

Patrones ecológicos y variación cíclica de la estructura trófica de las comunidades nectónicas en lagunas costeras del Pacífico de México *

por

Alejandro Yáñez-Arancibia**

Abstract: The coastal lagoons of the state of Guerrero (central Pacific coast of Mexico), present an environmental physiology cycle with three ecological annual periods: *Period 1* (salinities from 15 to 34 ‰), from August to November, lagoons in contact with the sea through an open pass in the barrier bar, permitting a biological, physical and chemical exchange. *Period 2* (salinities higher than 35 ‰), from November to May, lagoons isolated from the sea and evaporation exceeds freshwater input, there is a minimum volume of water inside the lagoons. *Period 3* (salinities lower than 15 ‰), from May to August, lagoons isolated from the sea and freshwater input exceeds the rate of evaporation, there is a maximum volume of water inside the lagoons.

Based on ecological affinities the lagoons can be arranged in two groups: *Group A* where the cycle of environmental physiology affects the entire lagoon: mean depth of 1 m, temperatures from 29 to 35 °C, salinities from 2 to 125 ‰, high phytoplanktonic biomass with a maximum of 43.10⁶ cel./l, zooplanktonic biomass with a maximum of 10⁵ indiv./m³ and 1.0 g/m³, variable amount of detritus, few mangroves, variable macrobenthic biomass, and complex trophic structure and nektonic communities during *Period 1* becoming less complex during *Periods 2* and *3* (H' maximum of 2.1588); only 15% of the fishes present during the entire year show the instability of the ecological system. *Group B* where the cycle affects only a limited part of the lagoons: mean depth 2 m, temperatures from 29 to 33 °C, salinities from zero to 4 ‰, very high phytoplanktonic biomass with a maximum of 10⁹ to 10¹⁰ cel./l, zooplanktonic biomass with a maximum of 10³ indiv./m³ and 3.0 g/m³, large quantities of detritus, numerous mangroves, macrobenthic biomass almost absent, trophic structure and nektonic communities of relative complexity during *Period 1* in the zone of marine influence and simple in the rest of the lagoon during this period as well as in the entire lagoon surface during *Periods 2* and *3* (H' maximum of 1.9898); 55% of the fishes present during the entire year indicates the stability of the environment.

* Trabajo presentado en el Simposio "Marine Sciences in the Americas" Interciencia Association, en Panel II "Ecology and Environmental Protection", San José, Costa Rica, 2 al 7 de julio, de 1977. Publicado con anterioridad en *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 5:287-306, 1978.

** Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Laboratorio de Ictiología y Ecología Estuarina.

Contribución 82 del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Plantear una discusión ecológica detallada para la fauna ictiológica de las lagunas costeras de Guerrero hace necesario disponer de un buen conocimiento biológico y abiótico del área, que permita integrar ecológicamente a las comunidades de peces dentro del sistema lagunar estuarino en cuestión. En ese aspecto existe mucha información de diversos trabajos, la mayoría parte de informes científicos elaborados por el Centro de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, para la Comisión del Río Balsas de la ex Secretaría de Recursos Hidráulicos, que representan una información valiosa para lograr los objetivos del estudio ictio-ecológico aquí propuesto.

Es un hecho reconocido desde mucho tiempo y en diferentes países, que las lagunas costeras y/o estuarios representan en su mayoría un potencial de recursos pesqueros de considerable magnitud. Los peces de esos ecosistemas desarrollan uno de los papeles más importantes en el balance energético de esos sistemas biológicos y en la progresión natural del ambiente (Yáñez-Arancibia y Nugent, 1977). Esto determina que la ictiología lagunar-estuarina sea uno de los aspectos más importantes y tal vez uno de los de mayor proyección dentro de los estudios ecológicos y biológico-pesqueros que pretendan evaluar y proponer una correcta administración de los recursos bióticos de un área que presenta características ambientales, en gran medida, predominantemente estuarinas.

La complejidad ambiental de estos ecosistemas hace de su ecología un tópico multidisciplinario que no es fácil de entender en términos ordinarios. Los ejemplos en los cuales se apoyan algunos de los principios generales de interacciones entre la fauna, la flora y el medio ambiente, son a menudo difíciles de describir cuantitativamente y con frecuencia son sólo locales en su aplicación. De manera que el problema ictiológico en las lagunas costeras debe ser abordado a nivel de ecosistema como problema integral más que como aspecto parcial de investigación.

Se sabe que México posee 1,6 millones de hectáreas de ambientes estuarinos, o bien 12.555 kilómetros cuadrados de superficie de lagunas costeras, real y/o potencialmente productivas, muchas de ellas en estados precarios de explotación, otras irracionalmente explotadas, pero todas en un estado latente de contaminación futura por los impactos del hombre en el ambiente natural. Estudios recientes han detallado que los 10 mil kilómetros de litoral mexicano se encuentran caracterizados por 125 lagunas costeras que representan el 33% de la zona costera de México. Esto determina que las lagunas costeras y los estuarios representen un patrimonio cultural y económico de lo más trascendente en el futuro del desarrollo socio-económico del sector pesquero en México.

Considerando estos antecedentes y entendiéndose que la explotación y/o cultivos de organismos marinos, así como también que la comprensión de la dinámica de un ambiente natural implica un conocimiento biológico y ecológico acabado de las especies a explotarse, se propone este estudio ictio-ecológico como un esfuerzo que se identifica con: 1) la necesidad de resolver problemas biológicos de los peces de ambientes lagunares; 2) los intereses del país en cuanto a la perspectiva y a la evaluación de los recursos acuáticos renovables; y 3) las perspectivas particulares de desarrollo socio-económico de la zona costera del estado de Guerrero.

AREA DE ESTUDIO

Diversos estudios se han referido al área, describiéndola de diferentes puntos de vista. *Geología, Geografía y Geomorfología*: Lankford (1974 y 1977), Lankford

et al. (1975), Warne y Sánchez (1975), Carranza-Edwards *et al.* (1975). *Climatología*: García (1973). *Hidrografía*: Arpi *et al.* (1974), Castellanos (1975). *Biología, Ecología e Hidrografía generales*: Ramírez-Granados (1952), Stuardo *et al.* (1974), Stuardo y Martínez-Guerrero (1975), Stuardo y Villarroel (1976), Guzmán (1975), Weinborn (1974), Villarroel (1975, 1976), Estévez (1975), Luján (1975), Román (1976), Licea *et al.* (1975, 1976); Martínez-Guerrero (1978), Yáñez-Arancibia (1974, 1975a, 1975b, 1976a, 1976b, 1977a, 1977b), Yáñez-Arancibia y Nugent (1976, 1977), Yáñez-Arancibia y Díaz (1977), Yáñez-Arancibia *et al.* (1976).

La mayoría de los trabajos mencionados discuten los rasgos generales de las diferentes lagunas y coinciden en definir el área como un *sistema lagunar costero*. Esto debido a numerosas características generales de la zona litoral, además de otras particulares para cada laguna. El origen geológico es común para todas ellas; el clima es el mismo a lo largo de la costa de Guerrero—tropical subhúmedo con lluvias en verano y sequías en invierno, temperaturas con límites no mayores de 5 C, evaporación media anual entre 1.900 y 2.000 mm, precipitación media casi cero en la época de sequía y más de 300 mm mensuales durante la época de lluvias; se encuentran separadas del mar por una barrera arenosa de amplitud y altura variables; la macrofauna es muy escasa.

En general, las lagunas presentan cuerpos de aguas someras de volúmenes variables, dependiendo de la "lluvia" y del "estío", con temperaturas elevadas que descienden en los meses de diciembre-enero-febrero, salinidades muy variables, fondos predominantemente fangosos, y características de topografía y superficies muy irregulares. En condiciones naturales las 9 lagunas consideradas (Fig. 1) presentan un ciclo regular anual de entrada periódica de agua de mar (excepto Mitla por influencia del hombre), que se define y se describe en este trabajo como un *ciclo de fisiología ambiental*.

La zona costera del estado de Guerrero se extiende en una longitud de alrededor de 490 km y la mayor parte se caracteriza por el litoral lagunar pero también presenta algunas zonas rocosas y algunas llanuras de bajo relieve.

Las epi- e infaunas bentónicas se encuentran escasamente representadas en todas las lagunas, al igual que la vegetación sumergida, exceptuando manglares y otra vegetación semiacuática. Sin embargo, los peces y el fitoplancton son particularmente abundantes en algunas lagunas.

En general, todas las lagunas presentan valores de oxígeno disuelto que no son letales para las comunidades de peces; esto es, menos de 2ml O₂/l. La acción del viento, lo somero de las aguas, y la existencia de una biomasa considerable de productores primarios (i.e., macrofitas, microfitas y fitoplancton) aseguran una buena oxigenación de las aguas de las lagunas, que eventualmente puede descender durante la noche en la laguna de Mitla por fenómeno local de eutroficación.

MATERIAL Y METODOS

Las capturas de los peces fueron realizadas empleando como artes de pesca: "chinchorro" (malla 1/4"), "atarraya" (malla 1/2" y 5 m de diámetro), "agallera" (100 m de longitud y malla 2"). Se efectuaron 12 colectas generales: 1a. colecta del 10 al 18 de septiembre de 1973; 2a. colecta del 20 al 25 de septiembre de 1973; 3a. colecta del 23 al 26 de octubre de 1973; 4a. colecta del 20 al 25 de noviembre de 1973; 5a. colecta del 10 al 14 de enero de 1974; 6a. colecta del 5 al 10 de marzo de 1974; 7a. colecta del 14 al 24 de mayo de 1974; 8a. colecta del 15 al 23 de agosto

de 1974; 9a. colecta del 18 al 30 de octubre de 1974; 10a. colecta del 7 al 13 de enero de 1975; 11a. colecta del 17 al 26 de marzo de 1975; 12a. colecta del 6 al 20 de julio de 1975.

Se dispusieron numerosas estaciones de colecta para cada laguna y se efectuaron 10 lances de pesca en cada estación, cuantificándose la densidad y cosecha de pescados. Estos valores de abundancia son discutidos sobre la base de $19,5 \text{ m}^2$ que es la superficie de colecta del "atarraya" obteniendo promedios sobre la base de los 10 lances de pesca de cada estación de colecta.

De las 12 colectas generales en el área de estudio se consideraron las más representativas para cada uno de los 3 *periodos ecológicos* que caracterizan al sistema lagunar costero de Guerrero. Eso determinó que fueran examinados 15.905 peces, detallados de la siguiente manera: Laguna Salinas de Apozahualco (1.013 ejemplares), Chautengo (4.325), Tecomate o San Marcos (1.353), Tres Palos (3.930), Coyuca (1.064), Mitla (1.240), Nuxco (1.447), Salinas del Cuaje (451), Potosí (1.055). De esta colección total fueron determinadas 105 especies.

La diversidad ictiofaunística fue considerada como el número o *variabilidad* de especies para cada laguna y su variación con relación al tiempo y a las características bióticas y abióticas predominantes. Además, fue discutido un índice de diversidad para cada colecta en cada laguna, de acuerdo con la fórmula de Shannon y Weaver (1963). Fue utilizado H' porque su cálculo depende tanto de la riqueza de especies como de la distribución equitativa de los individuos de todas las especies en cada muestra. Poole (1974) y Subrahmanyam y Drake (1975) han discutido detalladamente este aspecto. El índice de Margalef (1969) a menudo refleja los cambios en el número de especies en relación con el tamaño de la muestra, sin asignar el mismo valor a dos colectas que tienen diferente número de especies (Dahlberg y Odum, 1970; Harima y Mundy, 1974).

El examen de los estómagos de los peces se hizo de acuerdo con todos los métodos discutidos por Yáñez-Arancibia *et al.* (1976).

Cada laguna fue caracterizada en relación con la ictiofauna típica que presenta y su variación en el tiempo, y reunidas en dos grupos en relación con la afinidad ecológica determinada por: 1) efectos del ciclo de fisiología ambiental; 2) profundidades medias; 3) ámbitos de salinidades; 4) ámbitos de temperaturas; 5) biomasa fitoplanctónica; 6) biomasa zooplanctónica; 7) cantidad de detritus en sedimentación; 8) cantidad de manglares presentes; 9) biomasa macrobentónica; y 10) complejidad de la estructura trófica de las comunidades neotónicas.

Los valores cuantitativos sobre el fitoplancton se encuentran en los trabajos de Licea *et al.* (1975, 1976) y los del zooplancton en el trabajo de Martínez-Guerrero (1978).

RESULTADOS Y DISCUSION

Dinámica ambiental de las lagunas: Este sistema lagunar presenta una dinámica ambiental con 3 *situaciones ecológicas* marcadas que determinan cambios en la estructura ictiofaunística de las lagunas y que puede ser definida como un *ciclo de fisiología ambiental* (Yáñez-Arancibia, 1976a, 1977b).

1. *El período de barra abierta al mar* se considera un período normal donde se manifiesta la mayor influencia marina en el ecosistema y mezclas de aguas dulces o salobres y marinas con un gran intercambio biológico, físico y químico. El nivel medio de las lagunas oscila con las mareas pero en un ámbito limitado. Las salinidades máximas son de 34 ‰ oscilando desde, más o menos, 15 ‰ . Las

temperaturas oscilan entre 29 y 31 C. La precipitación es alta al igual que el escurrimiento y la evaporación (agosto, septiembre, octubre, noviembre).

2. *El período de secas* es un período que se va haciendo hipersalino. No hay contacto con el mar y por lo tanto se carece de intercambio biológico, físico y químico. Hay un marcado descenso del volumen interno de agua y grandes presiones ambientales, principalmente por aumento de la salinidad y la temperatura. Las salinidades máximas registradas han sido de 125 ‰, oscilando desde, más o menos, 35 ‰. Las temperaturas oscilan entre 28 y 40 C. No existe precipitación como tampoco escurrimiento, pero la evaporación es muy alta (noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo).

3. *El período de lluvias* es un período hiposalino. No hay contacto con el mar y por lo tanto se carece de intercambio biológico, físico y químico. Hay un marcado aumento de volumen interno de agua y una nueva tensión por la disminución brusca de la salinidad. Existe intercambio biológico con alguna fauna dulceacuñola continental. Con la subida del nivel del agua se forma una cabeza hidrostática y en un efecto combinado con la erosión de la barrera arenosa desde el mar, se fuerza la abertura de la misma para reiniciar el ciclo. Las salinidades van de cero hasta 14 ‰. Las temperaturas oscilan entre 29 y 35 C. La precipitación es muy alta al igual que el escurrimiento y la evaporación (mayo, junio, julio, agosto).

Este ciclo de fisiología ambiental, es válido para las lagunas Salinas de Apozahuilco, Chautengo, Tecomate, Nuxco, Salinas del Cuaajo y Potosí. Las lagunas de Tres Palos, Coyuca y Mitla son grandes cuerpos de agua casi dulce, con salinidades que no exceden 4 ‰, que no manifiestan cambios marcados durante el año; Mitla por permanecer cerrada artificialmente al mar durante 9 o 10 años, y Coyuca y Tres Palos por efectos físicos del canal meándrico que las separa del mar. Los factores que intervienen en este ciclo son: 1) la precipitación; 2) el escurrimiento; 3) la evaporación; 4) la filtración a través de la barrera arenosa; y 5) las mareas (Yáñez-Arancibia, 1977b).

Fauna y flora típicas: La vegetación de las lagunas se compone de los siguientes elementos: 1) palmar; 2) lignetum perennifolio de manglar; 3) semiacuático; y 4) acuático. Los principales productores primarios son los manglares y el fitoplancton.

Los grupos zooplanctónicos más comunes son: Copepoda, Chaetognata, larvas de Gasteropoda, larvas de Bivalvia, larvas de Cirripedia, larvas de Polychaeta, larvas de Decapoda, y algunos huevos y larvas de peces.

La macrofauna bentónica incluye: Porifera, Cnidaria, Annelida, Mollusca (Bivalvia y Gasteropoda) en fondos blandos y duros, Arthropoda (Scalpellidae, Balanidae, Penaeidae, Paleomonidae, Callinassidae, Diogenidae, Coenobitidae, Portunidae, Xanthidae, Pinnotheridae, Grapsidae, Gecarcinidae, Ocypodidae, Isopoda y Tanaidacea) distribuidos sobre: 1) facie de playa; 2) facie de manglar; 3) facie bentónica pelágica; y 4) facie bentónica de fondos arenosos y fangosos. En general el bentos se encuentra pobremente representado y no caracteriza a las lagunas en particular.

Composición de las comunidades ictiofaunísticas: La dinámica ecológica del ambiente se refleja en la composición cualitativa y cuantitativa de las comunidades ictiofaunísticas que pueden estar formadas por todos o solamente algunos de los siguientes grupos: 1) peces dulceacuñolas que ocasionalmente penetran en las aguas salobres; 2) peces anadromos y catadromos, en tránsito a través del estuario; 3)

peces verdaderamente estuarinos, que permanecen toda su vida en el estuario, pudiendo penetrar ocasionalmente al mar o al agua dulce; 4) peces marinos que utilizan el estuario como áreas naturales de crianza, o para desovar pero pasan la mayor parte de su vida en el mar, regresando al estuario estacionalmente; 5) peces marinos que efectúan visitas al estuario, generalmente como adultos y para alimentarse; 6) visitantes marinos ocasionales que irregularmente penetran al estuario por diferentes razones (marejadas, tormentas, etc).

Las comunidades varían en su composición y abundancia relativa de especies de acuerdo con: 1) las condiciones hidrológicas del sistema, consecuencia de 2) la estación del año, 3) la localidad dentro del estuario y sus gradientes de salinidad, y eventualmente puede existir un cuarto factor, la disponibilidad del alimento. Yáñez-Arancibia (1977b) discute en detalle la diversidad de los seis componentes ictiofaunísticos considerados.

Los porcentajes encontrados, esto es, 14% de peces dulceacuícolas, 6% de peces propiamente estuarinos, 28% de peces marinos que utilizan el estuario como áreas de crianza o para desovar, 31% de peces marinos que utilizan el estuario como adultos y para alimentarse, y 21% de visitantes marinos ocasionales, son cifras relativas. No obstante, dan un panorama general de la composición de las comunidades las cuales, sin embargo, están estructuradas con diferente composición de acuerdo con las diferentes lagunas. Los peces dulceacuícolas (por su limitada tolerancia a variaciones de salinidades) proporcionan un buen patrón de comparación ecológica entre las diferentes lagunas y es conveniente considerar dos grupos principales de peces, i.e., dulceacuícolas y marinos, para apreciar las variaciones mayores en la estructura de las comunidades.

Las especies de cada uno de esos componentes son las siguientes:

Peces dulceacuícolas: *Astyanax fasciatus*, *Poecilia sphenops*, *Poeciliopsis lucida*, *Poeciliopsis porosus*, *Poeciliopsis balsas*, *Poecilistes pleurospilus*, *Thyrinops crystallina*, *Cichlasoma trimaculatum*, *Tilapia mossambica*, *Eleotris pictus*, *Gobiomorus maculatus*, *Dormitator latifrons*, *Microgobius miraflorensis*, *Awaous nelsoni*, *Chonophorus* sp., *Sicydium* sp.

Peces propiamente estuarinos: *Lile stolifera*, *Galeichthys caerulea*, *Galeichthys gilberti*, *Arius liropus*, *Gobionellus microdon*, *Gobionellus sagittula*.

Peces marinos que utilizan el estuario como área de crianza: *Albula vulpes*, *Chanos chanos*, *Centropomus nigrescens*, *Centropomus robalito*, *Caranx hippos*, *Caranx marginatus*, *Caranx latus*, *Caranx caballus*, *Oligoplites mundus*, *Oligoplites saurus*, *Oligoplites altus*, *Diapterus peruvianus*, *Gêrres cinereus*, *Eugerres lineatus*, *Eugerres axillaris*, *Eucinostomus currani*, *Eucinostomus entomelas*, *Eucinostomus dowii*, *Mugil cephalus*, *Mugil curema*, *Polydactilus aproximans*, *Cyclopsetta querna*, *Citarichthys gilberti*, *Etropus crossotus*, *Achirus mazatlanus*, *Achirus panamensis*, *Achirus klunsiingeri*, *Trinectes fonsecensis*, *Sphoeroides lobatus*, *Sphoeroides annulatus*.

Peces marinos que utilizan el estuario como adultos y para alimentarse: *Elops affinis*, *Albula vulpes*, *Dixonina nemoptera*, *Ophistonema libertate*, *Opisthopterus dowii*, *Pliosteostoma lutipinnis*, *Anchoa macrolepidota*, *Anchoa panamensis*, *Anchoa mundeloides*, *Anchoa curta*, *Anchoa scofieldi*, *Hyporhamphus unifasciatus*, *Hyporhamphus patris*, *Strongylura stoltzmanni*, *Tylosurus fodiator*, *Centropomus*

pectinatus, *Selene brevoorti*, *Trachinotus rhodopus*, *Lutjanus novemfasciatus*, *Lutjanus argentiventris*, *Lutjanus guttatus*, *Pomadasyus leuciscus*, *Pomadasyus macracanthus*, *Pomadasyus branickii*, *Umbrina xanti*, *Micropogon altipinnis*, *Micropogon ectenes*, *Cynoscion stolzmanni*, *Cynoscion xanthulus*, *Menticirrhus elongatus*, *Menticirrhus nasus*, *Scomberomorus maculatus*, *Diodon hystrix*.

Peces marinos visitantes ocasionales: *Heterodontus francisci*, *Ginglymostoma cirratum*, *Pristis zephyreus*, *Urotrygon nebulosus*, *Urotrygon asterias*, *Urotrygon aspidurus*, *Urotrygon goodei*, *Urotrygon chilensis*, *Urotrygon* sp. A, *Myrophis vafer*, *Prionotus ruscarius*, *Diplectrum pacificum*, *Caranx medusicola*, *Oligoplites refulgens*, *Trachinotus rhodopus*, *Pomadasyus branickii*, *Menticirrhus elongatus*, *Menticirrhus nasus*, *Kyphosus elegans*, *Abudefduf saxatilis*, *Sphyræna ensis*, *Bathygobius soporator*, *Microdesmus dipus*.

Categorías ictiotróficas: Yáñez-Arancibia (1977b) ha propuesto tres categorías ictiotróficas para las lagunas costeras, discutiendo los trabajos de Hiatt (1947), Gneri y Angelescu (1951), Yokota (1956), Reid *et al.* (1956), Darnell (1958, 1961), Springer y Woodburn (1960), Gunter (1956), Hedgpeth (1957), Thompson (1957), Yasuda (1960), Teal (1962), McHugh (1967), J. H. Day (1967), Olivier *et al.* (1968, 1972), Qasim (1970), Odum (1971), Odum y Heald (1972, 1975), Carr y Adams (1973), J. W. Day *et al.* (1973a, 1973b), Zaret y Paine (1973), Hodgkin (1973), Lenanton (1973), McErlean *et al.* (1973), Heald *et al.* (1974), De Sylva (1975), Snedaker y Brook (1976).

Consumidores primarios, categoría en la que se incluyen: a) Planctófagos (fito y/o zoo); b) Detritívoros (y de otros restos vegetales); y c) Omnívoros (detritus vegetales y fauna de pequeño tamaño).

Consumidores secundarios, categoría en la que se incluyen los peces predominantemente carnívoros, aun cuando pueden incluir en su dieta algunos vegetales y detritus pero sin mucha significación cuantitativa.

Consumidores de tercer orden, categoría en la que se incluyen peces exclusivamente carnívoros, donde los vegetales y el detritus son un alimento accidental.

La ictiofauna general de las lagunas costeras de Guerrero puede quedar agrupada de la siguiente manera en relación con las tres categorías o niveles ictiotróficos definidos en el punto anterior.

CONSUMIDORES PRIMARIOS

- a) **Planctófagos:** *Life stilifera*, *Ophistonema libertate*, *Opisthopterus dovii*, *Pilosteostoma lutipinnis*, *Anchovia macrolepidota*, *Anchoa panamensis*, *Anchoa mundeoloides*, *Anchoa curta*, *Anchoa scofieldi*, *Hyporhamphus unifasciatus*, *Thyrinops crystallina*.
- b) **Detritívoros:** *Mugil cephalus*, *Mugil curema*, *Elotris pictus*, *Gobiomorus maculatus*, *Dormitator latifrons*, *Bathygobius*

soporator, *Microgobius miraflorensis*, *Gobionellus microdon*, *Gobionellus sagittula*, *Awaous nelsoni*, *Microdesmus dipus*.

Omnívoros: *Chanos chanos*, *Astyanax fasciatus*, *Poecilia sphenops*, *Poeciliopsis lucida*, *Poeciliopsis porosus*, *Poeciliopsis balsas*, *Poecilistes pleurospilus*, *Kyphosus elegans*, *Gerres cinereus*, *Eugerres lineatus*, *Eugerres axillaris*, *Eucinostomus currani*, *Eucinostomus entomelas*, *Eucinostomus Dowii*, *Cichlasoma trimaculatum*, *Tilapia mossambica*.

CONSUMIDORES SECUNDARIOS

Albula vulpes, *Myrophis vafer*, *Galeichthys caeruleascens*, *Galeichthys gilberti*, *Diapterus peruvianus*, *Elops affinis*, *Pomadasys* sp., *Pomadasys leuciscus*, *Pomadasys macracanthus*, *Pomadasys branickii*, *Caranx hippos*, *Caranx marginatus*, *Caranx medusicola*, *Caranx latus*, *Caranx caballus*, *Selene brevoorti*, *Oligoplites mundus*, *Oligoplites saurus*, *Oligoplites altus*, *Oligoplites refulgens*, *Umbrina xanti*, *Menticirrhus elongatus*, *Menticirrhus nasus*, *Abudefduf saxatilis*, *Polydactilus approximans*, *Achirus mazatlanus*, *Achirus panamensis*, *Achirus klunsiingeri*, *Trinectes fonsecensis*, *Sphoeroides lobatus*, *Sphoeroides annulatus*, *Diodon lhystrix*.

CONSUMIDORES DE TERCER ORDEN

Heterodontus francisci, *Ginglymostoma cirratum*, *Pristis zephyreus*, *Urotrygon nebulosus*, *Urotrygon asterias*, *Urotrygon aspidurus*, *Urotrygon goodei*, *Urotrygon chilensis*, *Urotrygon* sp. A, *Arius liropus*, *Strongylura stolzmanni*, *Tylosurus fodiator*, *Prionotus ruscarius*, *Centropomus nigrescens*, *Centropomus robalito*, *Centropomus pectinatus*, *Diplectrum pacificum*, *Trachinotus rodophus*, *Lutjanus novemfasciatus*, *Lutjanus argentiventris*, *Lutjanus guttatus*, *Micropogon altipinnis*, *Micropogon ectenes*, *Cynoscion stolzmanni*, *Cynoscion xanthulus*, *Cynoscion reticulatus*, *Sphyræna ensis*, *Cyclopsetta querna*, *Citarichthys gilberti*, *Etropus crossotus*.

Esta categorización determina que en el sistema lagunar costero de Guerrero el 38% de la ictiofauna son consumidores primarios (11% planctófagos, 11% detritívoros y 16% omnívoros), cifras que pueden variar cuando algunos peces señalados como detritívoros circunstancialmente pueden comportarse como omnívoros. Los consumidores secundarios alcanzan un 32% y un 30% los consumidores de tercer orden. Estas últimas cifras también pueden variar ligeramente cuando circunstancialmente algunos consumidores secundarios pueden comportarse como consumidores de tercer orden, todo ello determinado por algunos factores discutidos más adelante.

Por otra parte el porcentaje individual de consumidores varía en cada laguna dependiendo de sus características ecológicas. En las lagunas más dulceacuícolas (i.e., Tres Palos, Coyuca y Mitla) prácticamente desaparecen los consumidores de

tercer orden y son cuantitativamente importantes los consumidores primarios. En realidad, los consumidores de tercer orden se encuentran mejor representados en aquellas lagunas que reciben marcada influencia marina durante el *Período 1*.

Afinidad ecológica y grupos de lagunas: El análisis detallado de las *diagnosís ecológicas* (Cuadro 1) permite apreciar que varias lagunas responden a un esquema general (i.e., Salinas de Apozahualco, Chautengo, Tecomate, Nuxco, Salinas del Cuajo y Potosí), por una parte, y (i.e., Tres Palos, Coyuca y Mitla) por otra.

El ciclo de fisiología ambiental de los tres períodos ecológicos por el cual pasan anualmente las lagunas, tiene mayor o menor influencia en cada una de las áreas y es lo que básicamente determina un patrón de comportamiento general de las lagunas. La afinidad ecológica entre ellas respondería al siguiente esquema:

Lagunas del Grupo A (Laguna tipo: Chautengo): Pertenecen Salinas de Apozahualco, Chautengo, Tecomate, Nuxco, Salinas del Cuajo y Potosí. En este grupo el ciclo afecta a toda la laguna (Fig. 2). Profundidades medias anuales: 1 m. Temperaturas de 29 a 35 C. Salinidades de 2 a 125 ‰. Alta biomasa fitoplanctónica con un máximo de 43-10⁶ cel./l. Biomasa zooplanctónica máxima de 10⁵ indiv./m³ y 1,0 g/m³. Variable cantidad de detritus puesto que en el *Período 1* hay una manifiesta exportación hacia el mar. Pocos manglares y de distribución irregular. Variable biomasa macrobentónica. Estructura trófica y comunidades neotónicas complejas en diversidad durante el *Período 1*, simplificándose durante los *Períodos 2* y *3* (H' máxima de 2,1588) (Figs. 3 y 5). El bajo porcentaje de peces que se encuentra todo el año es el reflejo de la inestabilidad del ambiente (i.e., 15%). En la figura 5 se utiliza la simbología sugerida por H. T. Odum y Copeland (1974).

Lagunas del Grupo B (Laguna tipo: Tres Palos): Pertenecen Tres Palos, Coyuca y Mitla. En este grupo el ciclo afecta sólo el área del canal (Fig. 2). Profundidades medias anuales: 2 m. Temperaturas de 29 a 33 C. Salinidades de 0 a 4 ‰. Biomasa fitoplanctónica muy alta, con un máximo de 10⁹ a 10¹⁰ cel./l. Biomasa zooplanctónica máxima de 10³ indiv./m³ y 3,0 g/m³. Gran cantidad de detritus acumulado en sedimentación por su limitada exportación hacia el mar, esto porque el ciclo es de efecto restringido además de la barrera que representa el canal meándrico que las comunica con el mar; Mitla no posee canal pero se encuentra cerrada y el efecto ecológico es similar. Gran superficie en manglares en la periferia de las lagunas y de distribución continua. Muy baja biomasa macrobentónica (casi ausente). Estructura trófica y comunidades neotónicas relativamente complejas en diversidad durante el *Período 1* en la zona del canal, simplificándose mucho durante este mismo período en el resto de la laguna, y a través de toda la laguna durante los *Períodos 2* y *3* (H' máxima de 1,9898) (Figs. 4 y 6). El alto porcentaje de peces que se encuentra todo el año es el reflejo de la estabilidad del ambiente (55%). En la figura 6 se utiliza la simbología sugerida por H.T. Odum y Copeland (1974).

En el Cuadro 1 se presentan los valores globales de peces dulceacuícolas, peces marinos, diversidad, densidad y biomasa, y su variación estacional en las lagunas ecológicamente similares.

Estructura trófica de los grupos A y B y modelos de sus ecosistemas: Los aspectos trofodinámicos de la ecología no han sido abordados en los estudios de comunidades lagunares y/o estuarinas en México (excepto algunos de los trabajos del autor de este estudio), aún considerando que estos conceptos fueron destacados en un trabajo pionero de Lindeman (1942).

CUADRO 1

Valores globales de algunos parámetros
bióticos de las lagunas de los grupos

A y B

	Peces presentes todo el año (%)	Peces dulceacuícolas (%) Período ecológico			Peces marinos (%) Período ecológico →			Diversidad (No sp) Período ecológico				Densidad (spm/19,5 m ²)			Biomasa (g-p. húmedo-/19,5m ²) Período ecológico		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	Total	1	2	3	1	2	3
GRUPO A																	
Chautengo	11	10	17	50	90	83	50	66	18	22	85	12	8	7	1300	864	756
Salinas de Apozahualco	10	14	1	77	86	99	23	31	8	9	39	6	3	1			
Tecomate	33	17	—	46	83	—	54	30	—	13	33	19	—	9			
Nuxco	14	8	16	39	92	84	61	33	6	13	43	7	1	8			
Salinas del Cuaajo	8	8	0	27	92	100	73	19	3	11	25	6	2	2			
Potosí	16	11	17	41	89	83	59	42	12	22	58	7	2	3			
PROMEDIOS	15	11	10	47	89	89	53	37	9	15	47	10	3	5	1300	864	756
GRUPO B																	
Tres Palos	59	43	53	54	57	47	46	25	19	26	32	14	7	8	840	420	480
Coyuca	56	49	60	68	51	40	32	22	15	20	25	2	1	1			
Mitla	50	60	64	67	40	36	33	11	11	9	16	3	1	2			
PROMEDIOS	55	51	50	63	49	41	37	19	15	18	24	6	3	4	840	420	480

* Determinada sólo para las lagunas tipos, como "cosecha" ("standing crop")

Las *tramas tróficas* que caracterizan a los dos grupos de lagunas son similares en el número de niveles tróficos, pero difieren en diversidad de especies de cada uno de esos niveles y en las relaciones tróficas de esos niveles (Figs. 5 y 6).

GRUPO A

La estructura trófica de estas lagunas está compuesta por cuatro *niveles tróficos* (Fig. 5).

En el *1er nivel* se ubican los productores primarios: microfítobentos, pastos pantanosos, manglares y fitoplancton. Se incluye además al *detritus* por su origen y resultado.

En el *2do nivel* se ubican todos los *consumidores primarios* en complejas relaciones tróficas. Desde la microfauna asociada al proceso de formación de detritus: bacterias, hongos y nemátodos; además de *macro* y *meio bentos* incluyendo gastrópodos, bivalvos, jaibas y camarones (*Mytella strigata*, *Callinectes toxotes*, *C. arcuatus*, *Penaeus stylirostris*, *P. vannamei*, *P. californiensis*), además, zooplancton, insectos y los peces consumidores primarios.

En el *3er nivel* se ubican los peces consumidores secundarios, y en el *4to nivel* los peces consumidores de tercer orden y/o los carnívoros superiores.

Esta trama trófica (Fig. 5) se presenta durante el *Período 1* de todas las lagunas del *Grupo A*. Sin embargo, se manifiestan variaciones cuali- y cuantitativas en los otros períodos. Durante el *Período 2* en el *1er nivel* disminuye la biomasa del microfítobentos y del fitoplancton. En el *2do nivel* desaparecen los camarones y los insectos de la trama trófica y si se encuentran son en realidad excepcionales; el zooplancton, los macromoluscos, las jaibas y los peces consumidores primarios disminuyen en un 50% la diversidad, la densidad y la biomasa. En el *3er nivel* los peces consumidores secundarios disminuyen en un 75% la diversidad y la densidad, y en un 50% la biomasa. En el *4to nivel* desaparecen completamente los peces consumidores de tercer orden, quedando solamente como carnívoros superiores algunas aves acuáticas. Durante el *Período 3* en el *1er nivel* se recupera la biomasa de microfítobentos y de fitoplancton por la proliferación de especies dulceacuícolas. La cantidad de detritus aumenta significativamente a un máximo de materia orgánica descompuesta acumulada en sedimentación; posteriormente gran parte de ella será exportada hacia el mar. En el *2do nivel* se recupera en un 100% la diversidad y biomasa de insectos; también se recupera en un 100% la biomasa de peces consumidores primarios pero sólo aumenta en un 25% la diversidad por presencia de especies dulceacuícolas, y se mantiene y/o disminuye ligeramente la diversidad, densidad y biomasa de macromoluscos y jaibas; los camarones no se pueden recuperar puesto que no hay contacto con el mar; aumentan en un 100% la biomasa y la densidad del zooplancton pero la diversidad aumenta sólo en un 25% por presencia de especies dulceacuícolas. En el *3er nivel* se recupera en un 100% la biomasa de peces consumidores secundarios, pero la densidad y diversidad sólo se recuperan en un 25% por la presencia de especies dulceacuícolas. En el *4to nivel* no existen peces consumidores de *tercer orden* cuantitativamente importantes porque la mayoría de ellos son marinos y los carnívoros superiores sólo están representados por aves.

Componentes ictiotróficos: Los componentes ictiotróficos varían en el tiempo según el período ecológico de las lagunas. La máxima diversidad se alcanza durante el *período 1* y en ese momento el modelo tiene su máxima complejidad.

Consumidores primarios: Los planctófagos se encuentran representados por *Anchovia*, *Anchoa*, *Hyporhamphus*, *Ophistonema*, *Opisthopterus* y *Pliosteostoma* en las zonas más salobres, y por *Lile* y *Thyrinops* en las áreas más dulceacuícolas. Eventualmente *Ophistonema*, *Opisthopterus*, *Pliosteostoma* y *Lile* pueden comportarse como carnívoros primarios puesto que la disponibilidad del alimento los hace ser a veces exclusivamente zooplanctófagos. En otros momentos todas las especies mencionadas se alimentan tanto de fito- como de zooplancton. La más abundante de estas especies es *Anchovia macrolepidota* tanto en número como en biomasa y son particularmente importantes ya que miden hasta 130 mm de longitud patrón, formando cardúmenes compactos que se desplazan constantemente dentro de lo reducido de su ambiente ecológico, alimentándose de fitoplancton, algas filamentosas, zooplancton y en menor proporción de detritus. Las *Anchovia* y *Anchoa* en general presentan un ciclo vital rápido y una fecundidad elevada, y por su gran adaptabilidad a las lagunas son muy importantes en las cadenas tróficas puesto que sirven de alimento a otros peces, a algunas aves costeras y aún al hombre.

Los detritívoros se encuentran representados por *Mugil* y *Gobionellus* durante todo el año y por *Eleotris*, *Gobiomorus*, *Dormitator*, *Microgobius* durante la época del *Período 3*. En el ambiente pelágico lagunar es muy importante *Mugil curema* por sus grandes cardúmenes de juveniles durante el *Período 1* y cardúmenes de ejemplares mayores durante el resto del año; así como también es importante

Gobionellus microdon en el ambiente bentónico de fondos fangosos. En comparación con los planctófagos, los detritívoros son menos abundantes en términos de diversidad pero sus poblaciones son muy densas en número de individuos, a pesar de sufrir uno de los mayores índices de depredación por los niveles tróficos superiores. En el balance energético del ecosistema los detritívoros forman uno de los grupos ictiotróficos de mayor importancia ecológica por su papel de convertir energía potencial del detritus en energía utilizable por los niveles tróficos superiores, además de aportar una gran biomasa. Además algunos de ellos revisten importancia comercial para el hombre como *Mugil curema* (Yáñez-Arancibia, 1976a) y *Dormitator latifrons* (Yáñez-Arancibia y Díaz, 1977).

Los omnívoros se encuentran representados por *Chanos*, *Kyphosus*, *Gerres*, *Eugerres*, *Eucinostomus* y *Diapterus* en las zonas más salobres, y por *Astyanax*, *Ciclasoma* y algunos Poecílidos en las áreas más dulceacuícolas. En este grupo las especies claves son las mojarra que se distribuyen indistintamente por todos los ambientes de las lagunas, predominando en diversidad, densidad y biomasa. Las relaciones interespecíficas dentro de estos peces son complejas y en su dieta carnívora depredan sobre detritívoros y sobre otros omnívoros. *Gerres*, *Diapterus* y *Eugerres* son muy importantes por servir de alimento a otros peces de niveles tróficos superiores, además de aves acuáticas y al hombre.

Los peces consumidores secundarios se encuentran representados fundamentalmente por *Albula*, *Galeichthys*, *Diapterus* (que con frecuencia cambia a este nivel), *Elops*, *Pomadasys*, *Caranx*, *Oligoplites*, *Menticirrhus*, *Achirus*, *Trinectes*, *Sphoeroides* y *Diodon*. En las cercanías de las bocas y asociados a sustrato arenoso se encuentran *Achirus* y *Trinectes*. En las zonas más salobres dominan *Elops affinis*, *Caranx* spp. y *Oligoplites* spp. distribuidos por toda la laguna. Todas estas especies tienen gran importancia comercial, pero exceptuando a *Galeichthys*, las restantes son visitantes cíclicos del estuario que invaden las lagunas durante el *Período 1*. Su

aporte en biomasa disminuye considerablemente en períodos posteriores. Las relaciones interespecíficas en este grupo son complejas puesto que además de depredar sobre niveles tróficos inferiores existe depredación entre ellos.

Los peces consumidores de tercer orden no siempre son fáciles de determinar por cuanto muchos peces consumidores secundarios pueden cambiar a este nivel de acuerdo con la disponibilidad del alimento y aún estacionalmente. Las especies más importantes han sido *Arius* y *Galeichthys* (que en algunas épocas son exclusivamente carnívoros), *Strongylura*, *Centropomus*, *Trachinotus*, *Lutjanus*, *Micropogon*, *Cynoscion*, *Cyclosetta*, *Citarichthys* y *Etropus* con mayor frecuencia; y esporádicamente *Tylosurus*, *Prionotus*, *Deplectrum* y *Sphyraena*. En las áreas de mayor salinidad y con sustrato predominantemente fangoso son más abundantes *Centropomus*, *Lutjanus*, *Cynoscion* y *Micropogon*, pero cerca de las bocas donde predomina el sustrato arenoso se encuentran mejor representados los lenguados. Los bagres, robalos, pargos y curvinas revisten gran importancia comercial en las lagunas y son especies muy importantes en el balance energético, especialmente durante el *Período 1* donde son depredados por aves acuáticas y por el hombre. Los tiburones y rayas (i.e., *Ginglymostoma*, *Heterodontus*, *Carcharhinus* y *Urotrygon*) no son abundantes, pero cuando excepcionalmente penetran a las lagunas se incorporan en este nivel trófico.

GRUPO B

La estructura trófica de estas lagunas está compuesta por cuatro *niveles tróficos* (Fig. 6) de relaciones más simples que la trama trófica del *Grupo A*.

En el *1er nivel* se ubican los productores primarios: microfítobentos, pastos pantanosos, manglares (los más abundantes), y fitoplancton (muy abundante en biomasa). Se incluye además al *detritus* (muy abundante) por su origen y resultado.

En el *2do nivel* se ubican todos los consumidores primarios que por la baja diversidad tienen relaciones tróficas simples. Se incluye la *microfauna* asociada a los procesos de formación del *detritus*: bacterias, hongos y otros: *macro-* y *meio* faunas considerando gastrópodos, bivalvos y el langostino *Macrobrachium tenellum*; además zooplancton, insectos y los peces consumidores primarios.

En el *3er nivel* se ubican los peces consumidores secundarios y en el *4to nivel* los peces consumidores de tercer orden y/o los carnívoros superiores.

Esta trama trófica (Fig. 6) se presenta durante el *Período 1* de todas las lagunas del *Grupo B*, pero con *Macrobrachium* disminuido en términos de densidad y biomasa. Sin embargo se manifiestan variaciones cualitativas y cuantitativas en los otros períodos. Durante los *Períodos 2* y *3* en el *2do nivel* se recupera la densidad y biomasa de *Macrobrachium* en la trama trófica. En el *3er nivel* disminuye en un 50% la diversidad, densidad y biomasa de los peces consumidores secundarios. En el *4to nivel* desaparece en un 100% la diversidad, densidad y biomasa de los peces consumidores de tercer orden. Los carnívoros superiores sólo se encuentran representados por aves acuáticas.

Lo significativo de esta trama trófica es que los productores primarios permanecen con igual significación cuantitativa durante todo el año. Por otra parte, los camarones y las jaibas no juegan un papel trascendente en el balance energético del ecosistema; su ocurrencia es fugaz y poco significativa, presentándose solamente en la zona de la boca de las lagunas y durante el *Período 1*. Asimismo *Macrobrachium tenellum* es una especie interesante en esta trama trófica; durante el *Período 1* es poco abundante y se distribuye en las áreas más dulceacuáticas de

estas lagunas por lo que es poco frecuente que sea depredada por peces consumidores de tercer orden que generalmente son marinos; durante los *Períodos* 2 y 3 esta especie aumenta considerablemente pero ya no puede sufrir presiones de depredación por parte de los peces consumidores de tercer orden ya que han desaparecido del ecosistema por tensión de salinidad. También es interesante apreciar en esta trama trófica, y a diferencia de la del *Grupo A*, que los 3 primeros niveles permanecen prácticamente inalterables durante todo el año, siendo otro aspecto que refuerza la validez de la estabilidad de esos ecosistemas.

Componentes ictiotróficos: Los componentes ictiotróficos varían en el tiempo pero sólo en la zona del canal de este grupo de lagunas. La mayor parte de los peces se mantiene todo el año, con baja diversidad y en un ambiente estable.

Consumidores Primarios: Los planctófagos se encuentran representados por las especies de *Lile* y *Thyrinops* muy abundantes en toda la laguna. En la zona del canal se encuentra *Anchovia* y *Anchoa*.

Los detritívoros forman un grupo de peces consumidores primarios extraordinariamente abundantes, predominando *Mugil*, *Eleotris*, *Gobiomorus*, *Dormitator*, *Microgobius*, *Gobionellus*, *Awaous*. Los más importantes cuantitativamente han sido *Mugil curema* (Yáñez-Arancibia, 1976a) y *Dormitator latifrons* (Yáñez-Arancibia y Díaz, 1977). Estas especies se encuentran todo el año y en poblaciones abundantes que aprovechan las grandes cantidades de detritus acumulado en estas lagunas. La mayoría de ellas no tiene importancia comercial pero su importancia ecológica es significativa y ya se ha discutido anteriormente.

Los omnívoros se encuentran representados por *Gerres*, *Eugerres*, *Eucinostomus*, *Diapterus* y *Chanos* que son poco abundantes, y particularmente por *Astyanax*, *Poecilia*, *Poeciliopsis* y *Cichlasoma* que son extraordinariamente abundantes y forman grandes cardúmenes de pequeños ejemplares, aprovechando la gran disponibilidad de alimento de detritus, algas filamentosas, larvas y adultos de insectos, copépodos dulceacuícolas, etc. Las mojarras tienen importancia comercial sólo estacionalmente y *Cichlasoma* prácticamente todo el año.

Los peces consumidores secundarios se encuentran representados por algunos lenguados como *Achirus* y *Trinectes* en la zona arenosa del canal adyacente a la boca y especialmente durante el *Período 1*. El resto de la laguna, además de la zona del canal, presenta ejemplares de *Elops*, *Caranx*, *Galeichthys*, *Oligoplites* y *Diapterus*, de los cuales *Diapterus peruvianus* y en especial *Galeichthys caeruleascens* son los únicos verdaderamente trascendentes en estas lagunas, por su gran adaptación, distribución y abundancia. Las relaciones interespecíficas en este nivel son simples y la única especie que depreda dentro de este mismo nivel es *Galeichthys caeruleascens*.

Los consumidores de tercer orden desaparecen de estas lagunas durante la mayor parte del año. Durante el *Período 1* pueden encontrarse algunos *Centropomus*, *Lutjanus*, *Strongylura* y algunos Sciaénidos y Bótidos, pero en los otros períodos ecológicos de las lagunas desaparecen. No son abundantes ni aún en el *Período 1*. En ese momento *Galeichthys caeruleascens* puede trasladarse a este nivel trófico.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por los Contratos de Estudios N^o OC-E-03-73 y OC-E-03-74 celebrados entre la Comisión del Río Balsas de la ex Secretaría de Recursos Hidráulicos y el Centro de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Se agradece especialmente la discusión de los resultados preliminares de este estudio por parte de Richard S. Nugent de NUS Corporation Ecological Science Division, Pittsburgh, y de John W. Day de Louisiana State University.

Un reconocimiento muy especial a los comentarios realizados por W. H. L. Allsopp (International Development Research Center, Canada), E. L. Goldberg (Scripps Institution of Oceanography, California), Manuel M. Murillo (Universidad de Costa Rica), y Th. R. Tosteson (University of Puerto Rico, Mayagüez), durante la presentación de este trabajo en "Symposium on Marine Sciences in the Americas", 2-7 de julio de 1977, San José, Costa Rica.

RESUMEN

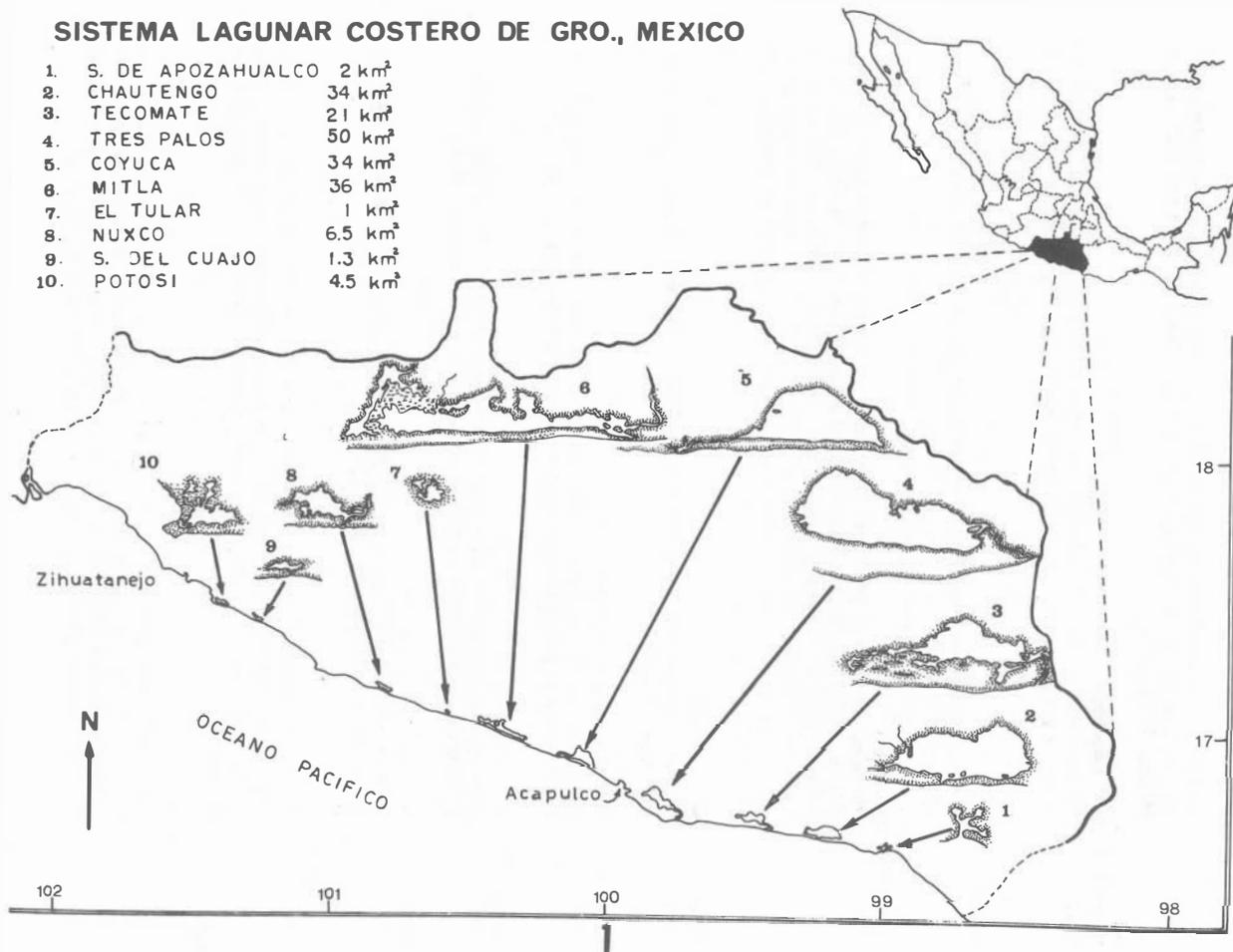
Las lagunas costeras del estado de Guerrero (Pacífico central de México), presentan un ciclo de fisiología ambiental con tres períodos ecológicos anuales: *Período 1* (salinidades de 15 a 34 ‰), de agosto a noviembre; las lagunas se encuentran en contacto con el mar a través de una boca en la barrera arenosa ocurriendo un intercambio biológico, físico y químico. *Período 2* (salinidades mayores a 35 ‰), de noviembre a mayo; las lagunas se encuentran aisladas del mar y la evaporación excede a los aportes de aguas dulces, mínimo volumen de agua dentro de las lagunas. *Período 3* (salinidades menores a 15 ‰), de mayo a agosto, las lagunas se encuentran aisladas del mar y la evaporación es mucho menor que los aportes de aguas dulces, máximo volumen de agua dentro de las lagunas. Por afinidad ecológica las lagunas pueden reunirse en dos grupos: *Grupo A* donde el ciclo de fisiología ambiental afecta a toda la laguna, profundidades medias de 1 m, temperaturas de 29 a 35 C, salinidades de 2 a 125 ppm, alta biomasa fitoplanctónica, con un máximo de $43 \cdot 10^6$ cel./l, biomasa zooplanctónica máxima de 10^5 indiv./m³ y 1,0 g/m³, variables cantidades de detritus por frecuente exportación, pocos manglares, variable biomasa macrobentónica, y estructura trófica y comunidades nectónicas complejas en diversidad durante el *Período 1*, simplificándose durante los *Períodos 2 y 3* (H' máxima de 2,1588), sólo un 15% de peces presentes durante todo el año demuestra lo inestable del sistema ecológico. *Grupo B* donde el ciclo afecta sólo una parte limitada de las lagunas, profundidades medias de 2 m, temperaturas de 29 a 33 C, salinidades de 0 a 4 ppm, muy alta biomasa fitoplanctónica, con un máximo de 10^9 a 10^{10} cel./l, biomasa zooplanctónica máxima de 10^3 indiv./m³ y 3,0 g/m³, grandes cantidades de detritus, numerosos manglares, ausencia de biomasa macrobentónica, y estructura trófica y comunidades nectónicas de complejidad relativa durante el *Período 1* en la zona de influencia marina y simple en el resto de las lagunas durante ese período como también en toda la superficie lagunar durante los *Períodos 2 y 3* (H' máxima de 1,9898); un 55% de peces presentes durante todo el año demuestra lo estable del medio ambiente.

REFERENCIAS

- Arpi, B., L. I. González-Villaseñor, A. Vázquez-Botello, A. Ortega, & V. Martínez
1974. Informe sobre la pre-investigación hidrográfica en las lagunas costeras del estado de Guerrero. In *Informe Final Ira. Etapa Programa Uso de la Zona Costera de Michoacán y Guerrero, Convenio Comisión del Río Balsas, S. R. H., y Centro de Ciencias del Mar y Limnología Univ. Nat. Autón. México*. Contrato de Estudios N°. OC-E-03-73, 43 p., 15 tabl., 48 maps.
- Carr, W. E. S., & C. A. Adams
1973. Food habits of juvenile marine fishes occupying seagrass beds in the estuarine zone near Crystal River, Florida. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 102: 511-540.
- Carranza-Edwards, A., M. Gutiérrez-Estrada, & R. Rodríguez-Torres
1975. Unidades morfo-tectónicas continentales de las costas mexicanas. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Autón. México*, 2: 81-88.
- Castellanos, L.
1975. Subprograma de hidrología. In *Informe Final 2da. Etapa Programa Uso de la Zona Costera de Michoacán y Guerrero. Convenio Comisión del Río Balsas, S. R. H., y Centro de Ciencias del Mar y Limnología Univ. Nat. Autón. México*. Contrato de Estudios N°. OC-E-03-74, 44p., 66 tabl., 46 figs.
- Dahlberg, M. D., & E. P. Odum
1970. Annual cycle of species occurrence and diversity in Georgia estuarine fish populations. *Amer. Midl. Nat.*, 83: 382-392.
- Darnell, R. M.
1958. Food habits of fishes and larger invertebrates of Lake Pontchartrain, Louisiana, an estuarine community. *Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Texas*, 5: 353-416.
- Darnell, R. M.
1961. Trophic spectrum of an estuarine community based on studies of Lake Pontchartrain, La. *Ecology*, 42: 553-568.
- Day, J. H.
1967. The biology of Knysna estuary, South Africa, p. 397-407. In G. H. Lauff (ed.). *Estuaries*. Amer. Ass. Adv. Sci.
- Day, J. W., W. G. Smith, C. S. Hopkinson
1973a. Some trophic relationships of marsh and estuarine areas, p. 115-135. In R. H. Chabreck (ed.). *Proceeding of the Coastal Marsh and Estuary Management Symposium*. Louisiana State University, Baton Rouge, La. July 1972.
- Day, J. W., W. G. Smith, P. Wagner, & W. Stowe
1973b. *Community structure and carbon budget of a salt marsh and shallow bay estuarine system in Louisiana*. Publ. N°. LSU-56-72-04 Center for Wetland Resources. Louisiana State University, Baton Rouge, La. 79 p.
- De Sylva, D. P.
1975. Nektonic food web in estuaries, p. 420-447. In L. E. Cronin (ed.). *Estuarine Research*. Academic Press, New York.

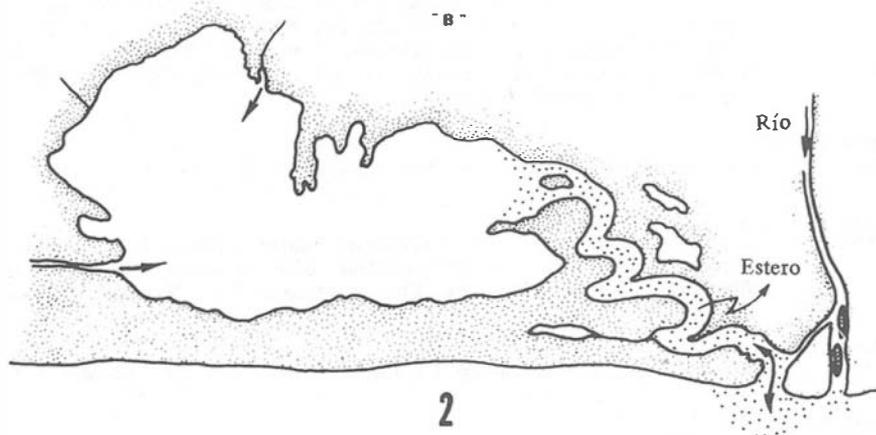
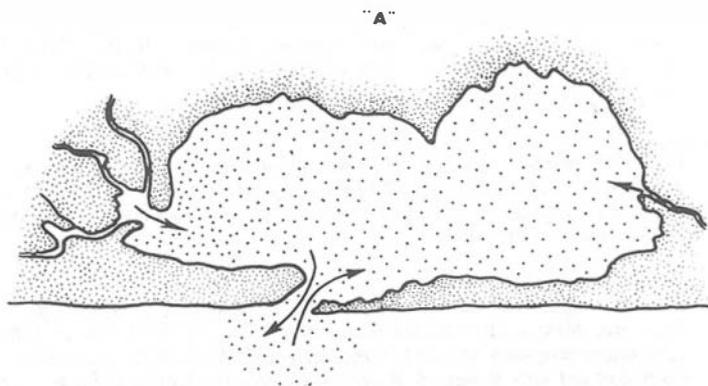
SISTEMA LAGUNAR COSTERO DE GRO., MEXICO

1.	S. DE APOZAHUALCO	2 km ²
2.	CHAUTENGO	34 km ²
3.	TECOMATE	21 km ²
4.	TRES PALOS	50 km ²
5.	COYUCA	34 km ²
6.	MITLA	36 km ²
7.	EL TULAR	1 km ²
8.	NUXCO	6.5 km ²
9.	S. DEL CUAJO	1.3 km ²
10.	POTOSI	4.5 km ²



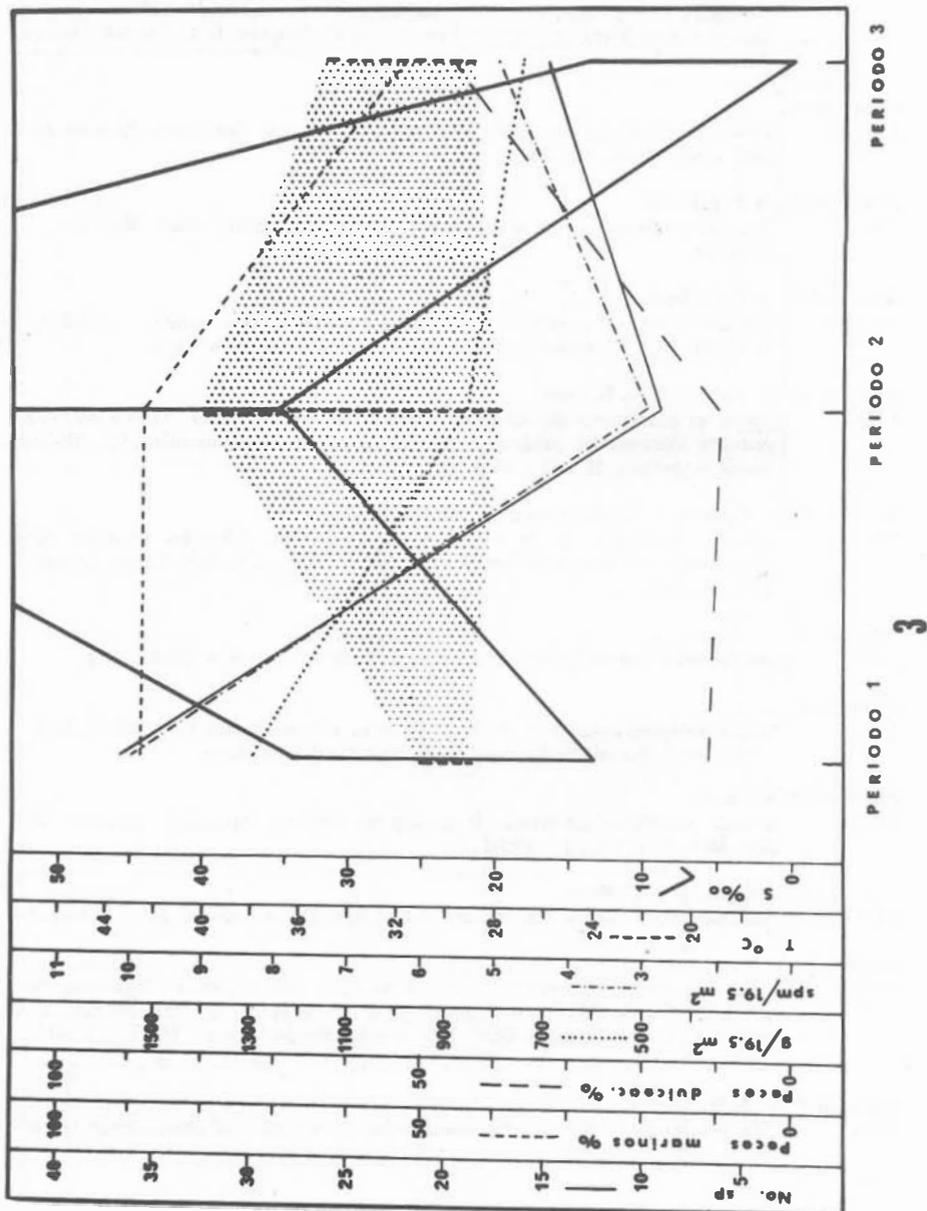
- Estévez, J.
1975. *Aspectos generales de la biología y ecología del mejillón Mytella strigata (Hanley, 1843) en dos lagunas costeras del estado de Guerrero.* Tesis profesional, Fac. Ciencias Univ. Nal. Autón. México. 63 p., 11 tabl., 11 figs., 3 maps., 10 láms.
- García, E.
1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República de México).* Inst. Geogr. Univ. Nal. Autón. México. 246 p.
- Gneri, F. S., & V. Angelescu
1951. La nutrición de los peces iliófagos en relación con el metabolismo general del ambiente acuático. *Rev. Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat. Museo Arg. Cienc. Zool.*, 2: 1-44.
- Gunter, G.
1956. A revised list of euryhalin fishes of north and middle America. *Amer. Midl. Nat.*, 56: 345-354.
- Guzmán-Arroyo, M.
1975. Biología, ecología y pesca del langostino de laguna *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) (Decapoda: Palaemonidae) en la laguna de Mitla, Gro., México. *In Informe final 3ra etapa programa uso de la Zona Costera de Michoacán y Guerrero. Convenio Comisión del Río Balsas, S. R. H. y Centro de Ciencias del Mar y Limnología Univ. Nal. Autón. México.* Contrato de Estudios N^o. OC-E-03-75.
- Harima, H., & P. R. Mundy
1974. Diversity indices applied to the fish biofacies of a small stream. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 103: 457-461.
- Heald, E. J., W. E. Odum, & D. C. Tabb
1974. Mangroves in the estuarine food chain, p. 182-189. *In P. J. Gleason (ed.). Environment of South Florida: Past and present.* Miami Geol. Soc. Mem. 2.
- Hedgpeth, J. W.
1957. Estuaries and lagoons. II. Biological Aspects, p. 673-750. *In J. W. Hedgpeth (ed.). Treatise on Marine Ecology and Paleoecology.* Geol. Soc. America, Mem., 67.
- Hiatt, R. W.
1947. Food-chains and food cycle in the Hawaiian fish ponds. II. Biotic Interaction. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 74: 262-280.
- Hodgkin, E. P.
1973. Biological aspects of coastal zone development in Western Australia. I. General Aspects, p. 93-111. *In Symposium on the Impact of Human Activities on Coastal Zones.* University of Sidney, Australia, UNESCO Committee for Man and the Biosphere.
- Lankford, R. R.
1974. Descripción general de la zona costera de Michoacán y Guerrero. *In Informe 1ra etapa programa uso de la zona costera de Michoacán y Guerrero. Convenio Comisión del Río Balsas, S. R. H., y Centro de Ciencias del Mar y Limnología Univ. Nal. Autón. México.* Contrato de Estudios N^o. OC-E-03-73, 42 p.

Fig. 2. Esquema geomorfológico de las lagunas de los Grupos A y B en el sistema lagunar costero de Guerrero. Señalándose el área de influencia marina durante el Período I de su dinámica ecológica.



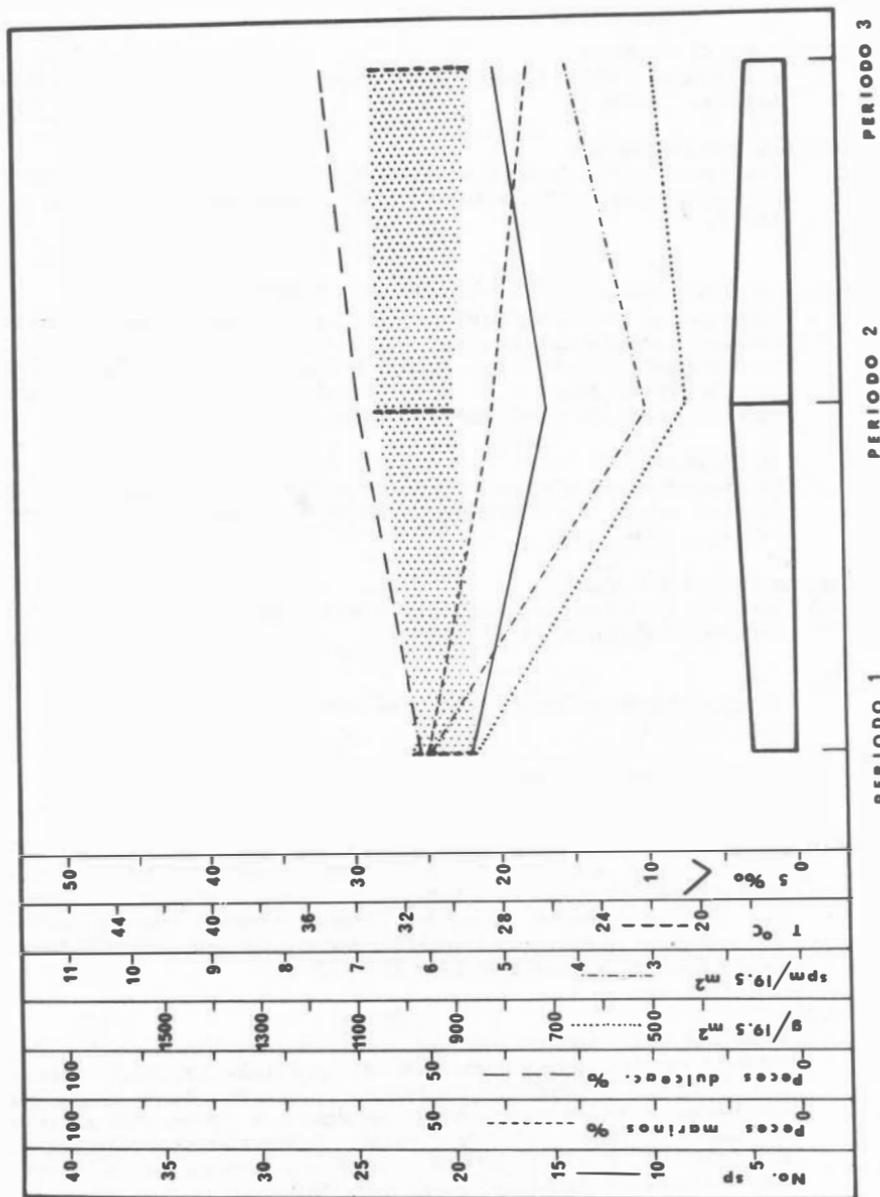
- Lankford, R. R.
1977. Coastal lagoons of Mexico. Their origin and classification, p. 182-215. In M. Wiley (ed.). *Estuarine Processes*. Estuarine Research Federation Conference, Galveston, Texas, Oct. 6-9, 1975.
- Lankford, R. R., M. Gutiérrez-Estrada, & A. Carranza-Edwards
1975. Subprograma de geología. In *Informe final 2da. etapa programa uso de la zona costera de Michoacán y Guerrero. Convenio Comisión del Río Balsas, S. R. H., y Centro de Ciencias del Mar y Limnología Univ. Nal. Autón. México*. Contrato de Estudios N°. OC-E-03-74, 63 p.
- Lenanton, R. C. J.
1973. Biological aspects of coastal development in Western Australia. II. Fish, crustaceans and birds, p. 112-126. In *Symposium on the Impact of Human Activities on Coastal Zones*. University of Sidney, Australia, UNESCO Committee for Man and the Biosphere.
- Licea-Durán, S., M. E. Gómez, & E. Gómez
1975. Informe de avance del estudio del fitoplancton en 5 lagunas del estado de Guerrero, México (Resultados preliminares), noviembre 1974. In *Informe final 2da. etapa programa uso de la zona costera de Michoacán y Guerrero. Convenio Comisión del Río Balsas, S. R. H., y Centro de Ciencias del Mar y Limnología Univ. Nal. Autón. México*. Contrato de Estudios N°. OC-E-03-74, 750 p.
- Licea-Durán, S., M. E. Gómez, & E. Gómez
1976. Informe final del estudio del fitoplancton en 5 lagunas costeras del estado de Guerrero (1974-1975). In *Informe final 3ra. etapa programa uso de la zona costera de Michoacán y Guerrero. Convenio Comisión del Río Balsas, S. R. H., y Centro de Ciencias del Mar y Limnología Univ. Nal. Autón. México*. Contrato de Estudios N°. OC-E-03-75, 750 p.
- Lindeman, R. L.
1942. The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology*, 23: 399-418.
- Luján, J. L.
1975. *Estudio bromatológico de una población de Ruppia maritima L. de la laguna de Nuxco, Gro., México, con generalidades sobre su ecología e importancia alimenticia*. Tesis profesional, Fac. Ciencias Químicas Univ. Nal. Autón. México, 38 p.
- Margalef, R.
1969. *Perspectives in ecological theory*. The University of Chicago Press. Chicago, 111 p.
- Martínez-Guerrero, A.
1978. Distribución y variación estacional del zooplancton en cinco lagunas costeras del estado de Guerrero, México. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 5: 201-212.
- McErlean, A. J., S. G. O'Connor, J. A. Mihursky, & C. I. Gibson
1973. Abundance, diversity and seasonal patterns of estuarine fish population. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, 1: 19-36.
- McHugh, J. L.
1967. Estuarine nekton, p. 581-619. In G. H. Lauff (ed.). *Estuaries*, Amer. Ass. Adv. Sci. Publ. #83.

Fig. 3. Relaciones entre la diversidad, densidad, biomasa, peces marinos, peces dulceacuícolas, temperatura y salinidad, en los tres períodos ecológicos de las lagunas del Grupo A. Los valores son promedios para las seis lagunas de este grupo y están tomados del Cuadro 1. En estas lagunas el 15% de su ictiofauna total se encuentra presente todo el año siendo un reflejo de la inestabilidad del sistema ecológico.



- Odum, H. T., & B. J. Copeland
1974. A functional classification of the coastal ecological systems, p. 5-84. *In* H. T. Odum, B. J. Copeland, & E. A. McMahan (eds.). *Coastal ecological systems of the United States*. The Conservation Foundation Washington, D. C., National Oceanic Administration.
- Odum, W. E.
1971. Pathways of energy flow in a south Florida estuary. *Sea Grant Program Tech. Bull. Univ. Miami*, 7: 1-162.
- Odum, W. E., & E. J. Heald
1972. Trophic analyses of an estuarine mangrove community. *Bull. Mar. Sci.*, 22: 671-738.
- Odum, W. E., & E. J. Heald
1975. The detritus-based food web of an estuarine mangrove community, p. 265-286. *In* L. E. Cronin (ed.). *Estuarine Research*. Academic Press, New York.
- Oliver, S. R., R. Bastida, & M. R. Torti
1968. *Sobre el ecosistema de las aguas litorales de Mar del Plata. Niveles tróficos y cadenas alimentarias pelágico-demersales y bentónico-demersales*. Ser. Hidrogr. Naval, Argentina, H. 1025, 45 p.
- Oliver, S. R., A. Escofet, P. Penchaszadeh, & J. M. Orensanz
1972. Estudio ecológico de la región estuarial de Mar Chiquita (Buenos Aires, Argentina). II. Relaciones tróficas interespecíficas. *An. Soc. Cient. Argentina*, 194: 89-104.
- Poole, R. W.
1974. *An Introduction to Quantitative Ecology*. McGraw Hill, New York, 532 p.
- Qasim, S. Z.
1970. Some problems related to the food chain in a tropical estuary, p. 46-51. *In* J. H. Steele (ed.), *Marine food chains*. Oliver and Boyd, Edinburgo.
- Ramírez-Granados, R.
1952. Estudio ecológico preliminar de las lagunas costeras cercanas a Acapulco. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 13: 199-218.
- Reid, G. K., A. Inglis, & H. D. Hoese
1956. Summer foods of some fish species of East Bay, Texas. *Stwest. Nat.*, 1: 100-104.
- Román, R.
1975. *Contribución al conocimiento de la biología del langostino Macrobrachium tenellum (Smith, 1871) en algunas lagunas costeras de Guerrero, México*. Tesis profesional, Fac. Ciencias Univ. Nal. Autón. México. 71 p., 15 figs., 9 tabl., 5 láms.
- Shannon, C. E., & W. Weaver
1963. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana.

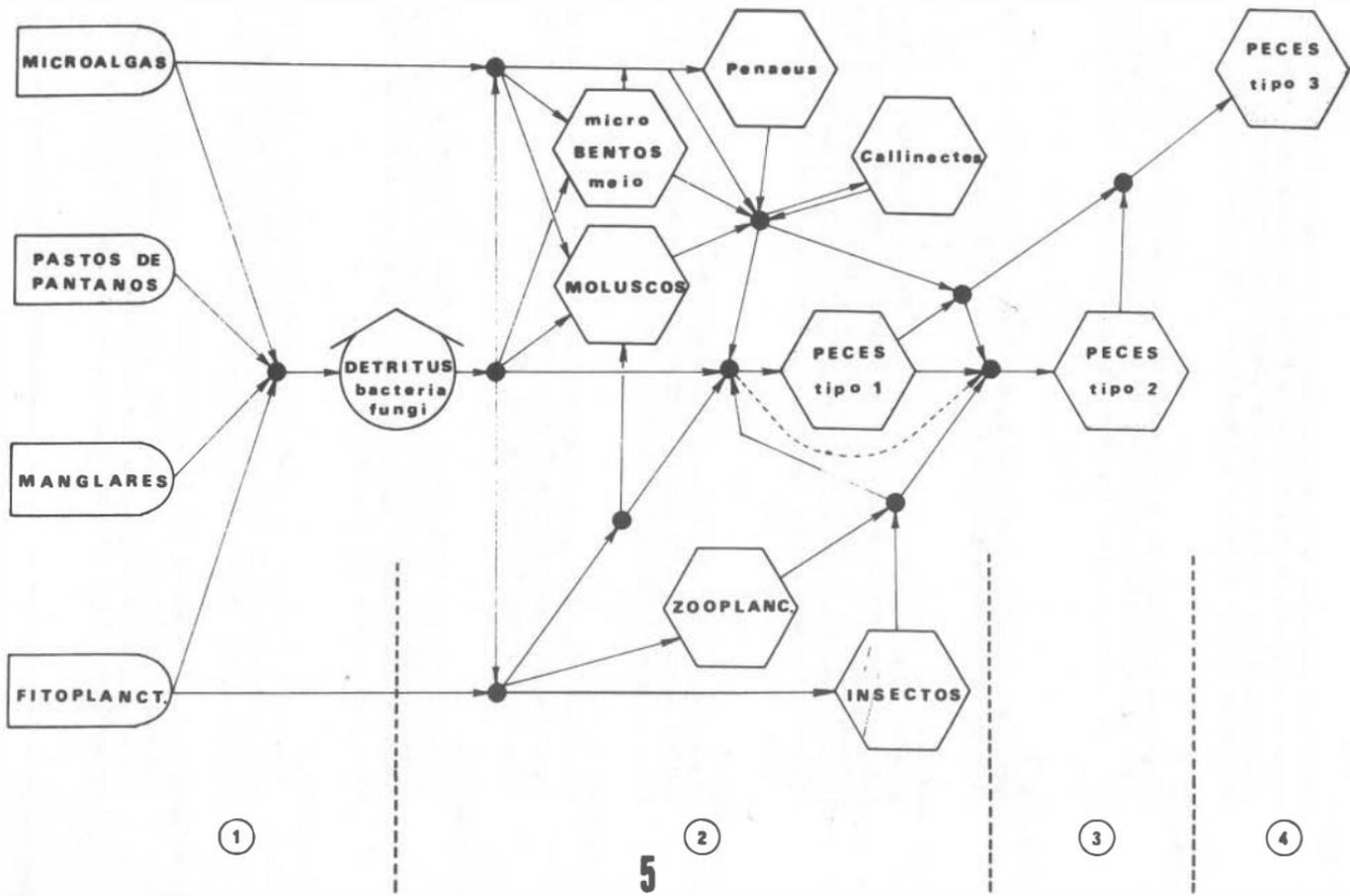
Fig. 4. Relaciones entre la diversidad, densidad, biomasa, peces marinos, peces dulceacuicolas, temperatura y salinidad, en los tres periodos ecológicos de las lagunas del Grupo B. Los valores son promedios para las tres lagunas de este grupo y están tomados del Cuadro 1. En estas lagunas el 55% de su ictiofauna total se encuentra presente todo el año, siendo un reflejo de la estabilidad del sistema ecológico.



4

- Snedaker, S. C., & I. M. Brook
1976. Ecology and the food web of Biscayne Bay, p. 227-233. In A. Thorngren & A. Volker (eds.), *Biscayne Bay, Past, Present, Future*. Symposium, University of Miami, Apr. 2-3, 1976.
- Springer, V. G., & K. D. Woodburn
1960. An ecological study of the fishes of the Tampa Bay Area. *Prof. Pap. Ser. Mar. Lab. Fla.*, 1: 1-104.
- Stuardo, J., & A. Martínez-Guerrero
1975. Resultados generales de una prospección de los recursos biológicos y pesqueros del sistema lagunar costero de Guerrero, México. *Acta Politécnica Mexicana*, 16: 99-115.
- Stuardo, J., A. Martínez-Guerrero, A. Yáñez-Arancibia, J. A. Weinborn, & J. Ruiz
1974. Prospección de los recursos biológicos y pesqueros del sistema lagunar costero de Guerrero y, en parte, del litoral rocoso de Michoacán, México. *Informe final 1a. etapa programa uso de la zona costera de Michoacán y Guerrero. Convenio Comisión del Río Balsas, S. R. H., y Centro de Ciencias del Mar y Limnología Univ. Nal. Autón. México*. Contrato de Estudios N° OC-E-03-73, 500 p.
- Stuardo, J., & M. Villarroel
1976. Aspectos ecológicos y distribución de los moluscos en las lagunas costeras de Guerrero, México. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 3: 70-90.
- Subrahmanyam, C. B., & S. H. Drake
1975. Studies on the animal communities in two north Florida salt marshes. Part I. Fish communities. *Bull. Mar. Sci.*, 25: 445-465.
- Teal, J. M.
1962. Energy flow in the salt marsh ecosystem of Georgia. *Ecology*, 43: 614-624.
- Thompson, J. M.
1957. The food of western Australian estuarine fishes. *Bull. West. Aust. Fish. Dept.*, 7: 1-13.
- Villarroel, M.
1975. Relaciones entre macroinvertebrados bentónicos (moluscos) y sedimentos en 3 lagunas del estado de Guerrero, México. I. In *Informe final 2a. etapa programa uso de la zona costera de Michoacán y Guerrero. Convenio Comisión del Río Balsas, S. R. H., y Centro de Ciencias del Mar y Limnología Univ. Nal. Autón. México*. Contrato de Estudios N° OC-E-03-74, 750 p.
- Villarroel, M.
1976. Relaciones entre macroinvertebrados bentónicos (especialmente moluscos) y sedimentos en las lagunas costeras salinas de Apozahualco, Chautengo y Nuxco, Gro., México. II. Relaciones entre sedimentos de áreas centrales de manglar y la distribución de los macroinvertebrados bentónicos. In *Informe final 3a. etapa programa uso de la zona costera de Michoacán y Guerrero. Convenio Comisión del Río Balsas, S. R. H., y Centro de Ciencias del Mar y Limnología Univ. Nal. Autón. México*. Contrato de Estudios N° OC-E-03-75, 750 p.

Fig. 5. Trama trófica en las lagunas del Grupo A. que reciben marcada influencia marina durante el *Período 1* del ciclo de fisiología ambiental del sistema lagunar costero de Guerrero. Las flechas señalan las principales vías del flujo energético a través de las relaciones tróficas comunes.



Warme, J. E., & L. A. Sánchez

1975. *Sedimentary patterns in west coast lagoons*. Estuarine Research Federation Conference, Galveston, Texas, Oct. 6-9, 1975.

Weinborn, J. A.

1974. Prospección preliminar de la fauna carcinológica en el sistema lagunar costero del estado de Guerrero y litoral sur del estado de Michoacán, con referencia especial a las especies de importancia económica. *Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*. Problema de Investigación, 180 p., 32 figs., 10 láms., 8 tabl.

Yáñez-Arancibia, A.

1974. Prospección preliminar de la fauna ictiológica del sistema lagunar costero del estado de Guerrero (Pacífico Central de México). *Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*. Problema de Investigación, 199 p., 31 figs., 14 láms., 2 tabl.

Yáñez-Arancibia, A.

1975a. Sobre los estudios de peces en las lagunas costeras: Nota científica. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 2: 53-60.

Yáñez-Arancibia, A.

1975b. Relaciones tróficas de la fauna ictiológica del sistema lagunar costero de Guerrero y aspectos parciales de dinámica de poblaciones de los peces de importancia comercial. 230 p., 71 figs. *In Informe final 2a. etapa programa uso de la zona costera de Michoacán y Guerrero. Convenio Comisión del Río Balsas, S. R. H., y Centro de Ciencias del Mar y Limnología Univ. Nal. Autón. México*. Contrato de Estudios N^o OC-E-03-74, 750 p.

Yáñez-Arancibia, A.

1976a. Observaciones sobre *Mugil curema* Valenciennes en áreas naturales de crianza, México: Alimentación, crecimiento, madurez y relaciones ecológicas. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 3: 92-124.

Yáñez-Arancibia, A.

1976b. Fish culture in coastal lagoons: Perspectives in Mexico. *Progress in Marine Research in the Caribbean and Adjacent Regions*. CICAR-II Symposium, Caracas, Venezuela, July, 12-16, 1976 *FAO Fish. Rep.* 200.

Yáñez-Arancibia, A.

1977a. Biological and ecological studies and perspectives of culture of sea catfish *Galeichthys caerulescens* (Gunther) in coastal lagoons on the Pacific coast of Mexico. *Proceeding World Mariculture Society and Eighth Annual Meeting*. San José, Costa Rica. an. 9-13, 1977 (in press).

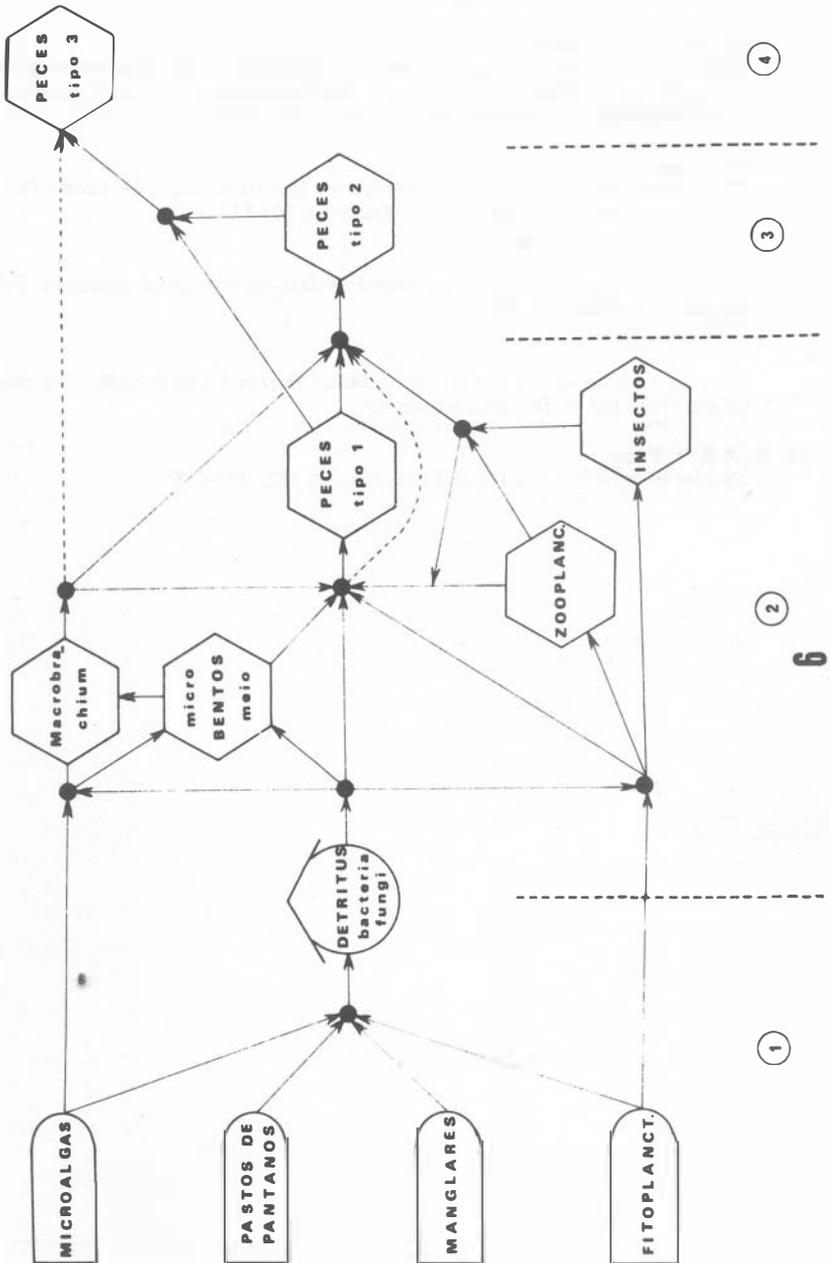
Yáñez-Arancibia, A.

1977b. *Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades ictiofaunísticas en nueve lagunas costeras del estado de Guerrero (Pacífico Central de México)*. Tesis doctoral, Ciencias del Mar, Univ. Nal. Autón. México, 800 p., 66 figs., 32 láms.

Yáñez-Arancibia, A., J. Curiel-Gómez, & V. Leyton de Yáñez

1976. Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Gunther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México (Pisces: Ariidae). *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 3: 125-180.

Fig. 6. Trama trófica en las lagunas del *Grupo B*. oligohalinas que reciben poca influencia marina durante el *Periodo I* del ciclo de fisiología ambiental del sistema lagunar costero de Guerrero. Las flechas señalan las principales vías del flujo energético a través de las relaciones tróficas comunes.



Yáñez-Arancibia, A., & G. Díaz

1977. Ecología trofodinámica de *Dormitator latifrons* (Richardson) en nueve lagunas costeras del Pacífico de México (Pisces: Eleotridae). *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 4: 125-140.

Yáñez-Arancibia, A., & R. S. Nugent

1976. Some ecological relationships of nektonic communities in nine coastal lagoons on the Pacific coast of Mexico. *39th Annual Meeting American Society of Limnology and Oceanography*. Savannah, Georgia, Jun. 21-24, 1976.

Yáñez-Arancibia, A., & R. S. Nugent

1977. El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 4: 107-114.

Yasuda, F.

1960. The types of food habits of fishes assured by stomach contents examination. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 26: 653-662.

Yakota, T.

1956. The construction of fish community at Nankai Regional Area from the view point of their food habits. *In Japanese Materials*.

Zaret, Th. M., & R. T. Paine

1973. Species introduction in a tropical lake. *Science*, 182: 449-455.