesapeake Bay. Mar Ecol. Prog. Ser. 73:161-171.