

Informe final* del Proyecto H078
Biodiversidad y dinámica espacio-temporal del ictioplancton de dos sistemas lagunares de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an

Responsable: Dra. Laura Sanvicente Añorve
Institución: Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza
División de Estudios de Postgrado
Dirección: Batalla 5 de Mayo s/n, Ejército de Oriente, Iztapalapa, México, DF, CP: 09230
Correo electrónico: lesa@servidor.unam.mx
Teléfono/Fax: 56230701
Fecha de inicio: Agosto 30, 1996
Fecha de término: Junio 22, 1998
Principales resultados: Base de datos, Informe final
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Sanvicente Añorve, L. y X. Chiappa Carrara. 1999. Biodiversidad y dinámica espacio-temporal del ictioplancton de dos sistemas lagunares de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H078.** México D. F.

Resumen:

En este proyecto se propone un estudio sobre la diversidad y la dinámica espacio-temporal de la comunidad ictioplanctónica de dos sistemas lagunares en la costa de Quintana Roo. La primera fase en el desarrollo de este estudio consistirá en el conocimiento de la composición, distribución y abundancia de las especies de larvas de peces que habitan los sistemas señalados y, posteriormente, se abordará la determinación de las principales asociaciones del plancton y su relación con las características hidrológicas y con los patrones predominantes de circulación en ambos cuerpos de agua. Estos objetivos serán alcanzados a través de un esfuerzo interdisciplinario con la participación de expertos en oceanografía física, plancton y ecología numérica, de la FES-Zaragoza, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto Politécnico Nacional y Estación Marina de Wimereux, Francia.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

INFORME FINAL DE PROYECTO

Título: Biodiversidad y dinámica espacio-temporal del ictioplancton en dos sistemas lagunares de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.

Clave: **H078**

Institución: Universidad Nacional Autónoma de México

Dependencia: Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

División de Estudios de Posgrado

Dirección: Batalla 5 de Mayo S/N esq. Fuerte de Loreto

Col. Ejército de Oriente

09230 México D.F.

Teléfono: 745-9371

FAX: 745-8246

Responsable del proyecto:

Nombre: Dra. Laura Sanvicente Añorve

Grado académico: Doctor en Oceanografía Biológica

Puesto: Profesor-Investigador Asociado "Cm"de T. C.

Domicilio: Playa Mocambo 367, Col. Marte, 08830 México D. F.

Teléfono: 633-5512

e-mail: lesa@servidor.unam.mx

Corresponsable:

Nombre: Dr. Xavier Chiappa-Carrara

Grado académico: Doctor en Oceanografía Biológica

Puesto: Profesor-Investigador Titular "A" de T. C.

Domicilio: Capultitlan 3, Col. Tepepan, 14648 México D.F.

Teléfono: 641-3224

e-mail: chiappa@servidor.unam.mx

Área: Taxonómica

Grupo: Zoológico (Ictioplancton)

Ambiente: Acuático

Duración: 16 meses

Región geográfica: Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo

Especies: Clase Pisces (20 familias, 25 géneros y 21 especies)

Biodiversidad y dinámica espacio-temporal del ictioplancton en dos sistemas lagunares de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an

Resumen

En este informe se presentan los resultados del estudio de la diversidad y la dinámica espacio-temporal de la comunidad ictioplanctónica de dos sistemas lagunares en la costa de Quintana Roo. La primera fase en el desarrollo de este estudio consistió en el conocimiento de la composición, distribución y abundancia de las especies de larvas de peces que habitan los sistemas señalados y, posteriormente, se aborda la relación existente entre las principales especies ictioplanctónicas con las características hidrológicas y con los patrones predominantes de circulación en ambos cuerpos de agua.

Parte I. Introducción

El ictioplancton, constituido por huevos y larvas de peces, es un componente importante del plancton pues comprende a organismos que tienen un alto grado de interacción con el resto de las especies pelágicas y se presentan en distintos niveles de la red trófica. Las larvas de peces son depredadores activos de algunas especies del fitoplancton, copépodos, decápodos, ostrácodos, cladóceros, cumáceos, tintínidos, apendicularias, larvas de poliquetos y lamelibranchios (Arthur, 1977; Last, 1980). Constituyen a su vez, junto con los huevos, importantes presas de los quetognatos, sifonóforos, condróforos, medusas, ctenóforos y peces adultos (Alvariño, 1980, 1985; Chiappa-Carrara, 1988).

Desde fines del siglo pasado, los estudios ictioplanctónicos han tenido un importante papel en las ciencias del mar y en su aplicación a las pesquerías, pues no sólo han contribuido a esclarecer problemas básicos de la taxonomía, ecología y zoogeografía de los peces, sino también a incrementar el conocimiento acerca del desarrollo larvario de especies de importancia comercial y en la exploración de nuevos recursos (Anónimo, 1974).

En el Caribe mexicano, el área de Sian Ka'an en el estado de Quintana Roo fue decretada Reserva de la Biósfera en 1986. La Reserva comprende un área de unas 528 000 ha, de las cuales más de un tercio está conformada por hábitats marinos como la gran barrera arrecifal, lagunas costeras, franjas de manglar y dos grandes bahías. El resto lo forman selvas, ciénagas, pantanos y manglares (Olmsted y Duran, 1990). Dentro de esta Reserva, la Bahía Espíritu Santo y la Bahía de la Ascensión reciben una notable influencia de los aportes terrígenos y su amplio frente oceánico les permite un intenso intercambio con las aguas neríticas adyacentes. Están bordeadas, en su mayor parte, por mangle y se encuentran cubiertas en extensas zonas por pastos marinos (Trejo-Torres *et al.*, 1993; Gasca *et al.*, 1994). Estas características confieren a estos sistemas acuáticos una gran variedad de microhábitats y estructuras de refugio para las especies del zooplancton (Reeve, 1975).

Expertos en diversas disciplinas de la biología han multiplicado sus esfuerzos con el fin de conocer las especies que moran la alta variedad de ambientes acuáticos y terrestres de esta Reserva. Esta etapa del conocimiento ha sido muy prolífera y diversos grupos de investigación mexicanos y extranjeros¹ han aunado sus esfuerzos en esta vasta tarea.

¹ CIORO, UNAM, CONABIO, SEDESOL, SEDUE y PESCA, entre otras instituciones nacionales. WWF. Prograina MAB-UNESCO y National Geographic, como ejemplos de instituciones extranjeras.

Sin embargo, la determinación de la diversidad global de una región como es la Reserva de Sian Ka'an debe ir mucho más allá de la mera descripción de la presencia o ausencia de especies, pues las poblaciones y su ambiente interactúan de manera extremadamente compleja describiendo procesos no lineales, cíclicos o caóticos.

Los resultados de este proyecto están dirigidos al conocimiento de las larvas de peces en dos sectores de la Reserva de Sian Ka'an. Estos sectores corresponden a dos cuerpos de agua con diferente dinámica de circulación, característicos de sistemas abiertos y sistemas semicerrados respectivamente. Se presentan datos sobre la composición, distribución y abundancia de las especies y se relacionan con las características hidrológicas y con los patrones predominantes de circulación en ambos cuerpos de agua.

Antecedentes

Uno de los objetivos principales de los trabajos realizados en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, ha sido el conocimiento de las especies que la habitan. Diversos programas de investigación han enfocado sus esfuerzos al estudio de la biodiversidad terrestre y marina.

En lo que se refiere al estudio general del plancton en la zona de estudio y sistemas vecinos, los resultados han sido vertidos en las publicaciones de Gasca (1990), Markham y Donath (1990), Suárez (1990), Suárez y Gasca (1990a), Suárez y Gasca (1990b), Suárez *et al.* (1990), Zamponi *et al.* (1990), Hernández-Becerril y Pérez-Castillo (1991), Zamponi y Suárez (1991), Castellanos (1992), Suárez y Gasca (1992), Gasca *et al.* (1994) y Suárez (1994), entre otros. Los estudios ictioplanctónicos en la Reserva son muy escasos. Únicamente Vásquez-Yeomans (1991) y González-Malpica (1994) indican la presencia de algunas familias y géneros en la Bahía de la Ascensión.

Área de estudio

Los dos cuerpos de agua costeros en los que se realizó este estudio presentan un régimen de circulación característico de sistemas abierto y semicerrado respectivamente.

Ambos cuerpos, localizados entre los 19°45' y los 20°15' latitud norte y los 87°25' y 87°35' longitud oeste, dentro de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, son geográficamente aledaños y tienen superficies del mismo orden de magnitud. El sistema abierto está constituido por el cuerpo de agua paralelo a la línea de costa en la porción norte de la Bahía Ascensión, que comunica con el resto de la bahía a través de la boca de Punta Allen. El sistema semicerrado está formado por las lagunas de San Miguel, Boca Paila y Cainpechén, comunicadas por una estrecha boca a las aguas del Caribe (Anexo 1).

El área de estudio está compuesta por cuatro lagunas, las cuales son de norte a sur: Laguna Campechén, Laguna Boca Paila, Laguna San Miguel y La Ría. El sistema es muy somero, la profundidad mayor no rebasan los 4 m con una profundidad promedio de 1 m. Las profundidades mayores se encuentran en la parte sur, en el lado Este de Boca del Río (Anexo 1).

En la zona de estudio, Merino y Otero (1991) han reconocido tres períodos climáticos: de secas, de lluvias y de 'nortes'. El período de secas, de marzo a junio, se caracteriza por vientos dominantes del este y del sudeste, con baja precipitación. El período de lluvias, de julio a octubre, presenta el mismo régimen de vientos, pero la precipitación es muy abundante. Por último,

durante el período de nortes, de noviembre a febrero, los vientos más fuertes provienen del norte, con fuertes tormentas ocasionales.

Parte II. Metodología

Muestreo de los parámetros ambientales

Durante las campañas de muestreo se midieron la velocidad de las corrientes (cm S⁻¹), la temperatura superficial (°C) y la profundidad (m) de la columna de agua con un perfilador acústico UNIDATA. Los datos fueron recabados cada 15 s durante intervalos que van de 5 a 10 minutos. Asimismo, se registraron el pH, la concentración de oxígeno disuelto (mg l⁻¹), el nivel de saturación del oxígeno (%), la conductividad (mΩ cm⁻¹), ISE (mV) y turbidez (NTU) con un multianalizador YSI número 3800.

Se realizaron mediciones de rapidez (m S⁻¹) y dirección (grados) del viento en diferentes puntos con un anemómetro portátil KALSHICO y se efectuaron registros horarios de rapidez (m S⁻¹) y dirección del viento (grados) con una estación meteorológica UNIDATA, la cual fue colocada en el sur del sistema. La Figura (3) muestra las estaciones de muestreo y la localización de la estación meteorológica.

Se elaboró un modelo numérico-hidrodinámico barotrópico no-lineal, el cual fue forzado con las características de la componente de marea M₂ en las bocas y por los vientos característicos de cada uno de los muestreos (Chiappa-Carrara *et al.* 1997).

Muestreo biológico

Se realizaron cuatro salidas al campo, una en cada época climática, a fin de cubrir un ciclo anual². La red de estaciones abarca los cuerpos lagunares de Campechén, Boca Paila y San Miguel, así como el brazo norte de la Bahía de la Ascensión denominado La Ría. La recolección de las muestras se realizó con redes tipo trapecio con aperturas de la malla de 505 μm y 200 μm, y 50 cm y 30 cm de diámetro de boca, respectivamente. En todos los casos se les adaptaron flujómetros previamente calibrados. Los arrastres fueron superficiales describiendo trayectorias circulares durante 10 minutos para las redes de 505 μm y 5 minutos para las de 200 μm, en una lancha con motor fuera de borda.

Durante el otoño (octubre de 1996), se efectuaron un total de 22 puntos de colecta, durante el invierno (febrero de 1997), se realizaron un total de 33 estaciones de colecta, en la primavera (mayo de 1997), se colectó en 30 estaciones y en el verano (agosto de 1997), en 36 puntos.

En cada una de las estaciones de colecta, además de los parámetros ambientales, se registraron la fecha y hora del muestreo y la ubicación georeferenciada (con una precisión de 0'05"). Las muestras biológicas fueron fijadas con una solución de formaldehído al 4% neutralizada con borato de sodio y se almacenaron individualmente en frascos cuya etiqueta incluyó, además de

² El informe de trabajo que se presenta, incluye un total de cuatro salidas al campo, dos de ellas financiadas por la CONABIO. A sugerencia de la propia CONABIO en la primera fase de evaluación de este proyecto, se sometió un protocolo de investigación para obtener fondos concurrentes institucionales al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT-DGAPA-UNAM). Con dicho apoyo se realizaron las dos salidas restantes.

los anteriores, los siguientes datos: método y número de recolección, observaciones generales sobre el hábitat y el nombre del recolector.

Trabajo de laboratorio

En el laboratorio, se procedió a determinar la biomasa zooplantónica a través de la medición el peso húmedo y del volumen desplazado por las muestras. Cada muestra fue sometida a un sistema de vacío a fin de extraer el líquido intersticial, compuesto por una bomba de vacío, un matraz Kitazato y un embudo Buchner con una malla de 250 μm , sobre la cual fue vertida la muestra. El proceso de extracción terminó cuando el goteo del líquido alcanzó un intervalo de 15 seg (Houde y Chitty, 1976). El peso húmedo del plancton se obtuvo en una balanza analítica, mientras que el volumen desplazado se obtuvo por la diferencia entre el volumen ocupado por la muestra antes de haber sido sometida al sistema de vacío y el volumen del líquido extraído durante el mismo.

Las larvas de peces fueron extraídas de las muestras de plancton e identificadas al nivel taxonómico más específico posible con ayuda de claves taxonómicas y de literatura reciente. Los ejemplares fueron almacenados en contenedores individuales y mantenidos en alcohol al 70%. En cada caso se detallan el nombre científico, la fecha, hora y coordenadas de captura, así como el número de referencia en la colección biológica y el nombre del experto que procesó la muestra.

Parte III. Análisis de la Información

A continuación se presentan los principales resultados obtenidos de las cuatro expediciones realizadas a la zona de estudio.

Parámetrosabióticos

Una clara característica de las condiciones de temperatura y salinidad fue su variación estacional (Tabla 1 y mapas de distribución en Anexo 1). La época de verano (agosto de 1997) presentó en general las condiciones más cálidas, con un intervalo de temperatura de 28.6" y 33.6" C, seguida por la época de primavera (mayo 1997). Ambas contrastan ligeramente con el invierno (febrero 1997), época en la cual las temperaturas fluctuaron entre 25.2" y 28.5°C.

Tabla 1. Valores máximos, mínimos e intervalos de salinidad y temperatura en los sistemas estudiados.

	Salinidad (‰)			Temperatura (° C)		
	Max	Min	Intervalo	Max	Min	Intervalo
La R í a	35.7	12.8	22.9	32.5	25.9	6.6
SanMiguel	24.8	11.5	13.3	33.0	25.5	7.5
Boca Paila	33.3	4.50	28.8	31.8	26.7	5.1
Campechén	18.8	9.80	9.0	31.6	26.4	5.2

Los resultados de los parámetros hidrológicos muestran que el sistema lagunar es muy homogéneo. De todos los parámetros, la salinidad presenta la mayor diferencia entre el máximo y el mínimo medido. En febrero se observaron valores máximos de 33.3‰ y mínimos de 8.4‰, en mayo se registró el máximo de la salinidad medida el cual fue de 35‰, siendo el mínimo para

esta época de 17‰. En octubre se presentó el mínimo de todo el estudio que fue de 4.5‰, estando el máximo, para esta época en 30.2‰. La distribución horizontal de la salinidad muestra características marinas en las bocas, con 31‰ en Boca del Río y 33.4‰ en Boca Paila, las cuales disminuyen conforme se adentra en las lagunas. A partir de Boca del Río la salinidad disminuye hacia el norte hasta llegar a la altura de Punta Pelicano en donde alcanza los 25‰ en febrero, 30‰ en mayo y 24‰ en octubre. La salinidad continua disminuyendo hasta alcanzar los 18‰ en febrero, 27‰ en mayo y 19‰ en octubre en la laguna La Ría. En la laguna San Miguel la salinidad fue de aproximadamente 12‰ en todos los muestreos efectuados. Al norte de la laguna San Miguel la salinidad aumenta drásticamente por efecto de la entrada de agua de mar por Boca Paila, para disminuir fuertemente hacia el noroeste, entre los 20" y 20.05" de latitud norte, mostrando un mínimo en octubre, con un gradiente que va de 6‰ hasta 12‰ en la parte norte de la Laguna Campechén, mientras que en febrero el gradiente fue de 14‰ a 16‰ y en mayo se presentó una región relativamente homogénea con 18‰ en casi toda la parte norte de Boca Paila.

En febrero la temperatura medida en el sistema lagunar presentó un mínimo de 25.2° C y un máximo de 28.5° C; en mayo la temperatura estuvo entre 29° C y 33.4° C, mientras que en octubre las observaciones reportaron temperaturas entre 27.4° C y 31.2° C. El máximo de temperatura registrada fue en mayo, mientras que el mínimo se presentó en febrero.

La distribución horizontal de la temperatura muestra que térmicamente el sistema lagunar es muy homogéneo (Anexo 1), esto debido probablemente a su poca profundidad. En febrero la temperatura fue de 27°C en casi todo el sistema lagunar. En mayo la mayor cantidad del sistema lagunar tenía temperaturas de 31°C, mientras que en octubre la temperatura predominante fue de 30° C.

Puede concluirse que la salinidad presentó, en general, sus valores más altos en La Ría, debido a una mayor influencia del agua marina sobre este cuerpo de agua que sobre las lagunas de Campechén, Boca Paila y San Miguel. El grado de penetración del agua marina sobre La Ría varió estacionalmente. Así, durante la primavera (mayo de 1997), los altos valores de salinidad (24.4‰ - 34.8‰) señalan un alto grado de influencia del agua marina sobre La Ría; mientras que en otoño (octubre de 1996), su influencia es apreciable sólo en la porción sur. Las diferencias encontradas estacionalmente en La Ría en cuanto a valores de salinidad, guardan proporción con aquellas observadas en las lagunas del norte, en donde los mayores registros de este parámetro ocurrieron en mayo y en agosto

El pH mostró una diferencia de sólo 0.74 entre el mínimo que fue de 8.11 y el máximo cuyo valor es 8.85, estos se midieron en octubre. Fuera de dicha época las diferencias no fueron significativas ($p > 0.05$), al igual que para el resto de los parámetros medidos, en todos los muestreos efectuados. La distribución horizontal muestra valores de 8.5 y 8.3 en Boca del Río y Boca Paila respectivamente. El pH aumenta a partir de Boca del Río hacia el norte hasta llegar a su máximo de 8.85 en la Laguna San Miguel, para disminuir al acercarse a Boca Paila. A partir de Boca Paila se incrementa hasta alcanzar las 8.5 unidades que son representativas de toda la región de la Laguna Campechén.

La magnitud de la velocidad del viento mostró un mínimo de 4.9 cm s^{-1} en la estación 5, en la laguna La Ría y un máximo de 32.6 cm s^{-1} en el mismo punto. Los valores promedios oscilan entre un mínimo de 17 cm s^{-1} y un máximo de 32.6 cm s^{-1} , lo que muestra que a excepción de los canales, en donde por conservación de masa las velocidades se incrementan, el sistema lagunar tiene un movimiento muy uniforme.

Los vientos predominantes en la región, para los meses de noviembre, diciembre y enero, característicos de invierno, son procedentes del noreste, con una rapidez promedio de 4.6 m s^{-1} . En septiembre y octubre, se presentan vientos de otoño provenientes del este-noreste, con una rapidez promedio de 4.4 m s^{-1} . En mayo, junio y julio los vientos, característicos de verano, tienen una rapidez de 3.6 m s^{-1} y proceden de una dirección predominantemente del este-sureste. En primavera, meses de febrero, marzo y abril, el viento predominante procede del sureste y tiene una rapidez promedio de 4.3 m s^{-1} .

El análisis de la variación del nivel del mar muestra un intervalo de marea de la componente M_2 , componente predominante en la región, de 10 cm con un valor de desfase de 10° entre Boca Paila y la boca de La Ría, presentándose el máximo primero en Boca Paila.

El resultado del modelo numérico de circulación muestra, para el caso en el que sólo se encuentra la boca de La Ría abierta, que el movimiento del agua se efectúa sólo en la región sur, siendo éste prácticamente en dirección norte-sur (Anexo I). Cuando se abre, en el modelo Boca Paila, la circulación se incrementa fuertemente en Laguna Campechén y en Laguna Boca Paila (Anexo I), observándose un flujo hacia el sur a partir de Boca Paila al inicio del ciclo de marea, resultando en un flujo neto hacia el norte procedente de la boca de La Ría en la Laguna San Miguel. A un cuarto del ciclo de marea, el flujo en el sur de Laguna Boca Paila es hacia Boca Paila, mientras que al norte de dicha laguna el flujo continúa siendo hacia el norte. Al sur de Boca Paila la dirección del flujo es hacia el norte, hasta la parte norte de La Ría en donde cambia de dirección por efecto de succión de la boca. A medio ciclo de marea, la salida de agua por ambas bocas arrastra el agua hacia afuera, mostrándose un punto de cambio en la dirección en la parte sur de la Laguna San Miguel.

El viento produce en los resultados del modelo, valores de la magnitud de la velocidad del agua mayores que los inducidos por el efecto de la marea (Anexo I). Durante primavera y verano el viento induce un flujo de agua hacia el sistema lagunar por la boca de La Ría, el cual produce un aumento en el nivel de hasta 10 cm en 12 horas, mientras que en otoño e invierno el proceso se invierte con una disminución moderada, debido a que el sistema lagunar no tiene la misma superficie que la Bahía de la Ascensión.

Es importante mencionar, que en invierno el viento tiende a formar un pequeño giro anticiclónico al norte de Boca Paila. El efecto combinado del viento y la marea producen un flujo neto moderado de entrada en primavera y verano y un flujo menor de salida durante el otoño y el invierno. Este efecto se ve reflejado en la distribución de la salinidad, la cual presenta en octubre valores menores y agua dulce más al sur, mientras que en mayo la salinidad es mayor, con una penetración de agua con características marinas hasta la parte sur de Punta Rita.

Fauna ictioplanctónica

En esta parte se hace referencia al análisis de la información que refiere la distribución de la abundancia de algunos de los *taxa* colectados durante las cuatro expediciones a la zona de estudio. En éste, hemos utilizado únicamente las colectas de una de las mallas ($500 \mu\text{m}$). Los mapas de distribución de todas las especies se presentan en el Anexo II

Se colectaron durante las cuatro salidas un total de 40 *taxa*, entre los que figuran 20 familias, 25 géneros y 21 especies (Tabla 2).

Algunos de estos *taxa* presentaron una amplia distribución en la zona de estudio. Tal fue el caso de los organismos pertenecientes a la familia Gobiidae, que se presentaron en todas las épocas analizadas con frecuencias y abundancias relativamente altas especialmente en los meses de octubre y febrero. Si bien estos organismos se encontraron en un intervalo amplio de temperatura y salinidad, sus mayores abundancias se presentaron en salinidades bajas (11‰ a 15‰) y temperaturas elevadas ($\geq 28^{\circ}\text{C}$). Los ejemplares de la familia Gerridae presentaron mayores frecuencias de aparición durante el mes de octubre, en un intervalo amplio de salinidad y de temperatura

Asimismo, el aterínido *Membras martinica* es una especie presente en todas las épocas analizadas con una relativa alta abundancia y frecuencia. Otras especies que presentaron un amplio intervalo de distribución espacial fueron el blénido *Lupinoblennius nicholsi* y el góbido *Microgobius sp.*; sin embargo, estacionalmente, estas especies se presentaron con mayor frecuencia y abundancia durante los meses cálidos de mayo y agosto. Estas tres especies se presentaron intervalos muy amplios de temperatura y de salinidad.

El carángido *Oligoplites saurus*, si bien presente a lo largo de todo el ciclo anual, presentó sus máximos valores de abundancia y de frecuencia de aparición en los meses de mayo y agosto, asociado a temperaturas y salinidades elevadas ($\geq 28^{\circ}\text{C}$ y $\geq 19\text{‰}$, respectivamente). El engráulido *Anchoa hepsetus* presentó una distribución espacial asociada a condiciones mesohalinas y las mayores abundancias se presentaron en el mes de mayo.

El resto de los *taxa* presentaron una distribución más restringida espacial y/o temporalmente. Así, al pez pipa *Synpathus scovelli*, se le encontró principalmente durante el mes de mayo y, a excepción de una estación de muestreo en la porción norte de la zona de estudio, entre 29" y 33" C de temperatura y 16.6‰ y 24.9‰ de salinidad. Se observó que los espáridos *Archosargus rhombodalis* y *A. probatocephalus* tuvieron una mayor frecuencia y abundancia en los sistemas estudiados durante el mes de agosto, en temperaturas superiores a los 28" C y salinidades mayores a 17‰.

El lenguado *Achirus lineatus* sólo se presentó en los meses cálidos de mayo y agosto en salinidades mayores a 27‰; *Gobiosoma sp.* estuvo restringida a febrero y agosto en las aguas mesohalinas de las lagunas; *Gobionellus sp.* y *G. boleosoma* se presentaron con abundancias muy bajas en salinidades menores a 18‰. La presencia del clupeido *Harengula-jaguana* se limitó a los meses de mayo y agosto. Si bien en términos generales los valores más altos de la abundancia y de la frecuencia de esta especie se presentaron en la zona de la Ría que mostró salinidades mayores a 23‰, se le encontró en la laguna de Campechén en salinidades por arriba de las 17‰.

Algunos *taxa* marinos, tales como la familia Tetraodontidae, el género *Callionymus* y las especies *Oligoplites saurus*, y *Opisthonema oglinum* se presentaron con mayor frecuencia en La Ría *Hyporhamphus unifasciatus*, si bien preferentemente marino, se distribuyó a lo largo de ambos sistemas. La distribución de estos *taxa* corrobora el grado de influencia de las aguas marinas sobre las oligohalinas adyacentes. Entre estos *taxa*, la sardina *O. oglinum* y el hemiránfido *H. z4ilfasciatus* se distribuyeron ampliamente en la zona de estudio, si consideramos en conjunto de las épocas analizadas. Los peces globo (Familia Tetraodontidae) se presentaron sólo en la parte media de La Ría, entre los 19 y 24.5‰ de salinidad y 26.9" - 28°C de temperatura, siendo más frecuentes y abundantes durante el mes de febrero. De estas especies de origen marino, aquella

que sin duda denotó la mejor representación del grado de influencia marina fue *Callionymus* sp, quien en octubre se presentó en la porción sur de La Ría, en febrero su distribución alcanzó los dos tercios inferiores de la misma, mientras que en mayo y en agosto se distribuyó prácticamente a todo lo largo de la Ría. El registro de esta especie en la laguna de Boca Paila corresponde al mes de mayo coincidiendo con el mayor registro de temperatura (31.4°C) y 18.2‰ de salinidad.

Asimismo, la distribución del clupeido *Jensinkia lamprotaenia* estuvo restringida al área de influencia de las aguas oceánicas durante los meses de febrero, mayo y agosto.

Parte IV. Corrección de archivos de la Bases de Datos

De acuerdo a lo indicado por la Subdirección de Inventarios Bióticos, a continuación se presentan las correcciones efectuadas a algunos archivos que conforman la Base de Datos, siguiendo el mismo orden y numeración utilizados por la CONABIO:

18. En el archivo CURATO, en el campo NOMCOMUN se han completado algunos registros, y los otros designados como " ND (no disponible).

31. En el archivo CURATO se han corregido los datos incongruentes, correspondientes al campo MESDETER.

37. En el archivo BIBLIO, se ha corregido la puntuación del campo AUTORES

55. El archivo TAXONO se ha completado al máximo con la información disponible. Se efectuó una nueva revisión de especies, y las modificaciones fueron vertidas en este archivo. En el campo ESPECIE, el término "ND" refiere a las especies que no pudieron ser determinadas a nivel específico.

Otro tipo de acciones

Una vez concluidos los muestreos correspondientes a 4 salidas al campo, mismas que cubren un ciclo anual, se revisó el material ictioplanctónico y se escogieron algunos especímenes para conformar la Colección de Referencia. Las 21 especies determinadas a nivel específico se encuentran representadas en esta colección. El campo NCATALOG del archivo CURATO contiene el número de catálogo de los ejemplares escogidos.

Parte V. Alcances de la investigación

Productos obtenidos

1. Listado de especies de las muestras analizadas. Se obtuvieron 121 muestras de plancton, 142% más de las comprometidas. El número de familias encontradas fue de 20. El número de géneros y especies (25 y 21, respectivamente). Es importante considerar que los resultados de este proyecto son los primeros en su tipo para el área de estudio, por lo que aportan información muy valiosa sobre la ictiofauna planctónica del sistema.
2. Se recolectaron 9650 ejemplares en estadio larvario. El número es muy superior al estimado originalmente (de 2000 a 2300 ejemplares), a pesar de que se consideró que esta zona

presenta valores de producción primaria un orden de magnitud menores a los encontrados en otras áreas costeras (Merino, 1992).

3. Se estructuró de una base de datos que contiene la información más relevante obtenida durante los muestreos: especie, localidad (coordenadas geográficas) y época de muestreo (fecha, hora), abundancia, niveles taxonómicos y responsable de la identificación, además de los datos sobre los parámetros ambientales. Dado el número de estaciones muestreadas, el archivo principal de esta base de datos contiene 1048 registros.
4. Se estimó la riqueza de especies de larvas de peces en los cuerpos lagunares de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, para las épocas muestreadas.
5. Se elaboraron las cartas de distribución de cada uno de los taxa recolectados (Anexo II), en cada una de las épocas muestreadas, así como cartas detalladas de batimetría, temperatura, salinidad y los resultados del modelo numérico de circulación (Anexo I).

Parte VI. Literatura citada

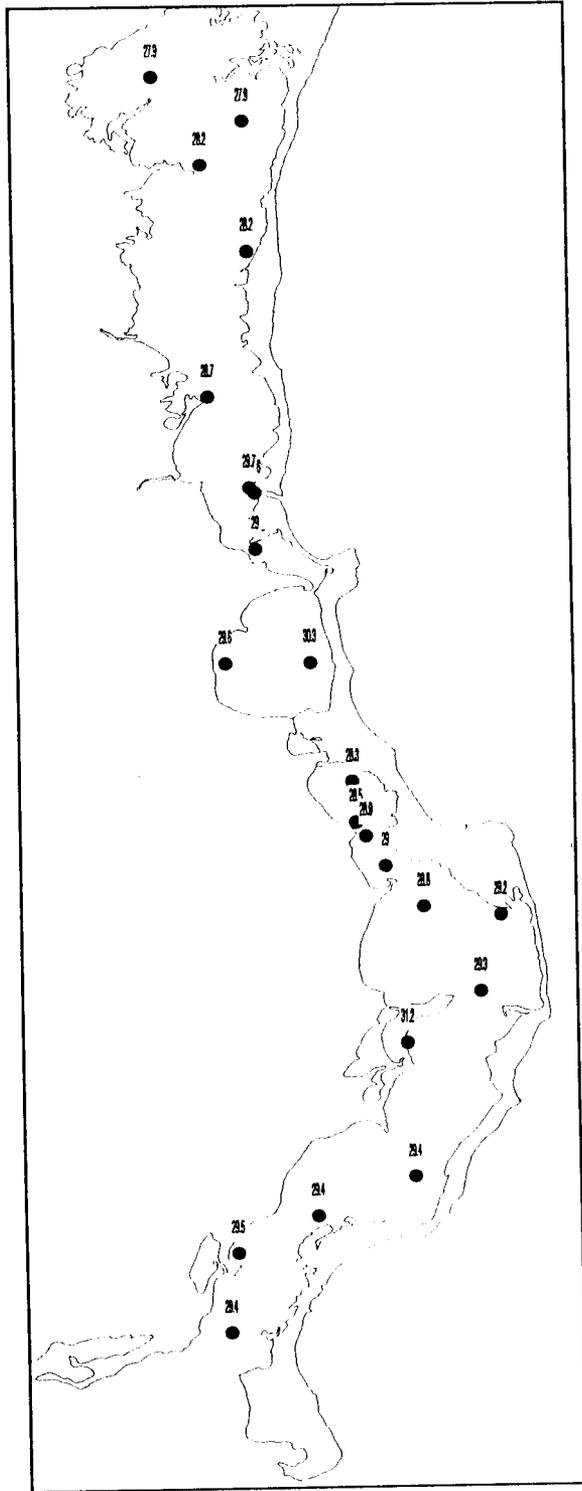
- Alvariño, A., 1980. The relation between the distribution of zooplankton predators and ancliovy larvae. *CalCOFI Rep. XXI*: 150-160.
- Alvariño, A., 1985. Predation in the plankton realm; mainly with reference to fisli larvae. *Inv. Mar. CICIMAR* 2(1): 1-122.
- Anónimo. 1974. Report on the FAOMARMAP international training course oii fish, egg and larval studies. *FAO Fisheries Report* (144), 18 p.
- Arthur, D. K., 1977. Distribution, size, and abundance of microcopepods in the California Current system and their possible influence on survival of marine teleost larvae. *Fish. Bull.* 75(3):601-611.
- Castellanos, I., 1992. Distribución y abundancia del zooplancton en la Bahía de Chetumal. Quintana Roo (agosto. 1990 -junio. 1991). *Tesis profesional, Inst. Tecnol. Chetumal, México.*
- Castellanos, I., R. Gasca y G. B. Esnal, 1994. Apendicularias de los sistemas costeros del Mar Caribe. *Sian Ka'an. Serie Documentos* 2: 18-22.
- Cluappa-Carrara, X., 1988. Consideraciones bioecológicas sobre la alimentación. crecimiento. hábitos aliieniicios y contenido estomacal de la dieta de las poblaciones de la anchoveta *Engraulis mordax* Girard. localizadas en las costas occidentales de Baja California. *Tesis de Maestria UACPyP-CCH*, 131 p.
- Chappa-Carrara, X. L. Sanvicente-Añorve, A. Monreal-Gómez y D.A. Salas de León, 1997. Composición. estructura cuantitativa y variación estacional del zooplancton en la Bahía de Kaneohe. Hawaii. *Hidrobiológica*, 7(1): 41-50.
- Gasca, R., 1990a. Coinposición, distribución y abundancia de los sifonóforos (Coelenteraia) de las costas de Yucatán y Quintana Roo. *Tesis de Maestría, Fac. de Ciencias, IJNAM*. 175 p.
- Gasca, R., 1990b. Sifonóforos (Coelenterata) de las costas de Quintana Roo. *En: Navarro D. y J. G. Robirison (Eds.) Diversidad Biológica en la Reserva de la Biósfera de SianKa'an, Quintana Roo, México. CIQRO. Chetumal, Q. Roo.* 109-125.
- Gasca, R., E. Suárez y L. Vásquez-Yeoinans, 1994. Estudio comparativo del zooplancton (bioinasa y composición) en dos bahías del Mar Caribe mexicano. *Rev. Biol. Trop.*, 42: (eii prensa).
- González-Malpica, J. C., 1994. Comparación del ictioplaiicton en tres liábitats arrecifales frente a Punta Allen. Q. Roo. Resumen de reporte de Servicio Social. UAM-X. *Sian Ka'an Serie Documentos*, p. 64.
- Hernández-Becerril, D.U., y F. Pérez-Castillo, 1991. Flora planctónica y producción primaria. *En: Camarena-Luhrs. T., y S. Salazar-Vallejo (eds.), Estudios ecológicos preliminares de la zona sur de Quintana Roo. CIQRO*, pp. 79-84.
- Houde, E. D. y N. Chitty, 1976. Seasonal abundante and distribution of zooplankton . fish eggs, and fish larvae in the Eastern Gulf of Mexico, 1972-1974. *NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF - 701*, 18 p.
- Last, J. M., 1980. The food of twenty species of fish larvae in the west-central North Sea. *Fish. Res. Tech. Rep.* 60: 1-14.
- Markham, J. C. y F. E. Donath-Hernández, 1990. Crustacea of Sian Ka'an, including orders Nectipoda. Stomatopoda, Tliermosbaena, Mysidacea, Cmacea, Tanaidacea. Isopoda and Decapoda. *En: Navarro*

- D. y J. G. Robinson (Eds.) *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. CIQRO, Chetumal, Q. Roo, 239-274.
- Merino, M., 1992. Afloramiento en la plataforma de Yucatán: estructura y fertilización. *Tesis doctoral, UACPyP-CCH, UNAM*, 255 p.
- Merino, M. y L. Otero, 1991. *Atlas ambiental costero de Puerto Morelos*. CIQRO-ICML, UNAM, México, 80 p.
- Olmsted, I. y R. Duran, 1990. Vegetación de Sian Ka'an. In: D. Navarro y J. G. Robinson (Eds.) *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. CIQRO, Chetumal, Q. Roo, 1-12 p.
- Reeve, M. R.. 1975. The ecological significance of the zooplankton in the shallow subtropical waters of South Florida. In: L. E. Ronin (Ed.) *Estuarine Research*. Vol. I, *Chemistry, biology and the estuarine system*. Academic Press Inc. New York, 1-738.
- Suárez, E. 1990. Copépodos planctónicos (Crustacea) de la Bahía de Ascensión, Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. In: D. Navarro y J. G. Robinson (Eds.) *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biósfera de Sian ka'an, Quintana Roo, México*, CIQRO, Chetumal, Q. Roo. 215-238.
- Suárez, E., 1994. Lista faunística comentada de los copépodos monstrolídeos (Crustacea, Copepoda) de la Bahía de la Ascensión. Q. Roo. *Sian Ka'an Serie Documentos* 2: 11-17.
- Suárez, E. y R. Gasca, 1990a. Variación diel del zooplancton asociado a praderas de *Thalassia testudinum* en una laguna arrecifal del Mar Caribe mexicano. *Universidad y Ciencia*, 7(13): 57-64.
- Suárez, E. y R. Gasca, 1990b. Notas sobre la comunidad zooplanctónica de la Bahía de la Ascensión. *Quintana Roo. Universidad y Ciencia*, 7(14): 141-146.
- Suárez, E. y R. Gasca, 1991. *Sifonóforos de México. Biología y Ecología*. CIQRO. Chetumal, Q. Roo. 171 p.
- Suárez, E. y R. Gasca. 1992. Zooplankton composition of two different bays of the eastern coast of the Yucatan peninsula, Mexico: A comparative study. *Plankton Newsletter*, 17: 18-22.
- Suárez, E., R. M. Hernández y R. Gasca, 1990. Quetognatos (Ciliata) de la Bahía de Ascensión, Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. In: D. Navarro y J. G. Robinson (Eds.) *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*, CIQRO, Chetumal, Q. Roo, 137-146.
- Trejo-Torres, J. C., R. Durán e I. Olmsted, 1993. Manglares de la Península de Yucatán. In: S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (Eds.) *Biodiversidad marina y costera de México*, Coin. Nal. Biodiversidad y CIQRO. 660-672.
- Vásquez-Yeomans, L.. 1990. Las larvas de peces de la Bahía Ascensión. In: D. Navarro y J. G. Robinson (Eds.) *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. CIQRO. Chetumal. Q. Roo, 321-330.
- Zamponi, M., E. Suárez y R. Gasca, 1990. Hidromedusas (Coelenterata: Hydrozoa) de la Bahía de la Ascensión Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. In: D. Navarro y J. G. Robinson (Eds.) *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*, CIQRO, Chetumal. Q. Roo. 99-107 p.
- Zamponi, M. y E. Suárez. 1991. Algunas medusas del Mar Caribe mexicano con la descripción de *Tetraotopora siankaanensis* gen. et sp. nov. (Narcomedusae: Aeginidae). *Spheniscus*. 9: 41-46.

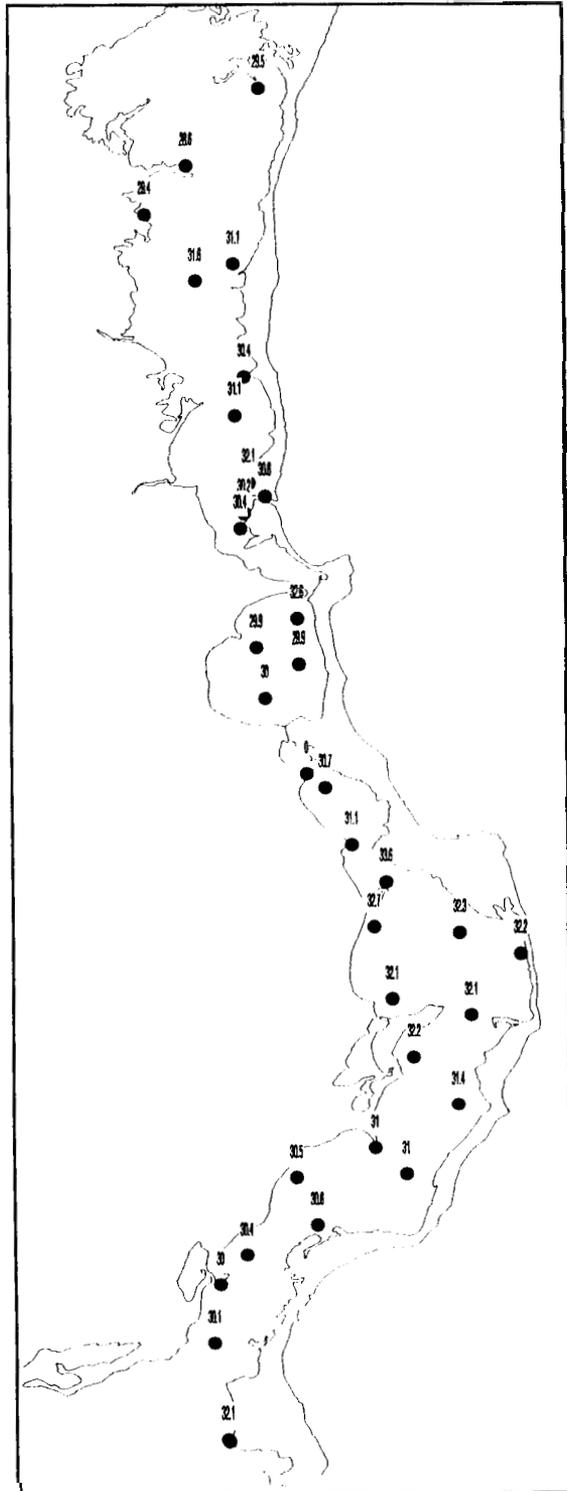
Tabla 2

CLAVETAX	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	AUTOR	AÑO	CLAVEBIB
1	Indeterminada	ND	ND	ND	ND	1
101	Elopidae	Megalops	atlanticus	Valenciennes	1846	304
200	Clupeidae	ND	ND	ND	ND	301
201	Clupeidae	Opisthonema	oglinum	(LeSueur)	1818	107
202	Clupeidae	Brevoortia	ND	Gill	1861	104
203	Clupeidae	Herengula	jaguana	(Goode & Bean)	1879	307
204	Clupeidae	Jenkinsia	lamprotaenia	(Gosse)	1851	309
300	Engraulidae	ND	ND	ND	ND	315
301	Engraulidae	Anchoa	ND	Jordan & Evermann	1927	302
302	Engraulidae	Anchoa	hepsetus	(Linnaeus)	1758	302
400	Antherinidae	ND	ND	ND	ND	203
401	Antherinidae	Membras	martinida	(Cuvier & Valenciennes)	1835	203
501	Hemiramphidae	Hyporhamphus	unifasciatus	(Ranzani)	1842	201
502	Hemiramphidae	Huporhamphus	ND	Gill	1859	316
601	Syngnathidae	Syngnathus	scovelli	(Evermann & Kendall)	1895	305
602	Syngnathidae	Hypocampus	erectus	Perry	1810	311
701	Carangidae	Oligoplites	saurus	Bloch & Schneider	1801	101
800	Gerreidae	ND	ND	ND	ND	306
501	Gerreidae	Eucinostomus	ND	Baird & Girard	1855	205
901	Blennidae	Lupinoblennius	nicholsi	(Tovolga)	1954	106
1000	Gobiidae	ND	ND	ND	ND	304
1002	Gobiidae	Bathygobius	soporator	(Valenciennes)	1837	108
1003	Gobiidae	Gobionellus	boleosoma	(Jordan & Gilbert)	1882	303
1004	Gobiidae	Gobiosoma	ND	Girard	1858	303
1005	Gobiidae	Microgobius	ND	Poey	1876	102
1006	Gobiidae	Gobionellus	ND	Girard	1858	303
1101	Callionymidae	Callionymus	ND	Linnaeus	1758	204
1200	Tetraodontidae	ND	ND	ND	ND	206
1301	Sparidae	Archosargus	rhomboidalis	(Linnaeus)	1758	105
1302	Sparidae	Archosargus	probatocephalus	Jordan & dickerson	1908	313
1401	Elotridae	Dormitator	maculatus	(Bloch)	1785	103
1501	Cynoglossidae	Symphrurus	ND	Rafinesque	1810	310
1502	Cynoglossidae	Symphrurus	plagiusa	(Linnaeus)	ND	314
1600	Soleidae	ND	ND	ND	ND	308
1601	Soleidae	Archirus	lineatus	(Linnaeus)	1858	308
1602	Soleidae	Trinectes	maculatus	(Bloch y Schneider)	1801	312
1701	Belonidae	Strongylura	ND	van Hasselt	1824	207
1702	Belonidae	Strongylura	marina	Walbaum	1792	317
1801	Gobiesocidae	Gobiesox	stramosus	Cope	1870	202
1900	Monacanthidae	ND	ND	ND	ND	208
2000	Cyprinodontidae	ND	ND	ND	ND	315

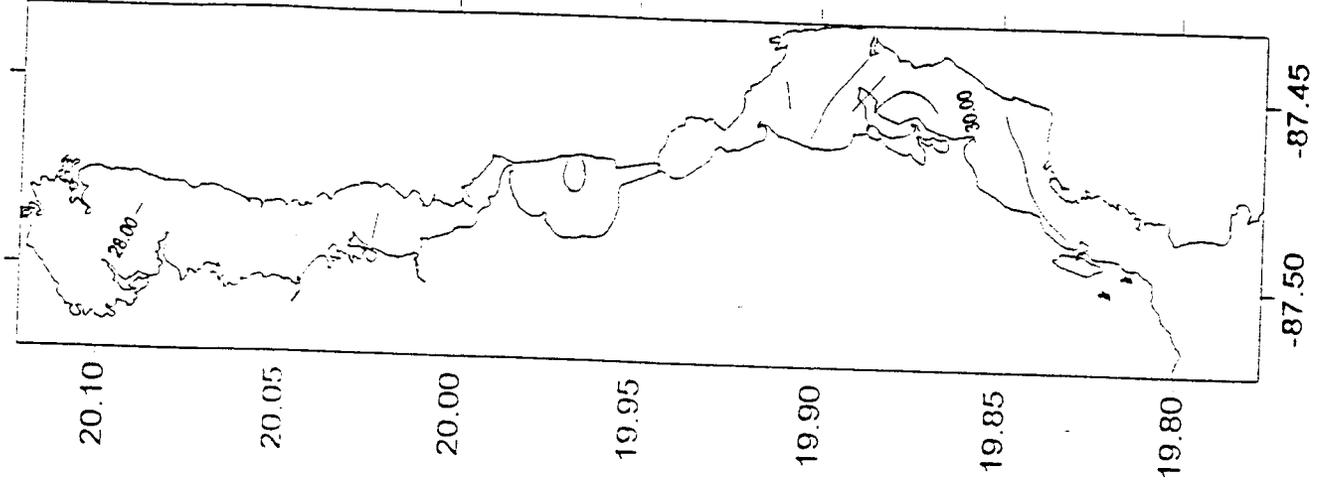
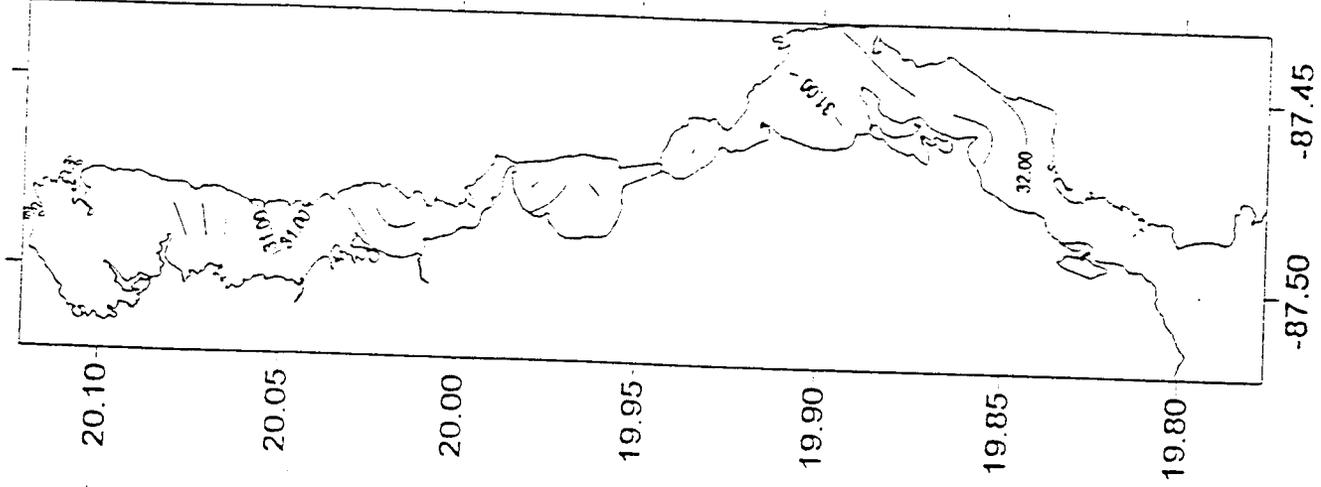
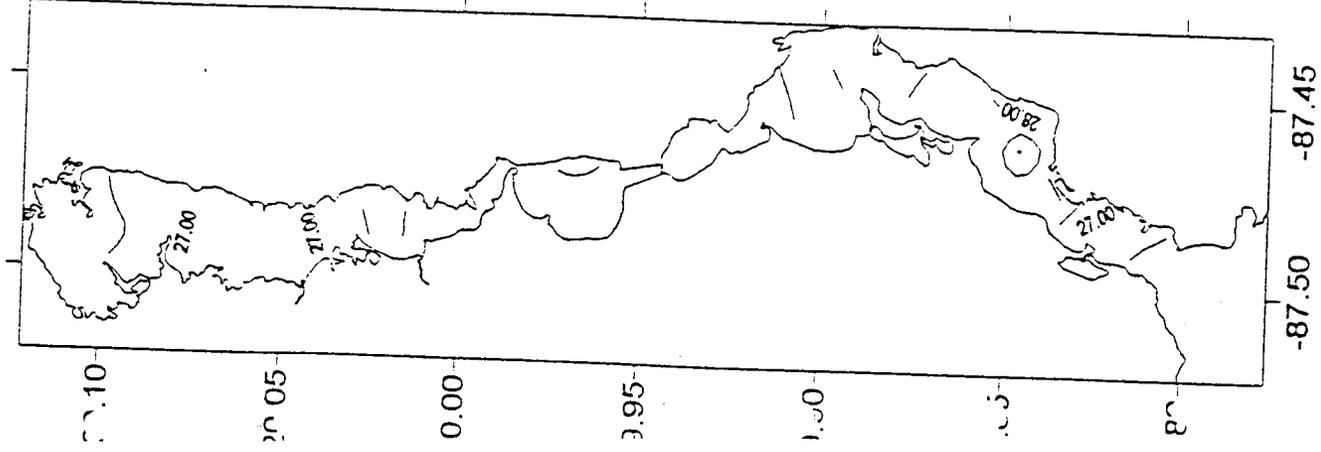
Anexo I

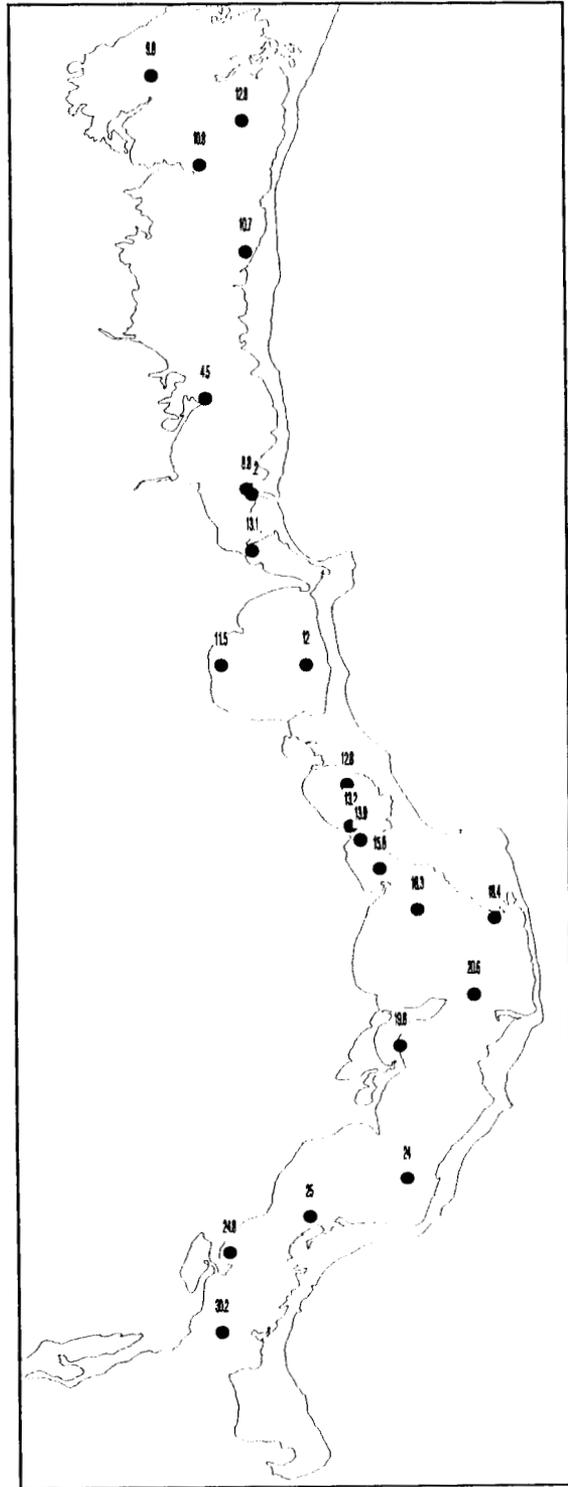


Temperatura - Oct. 1996

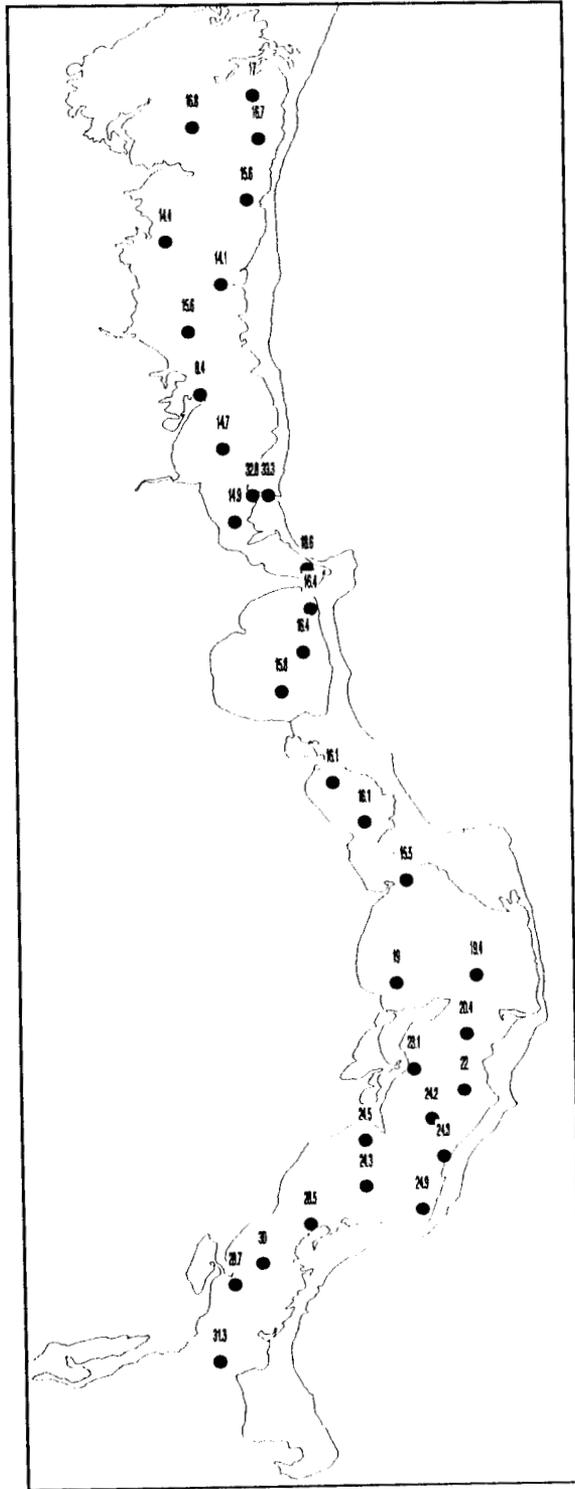


Temperatura - Ago. 1997

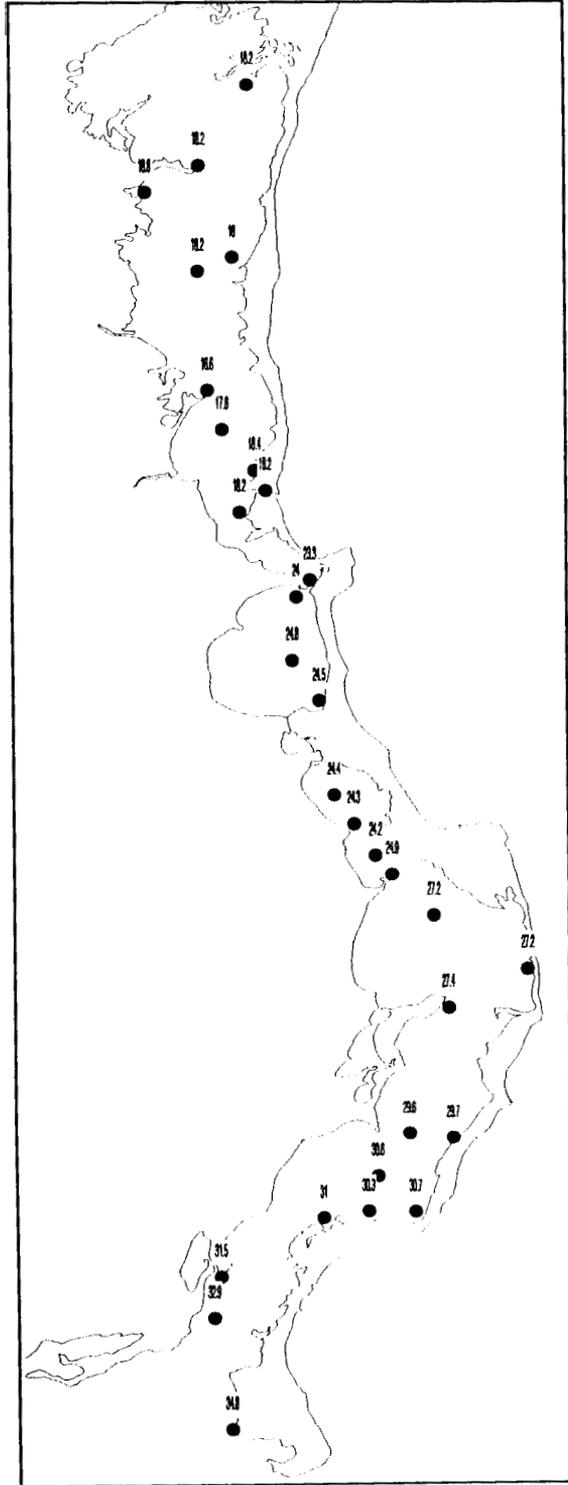




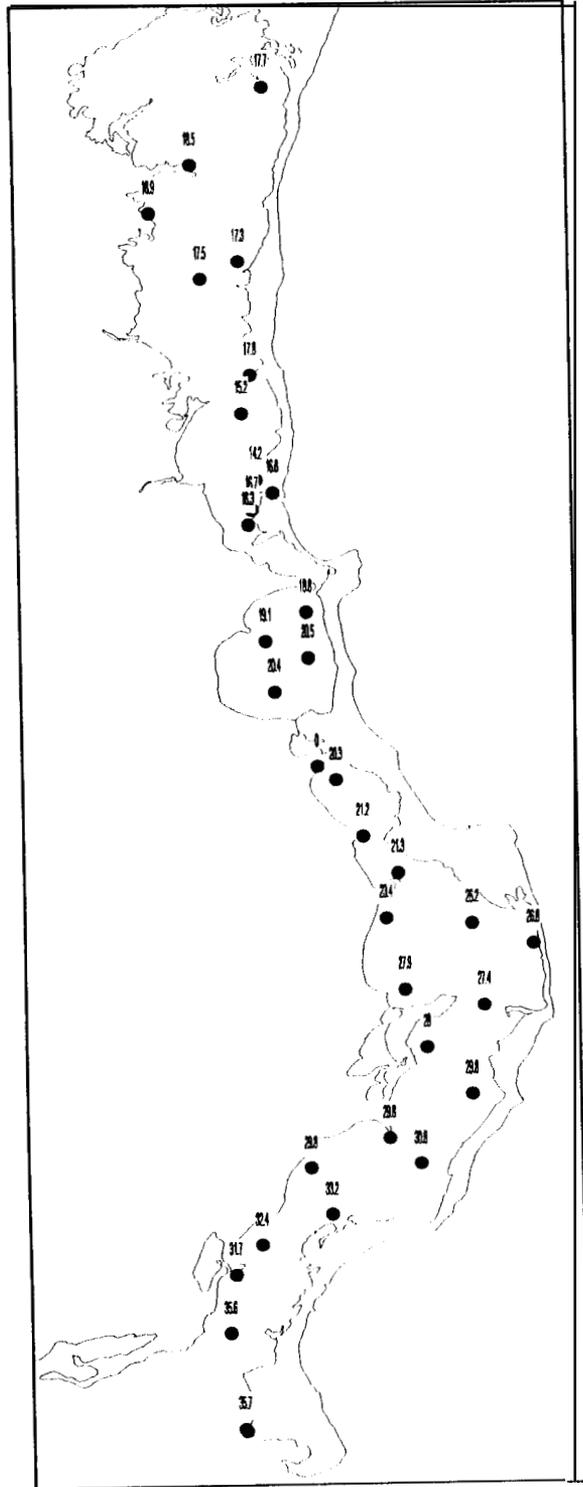
Salinidad - Oct. 1996



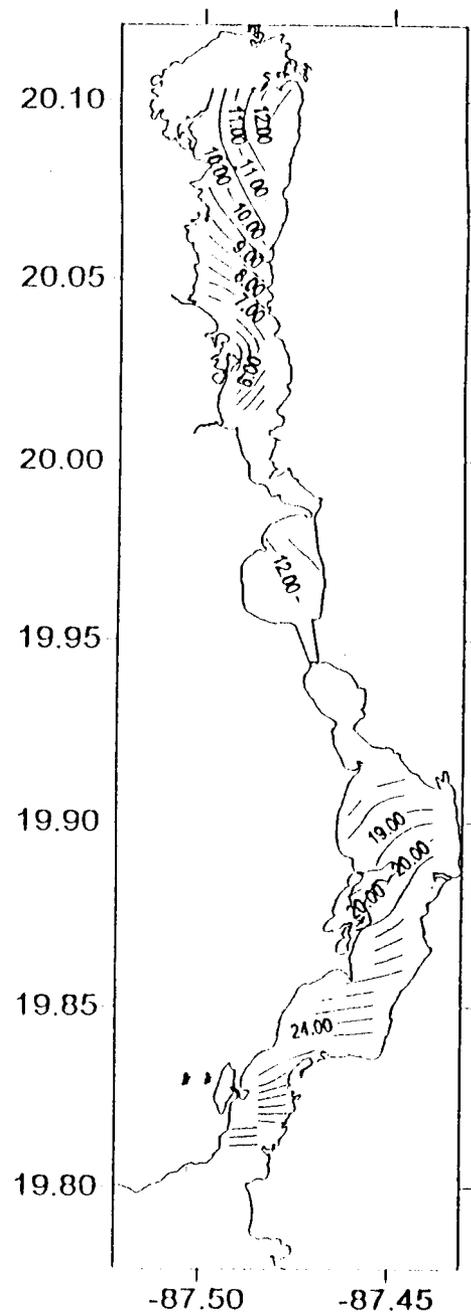
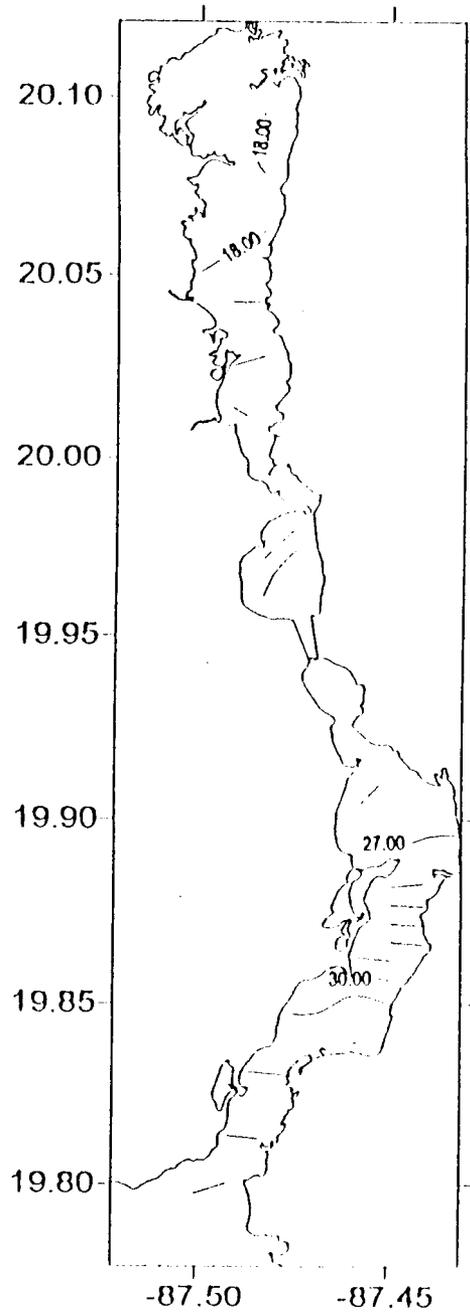
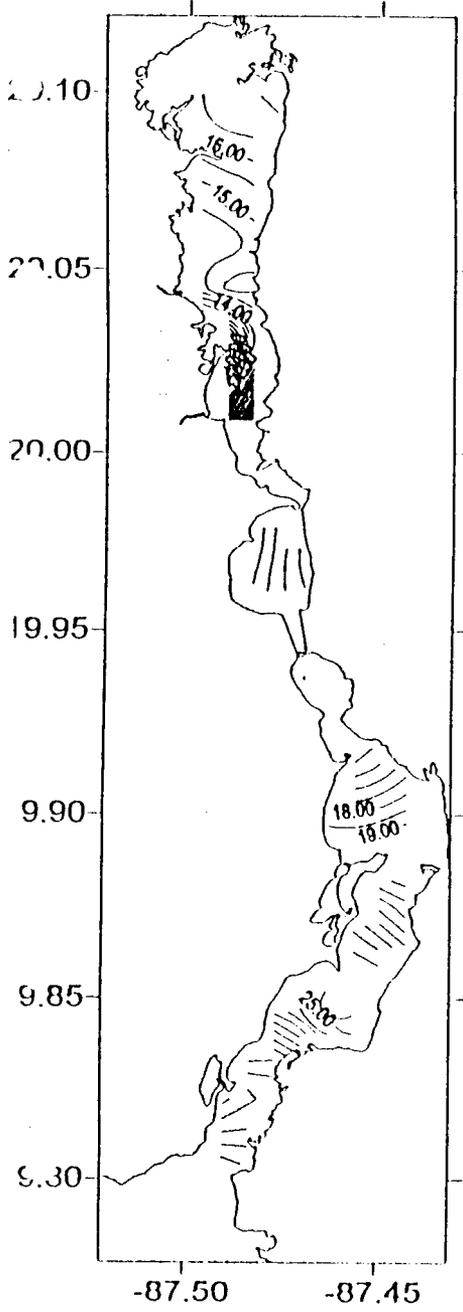
Salinidad - Feb. 1997

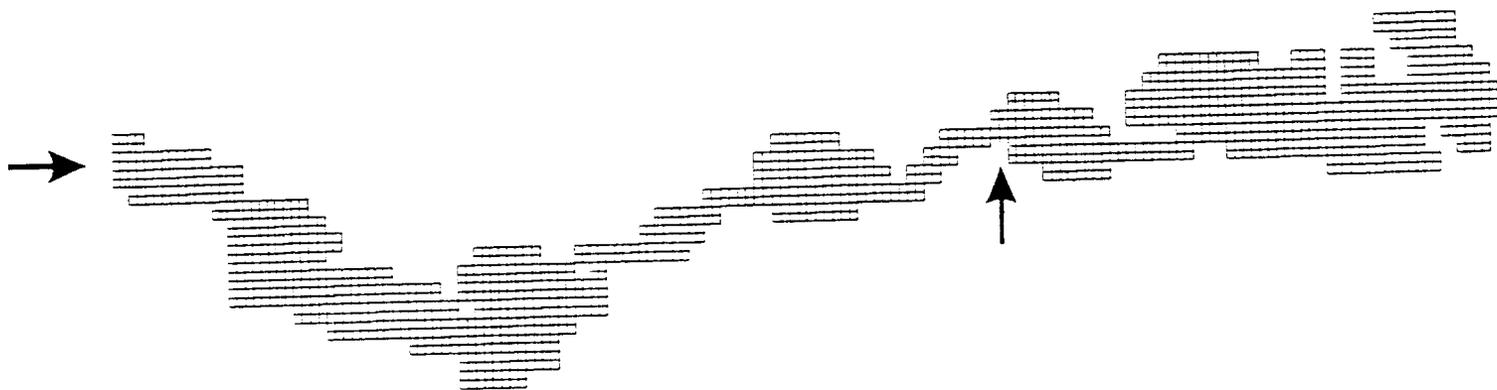


Salinidad - Mayo 1997

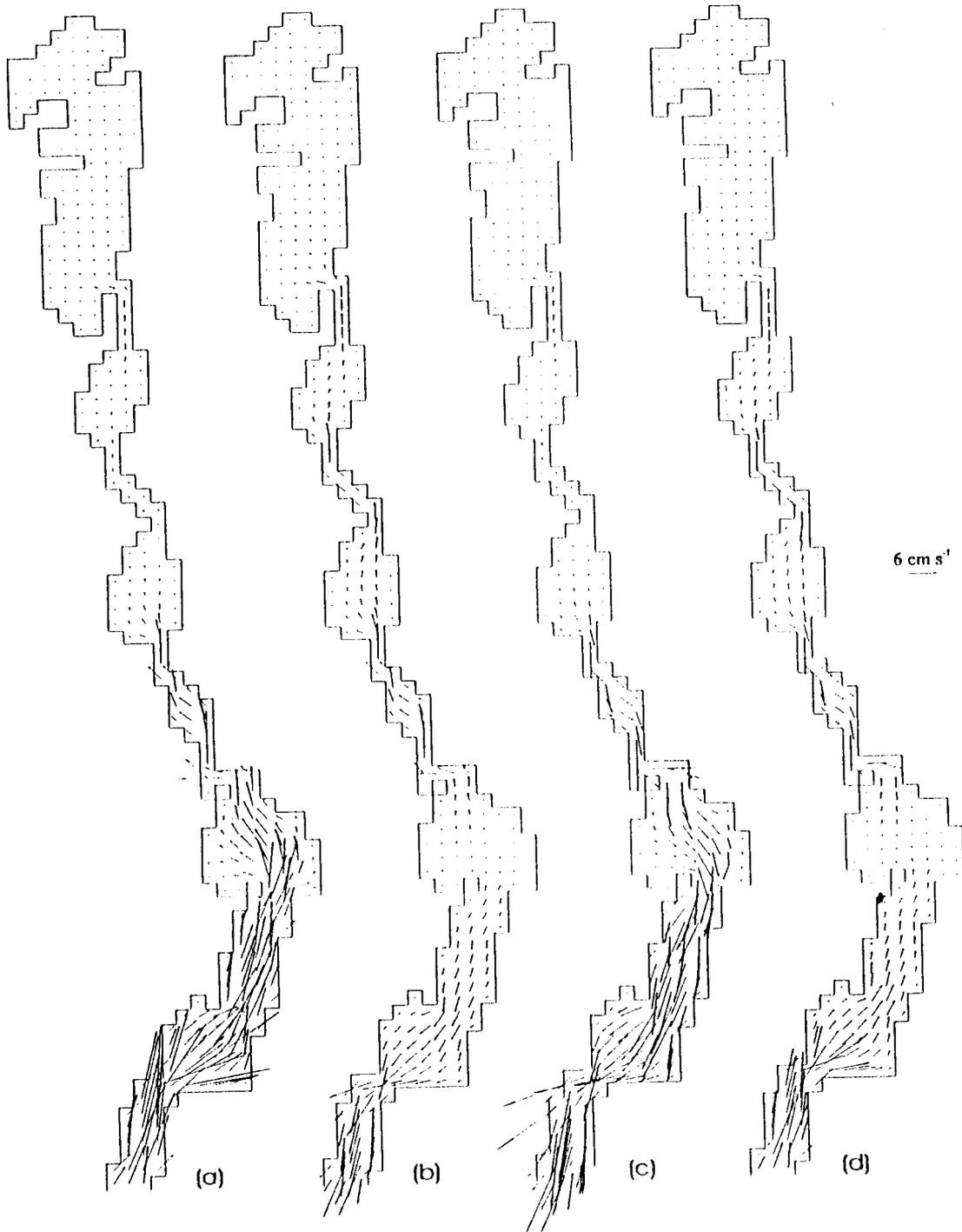


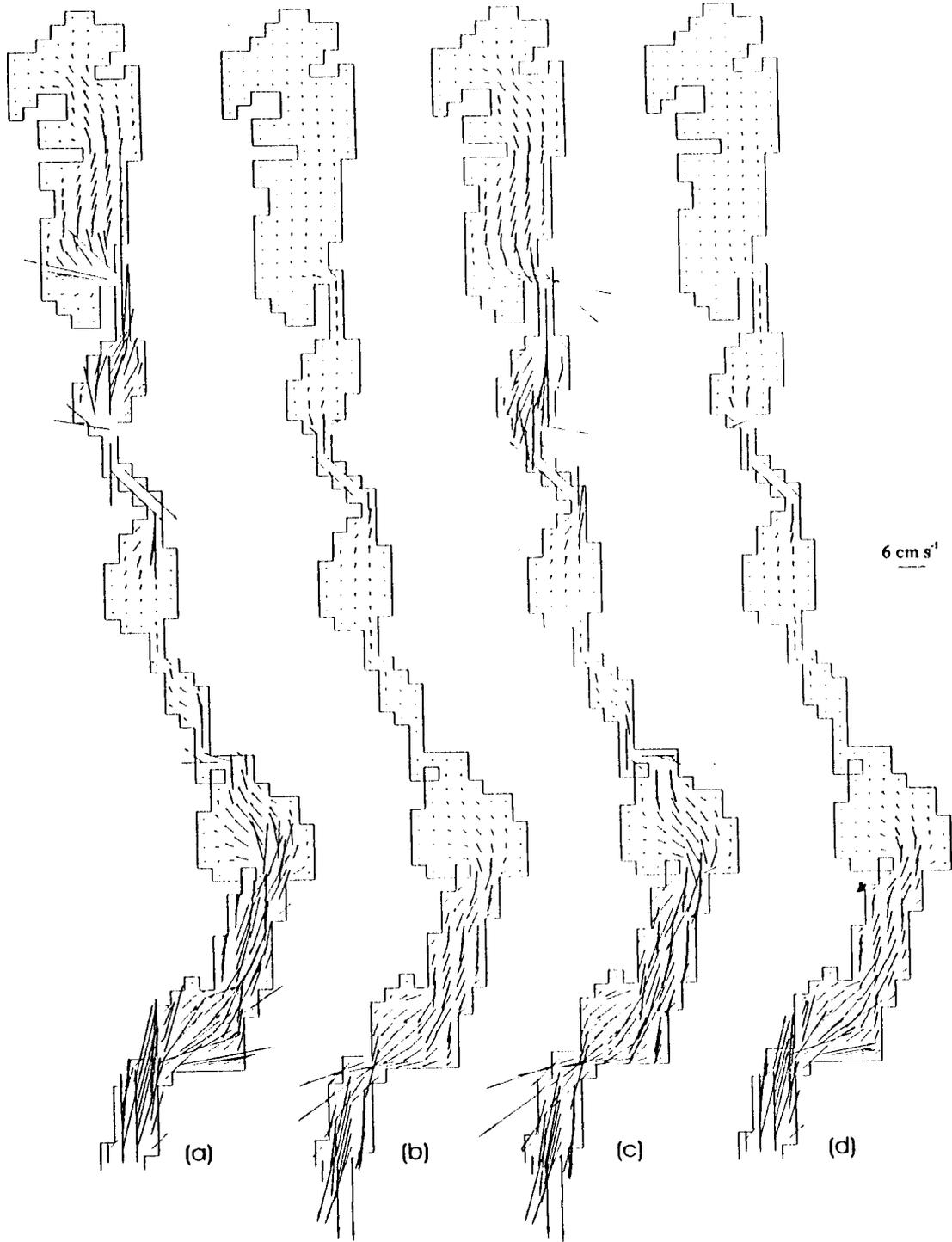
Salinidad - Ago. 1997

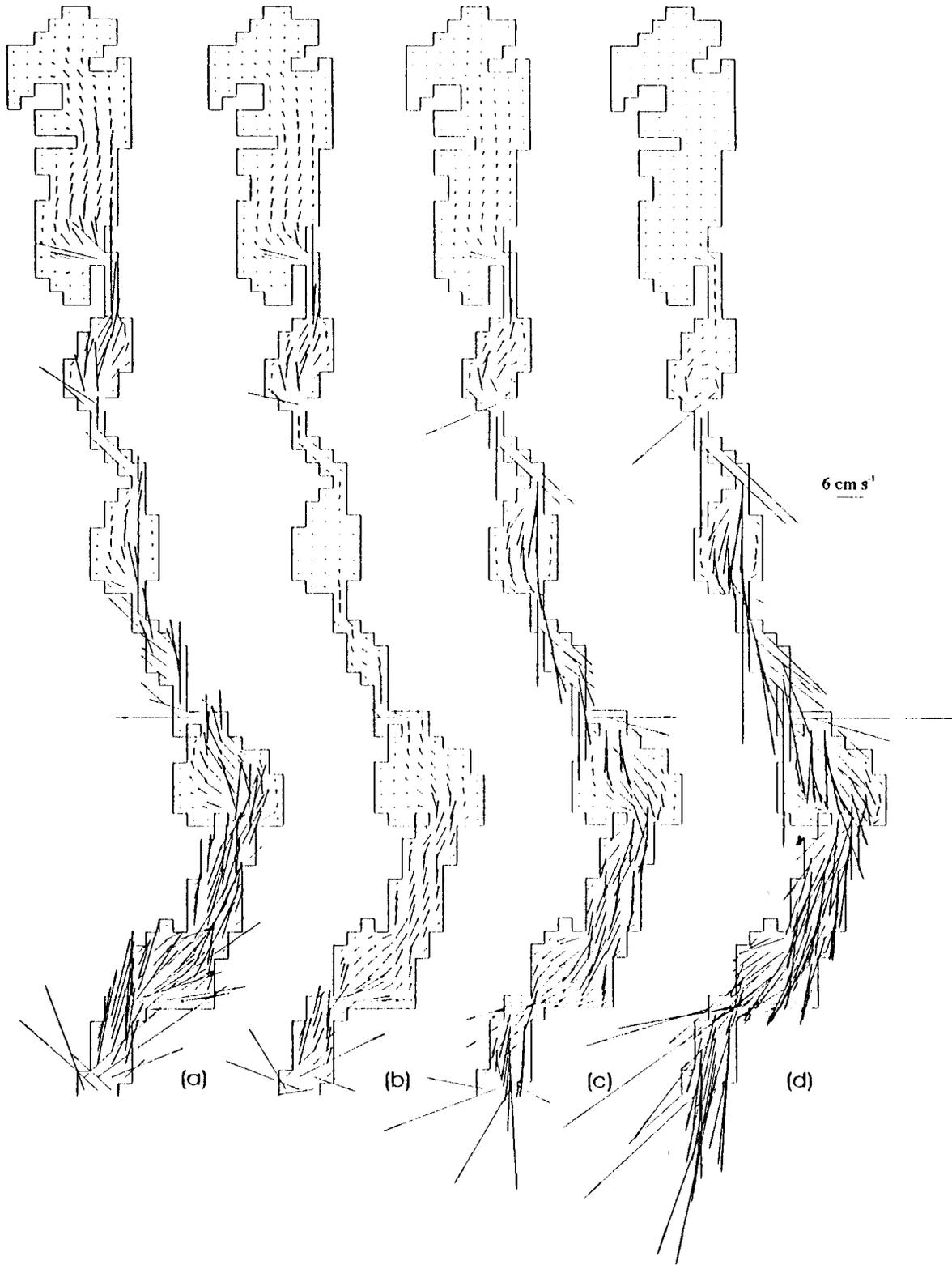




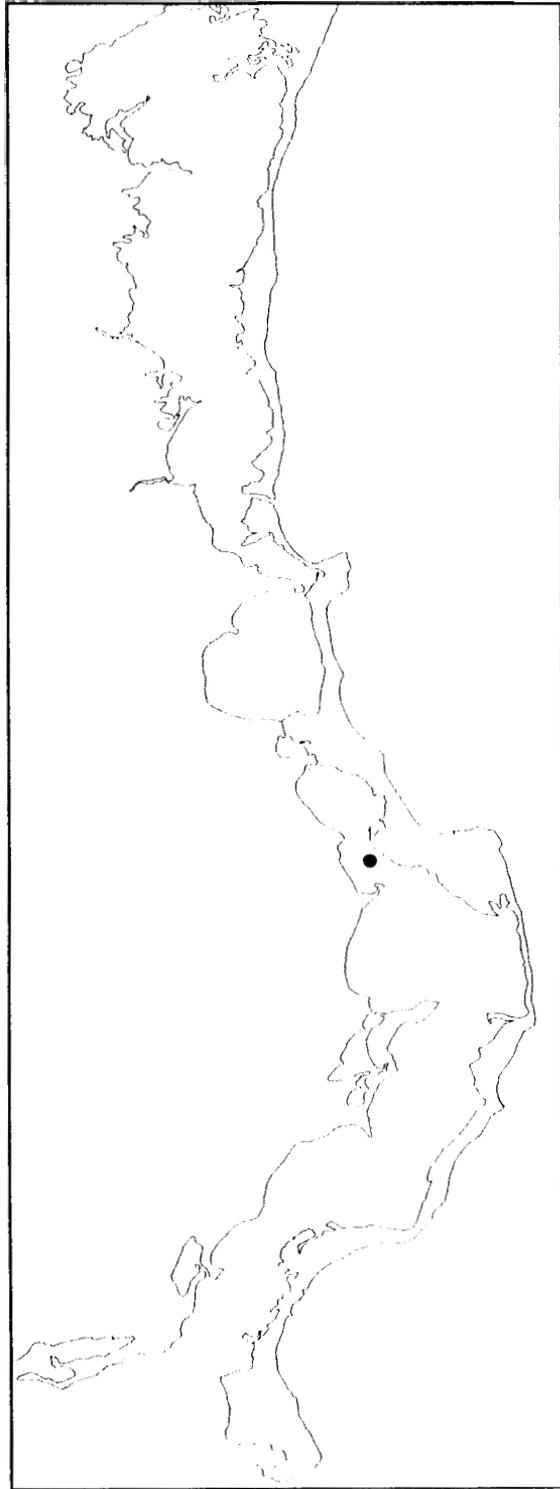
Malla numérica del sistema lagunar Sian Ka' an, Q. Roo.



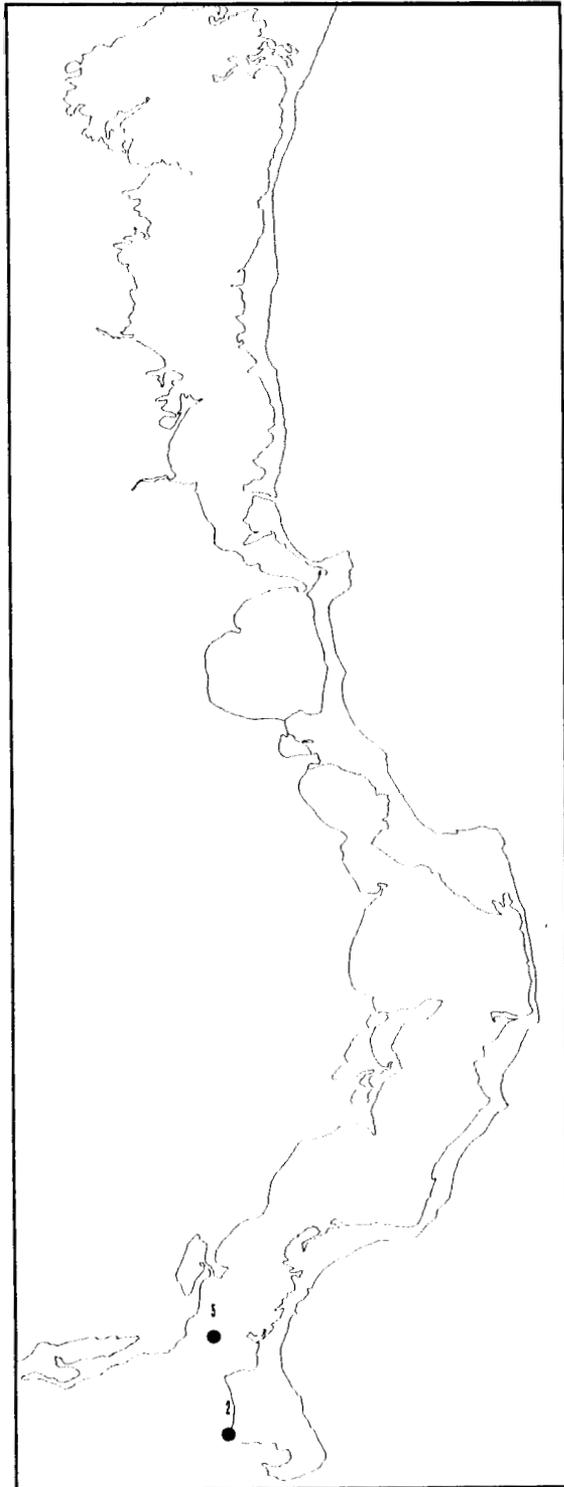




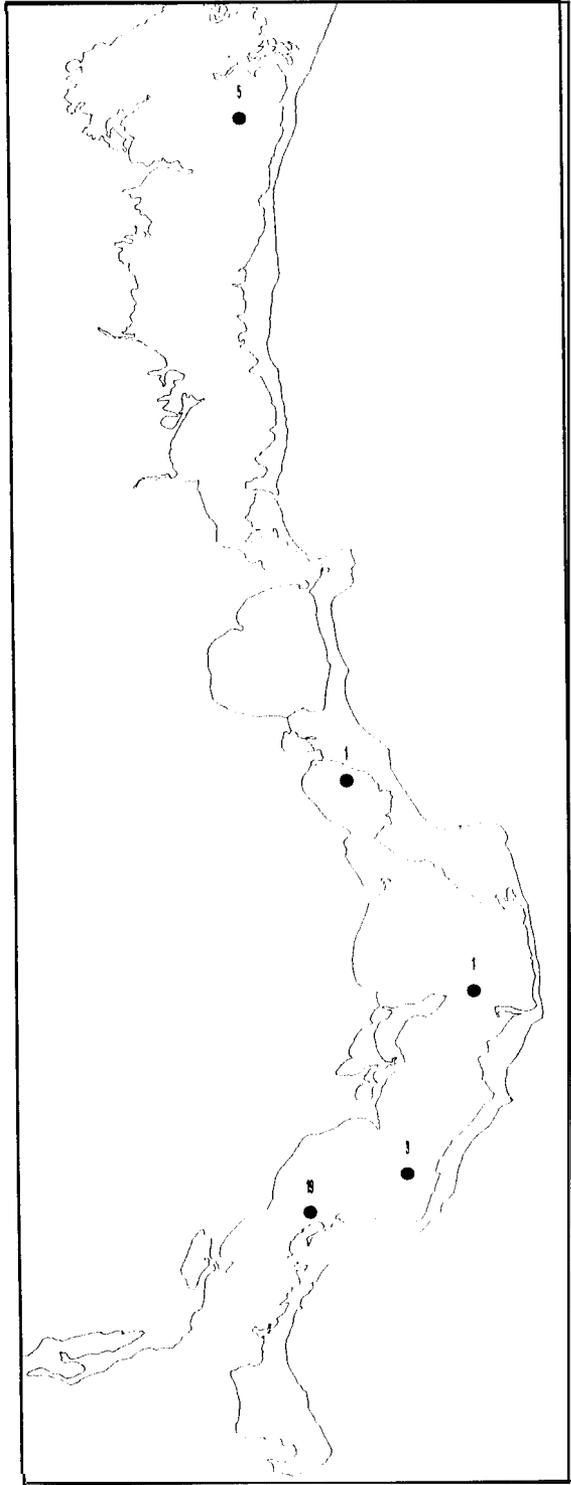
Anexo II



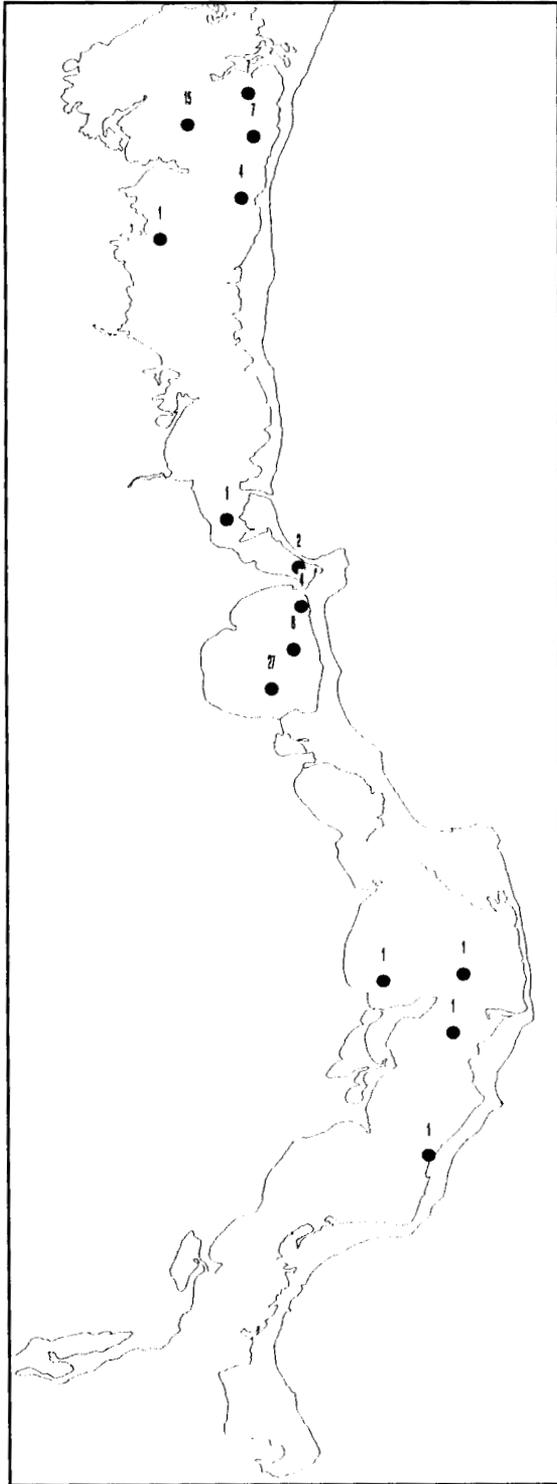
Achirus lineatus - Mayo 1997



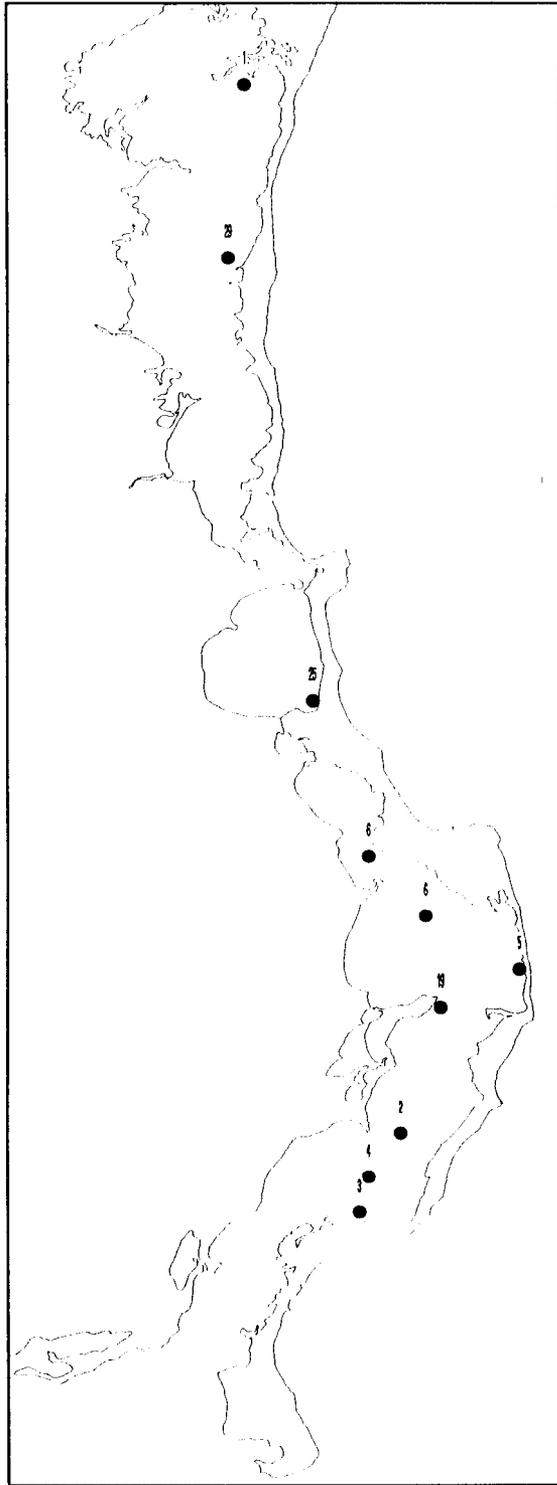
Achirus lineatus - Ago. 1997



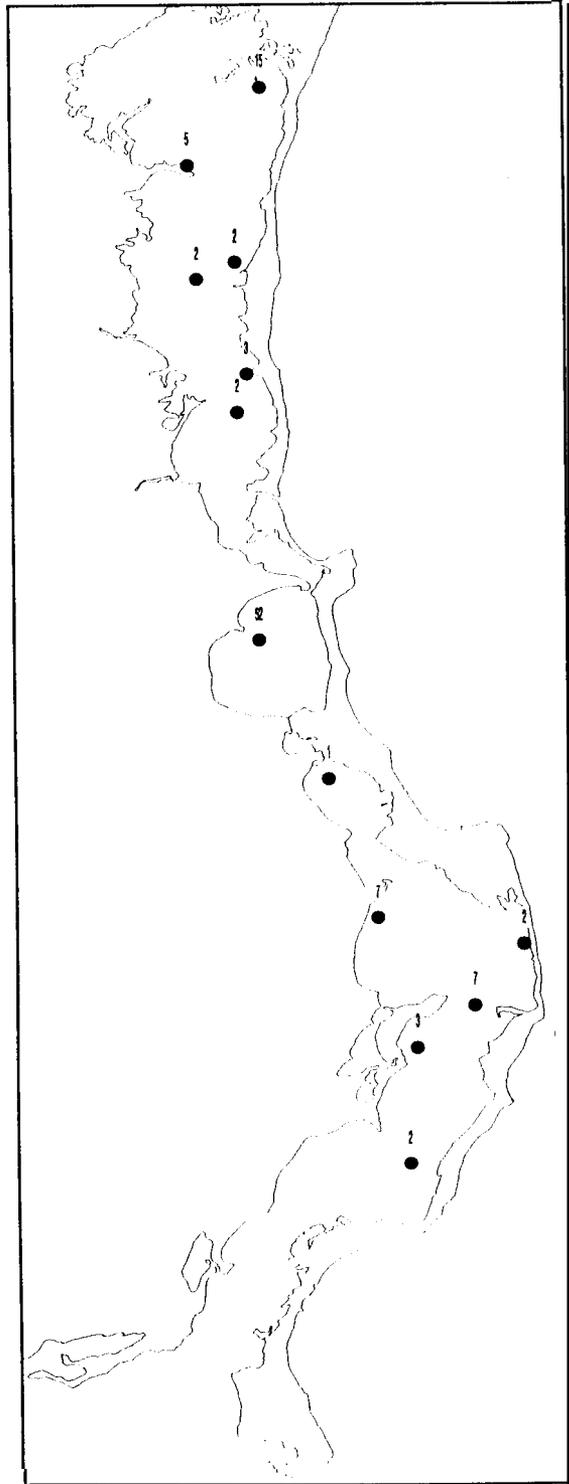
Anchoa hepsetus - Oct. 1996



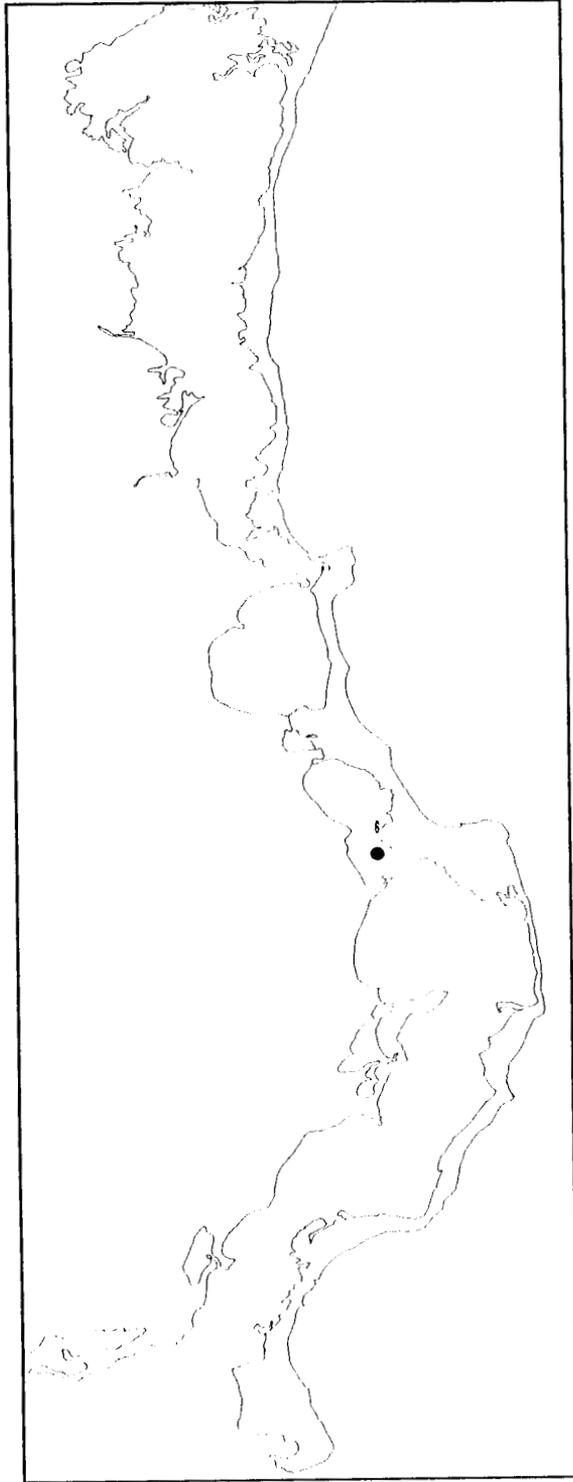
Anchoa hepsetus - Feb. 1997



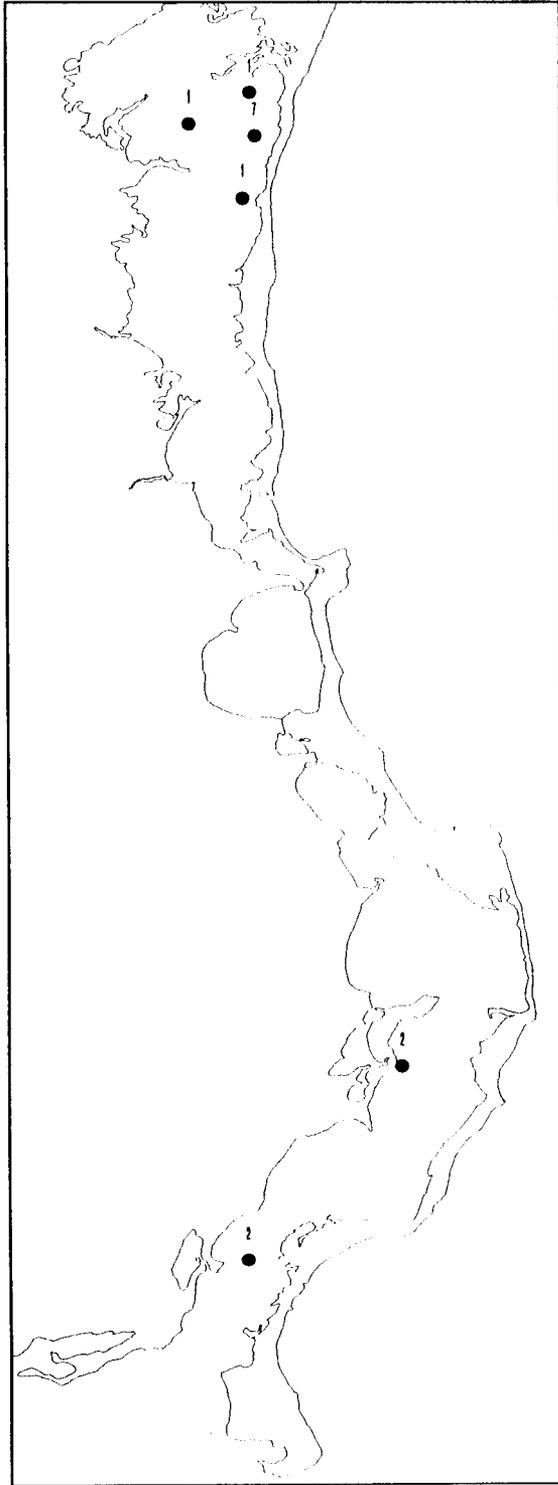
Anchoa hepsetus - Mayo 1997



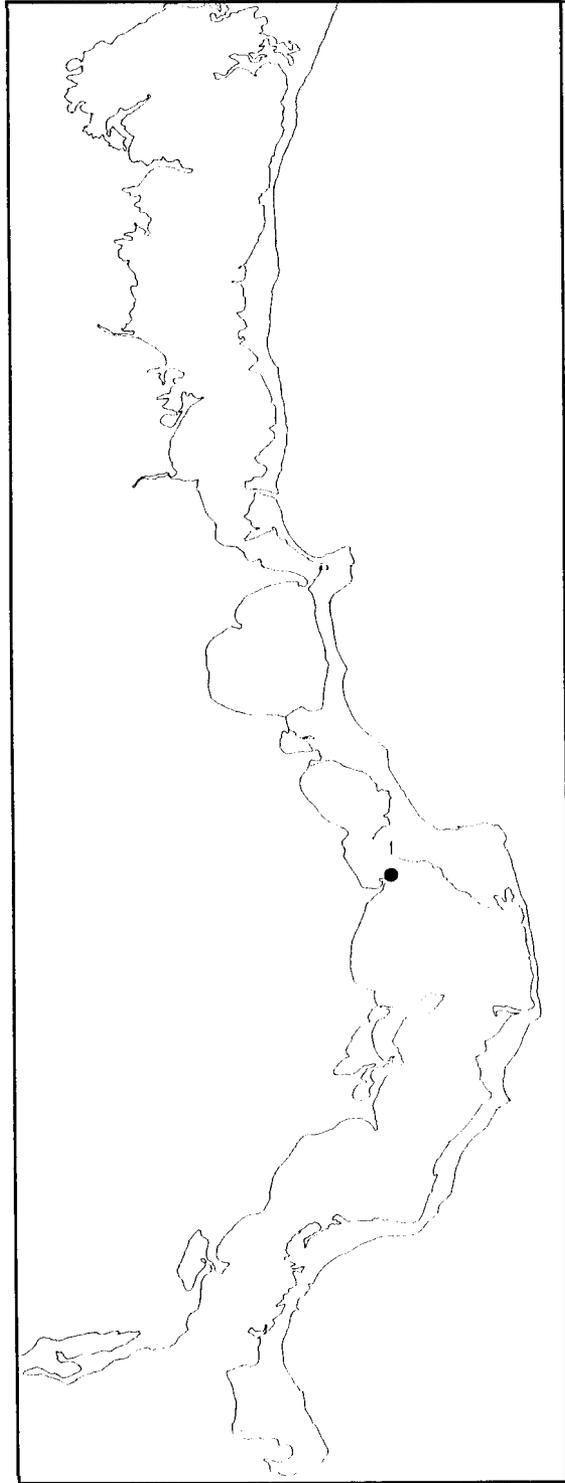
Anchoa hepsetus - Ago. 1997



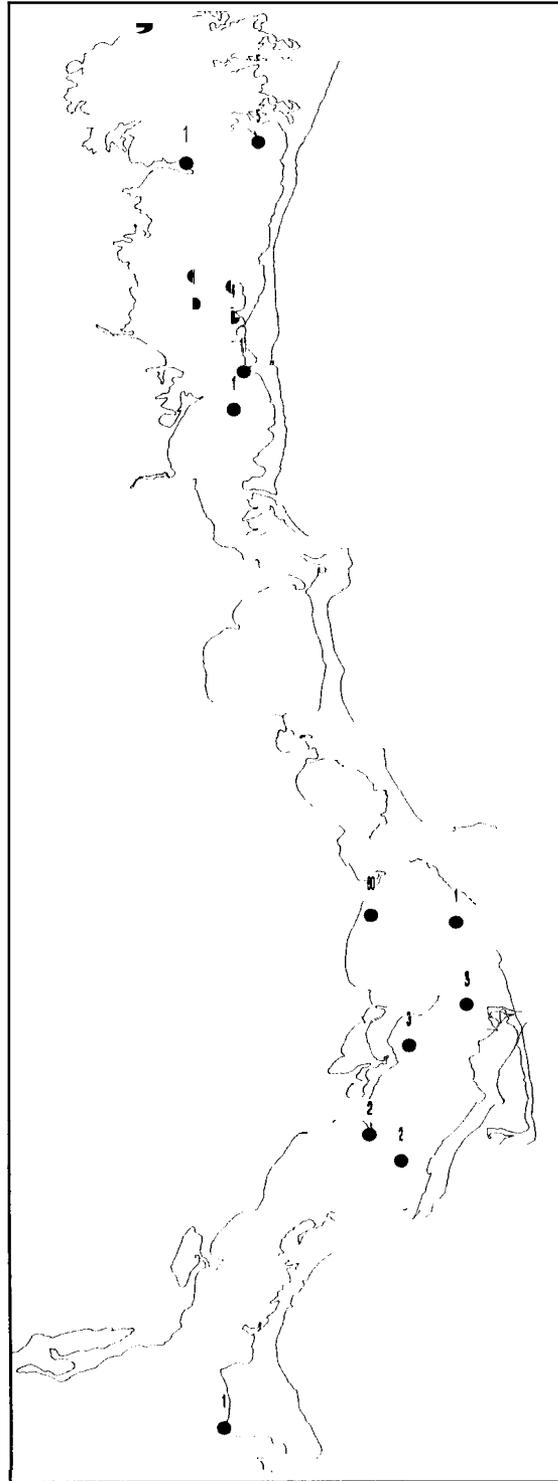
Anchoa sp - Mayo 1997



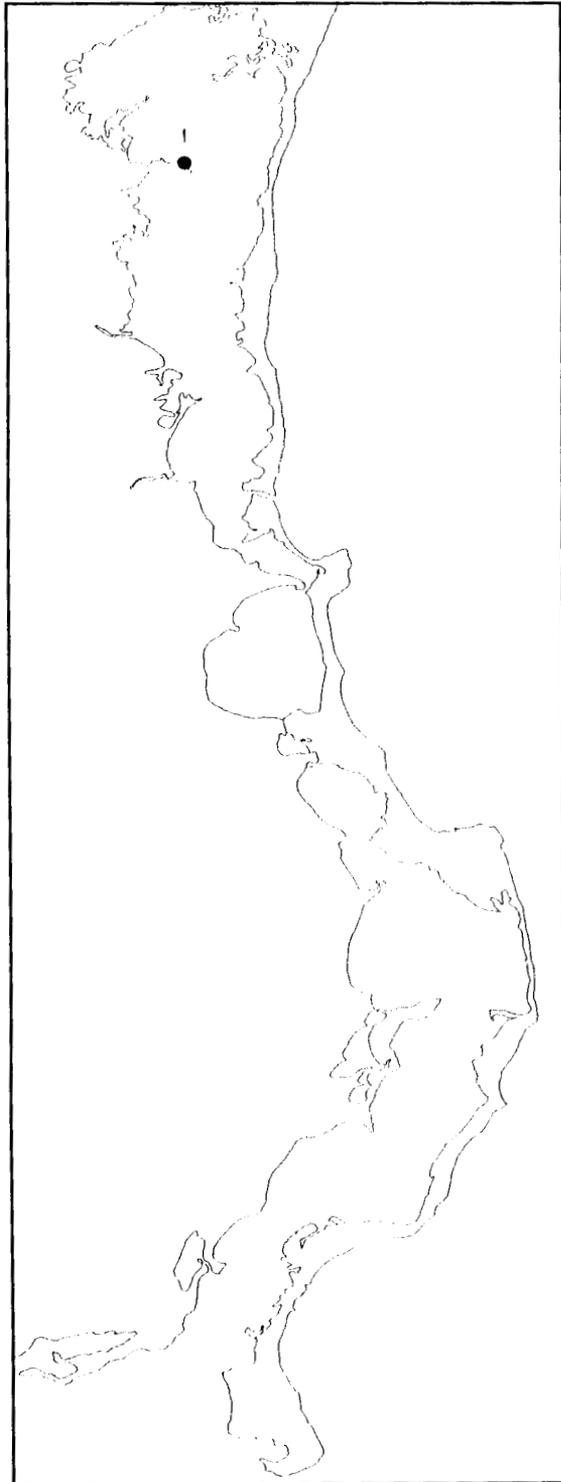
Archosargus rhomboidalis - Feb. 1997



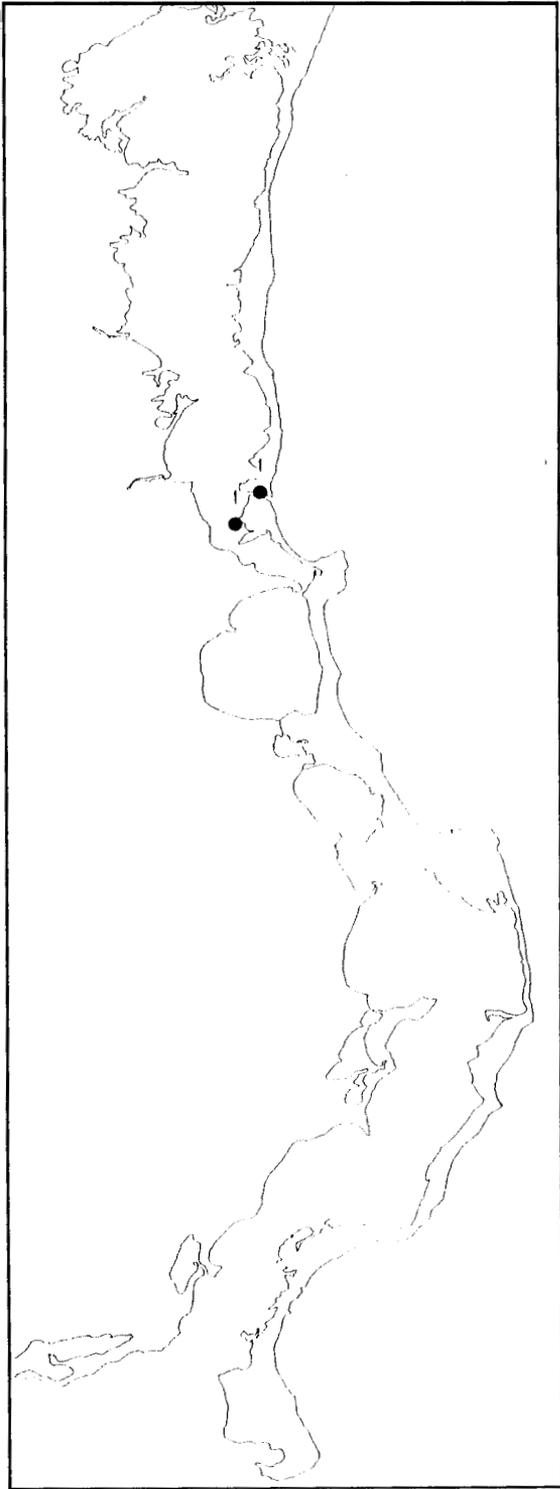
Archosargus rhomboidalis - Mayo 1997



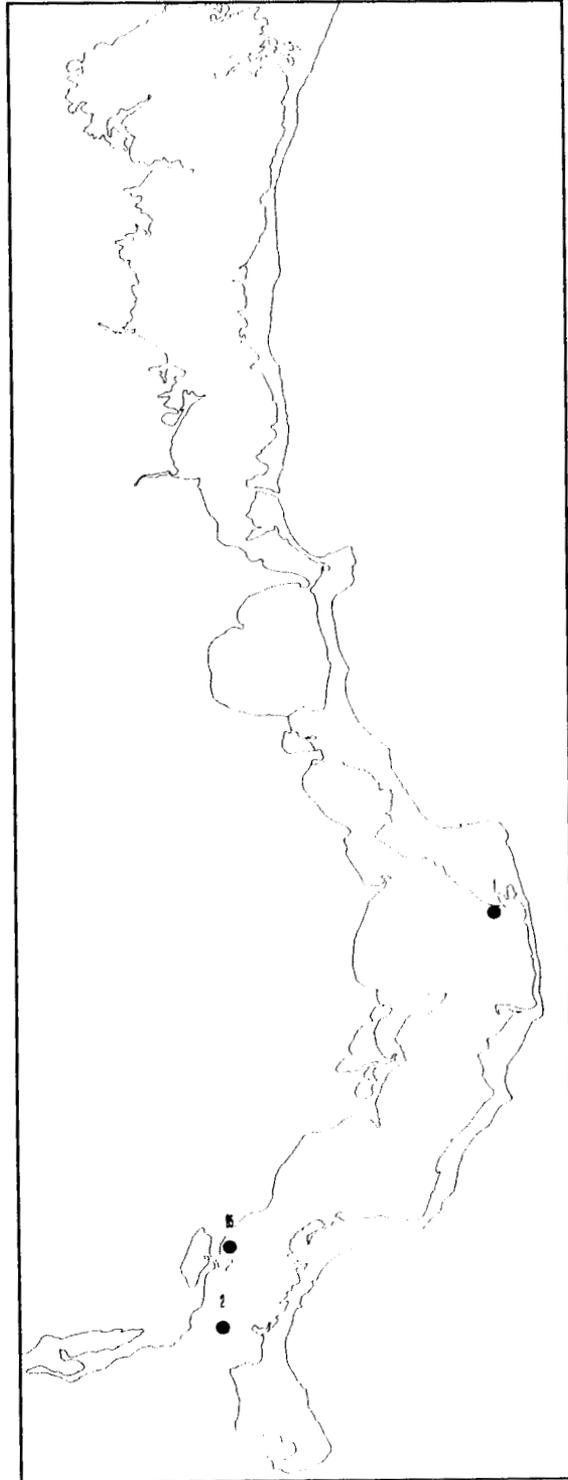
Archosargus rhomboidalis - Ago. 1997



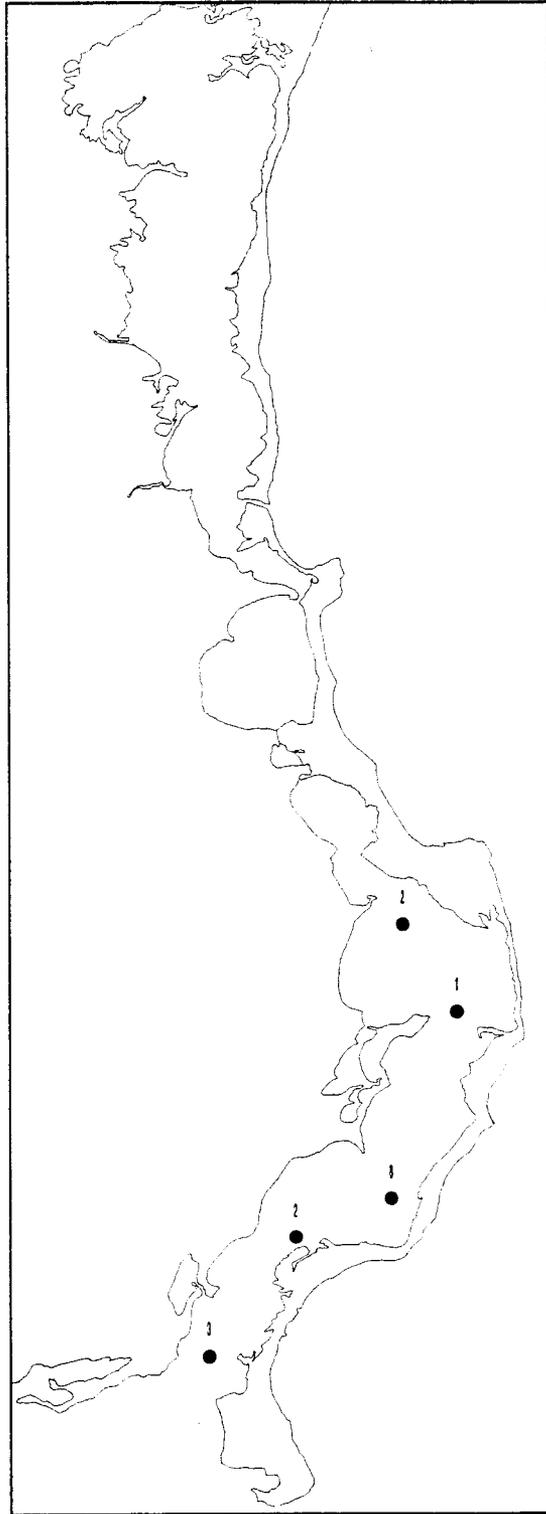
Archosargus probatocephalus - Ago. 1997



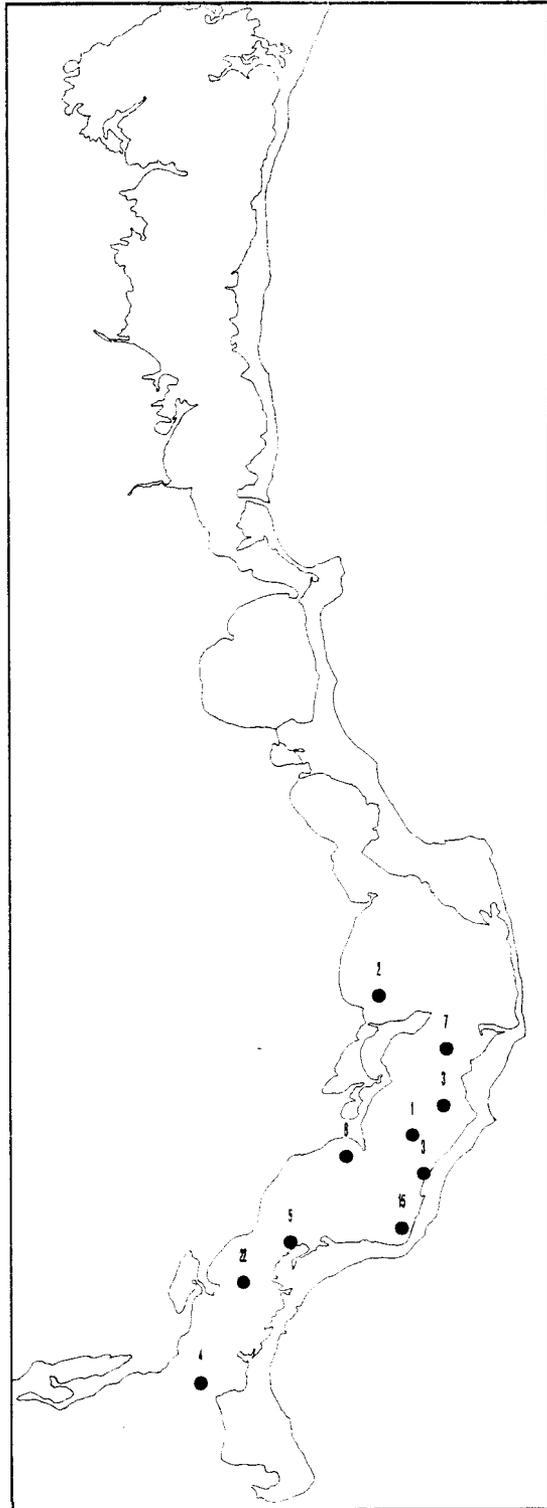
Bathygobius soporator - Ago. 1997



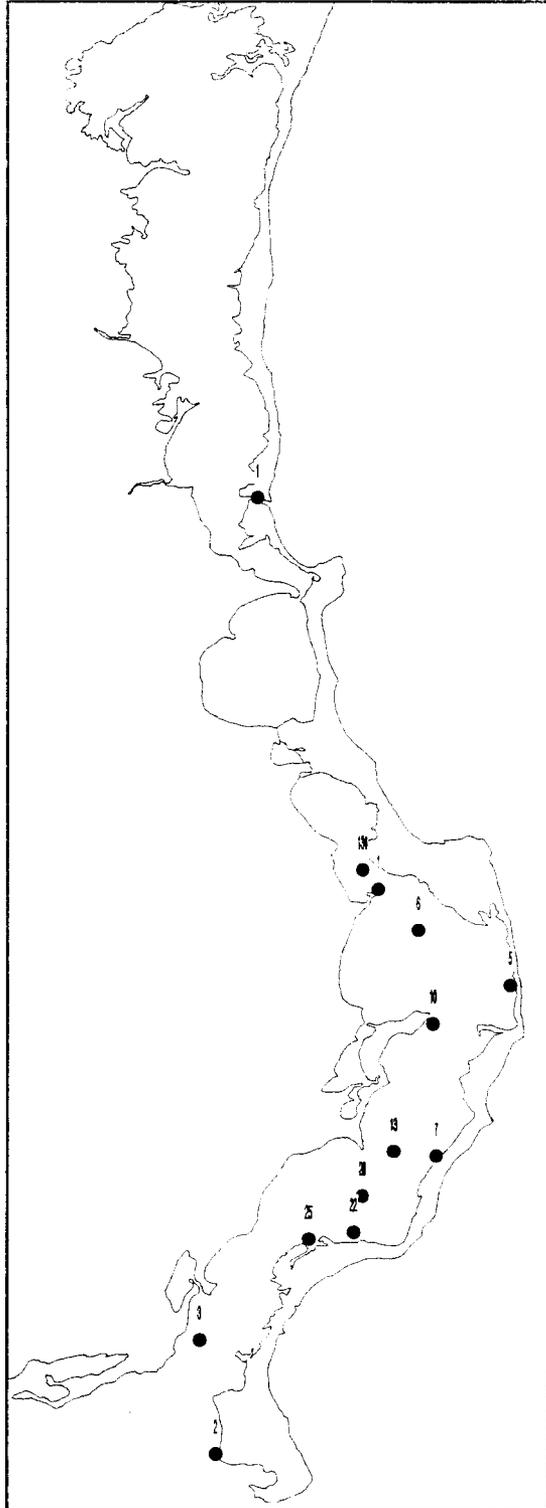
Brevoortia sp - Oct. 1996



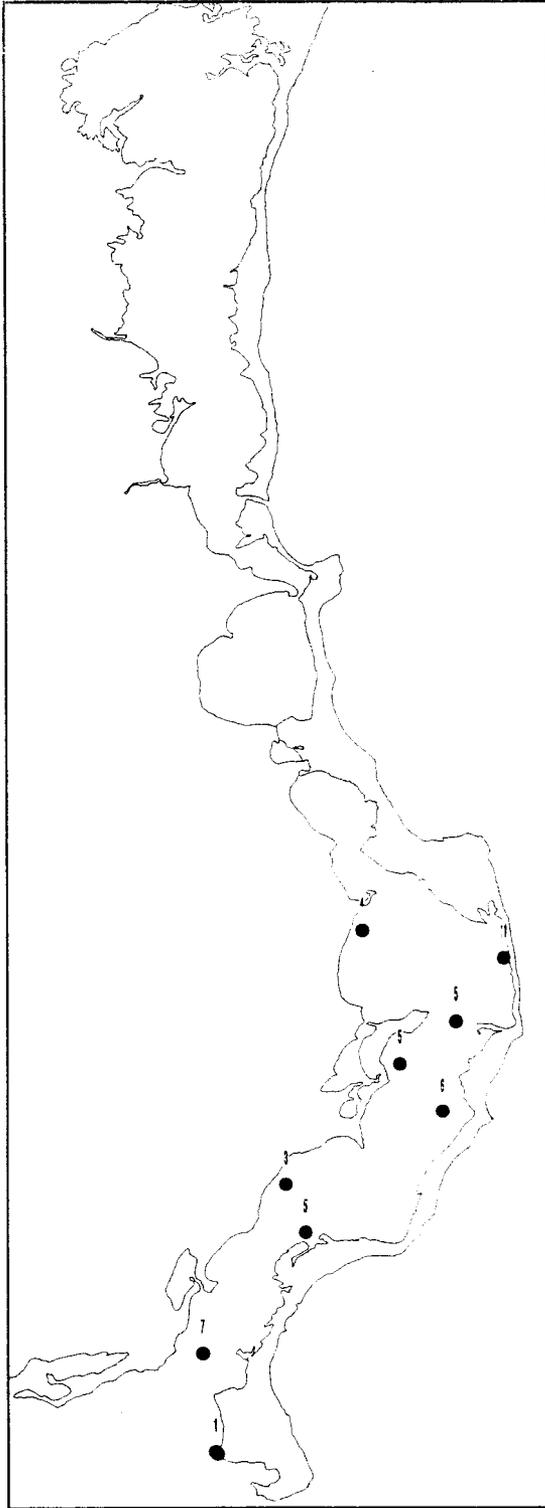
Callionymus sp - Oct. 1996



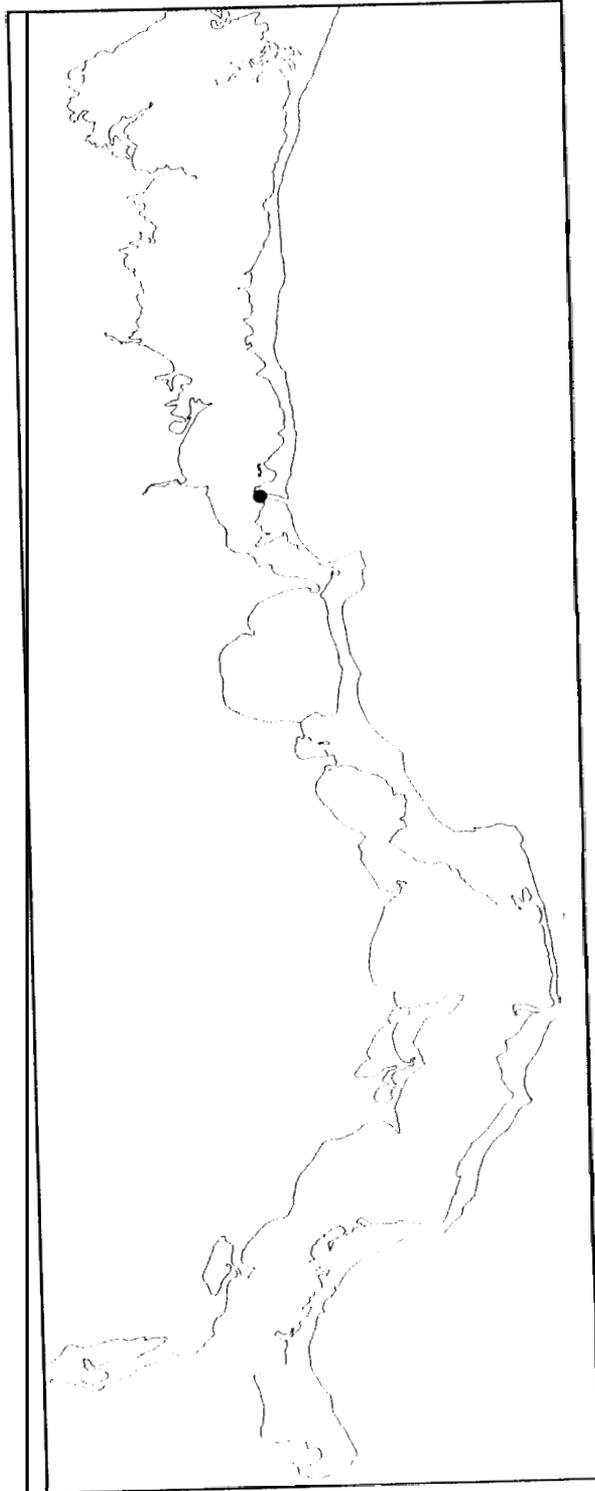
Callionymus sp - Feb. 1997



Callionymus sp - Mayo 1997



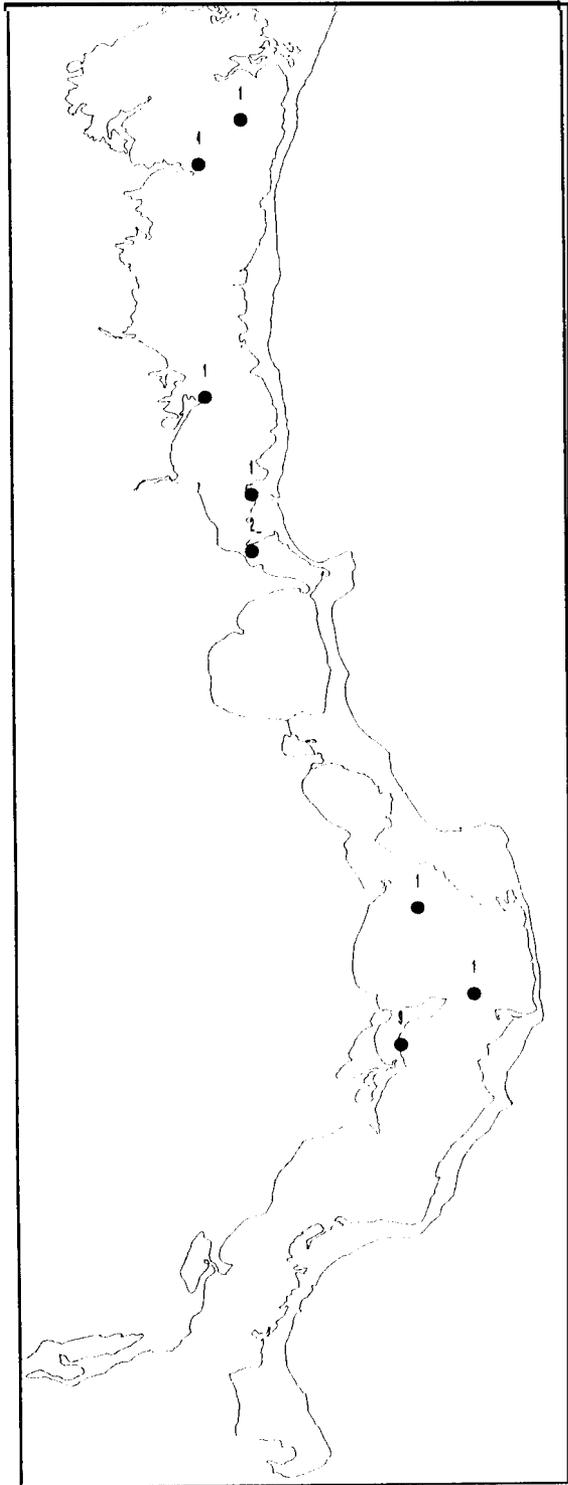
Callionymus sp - Ago. 1997



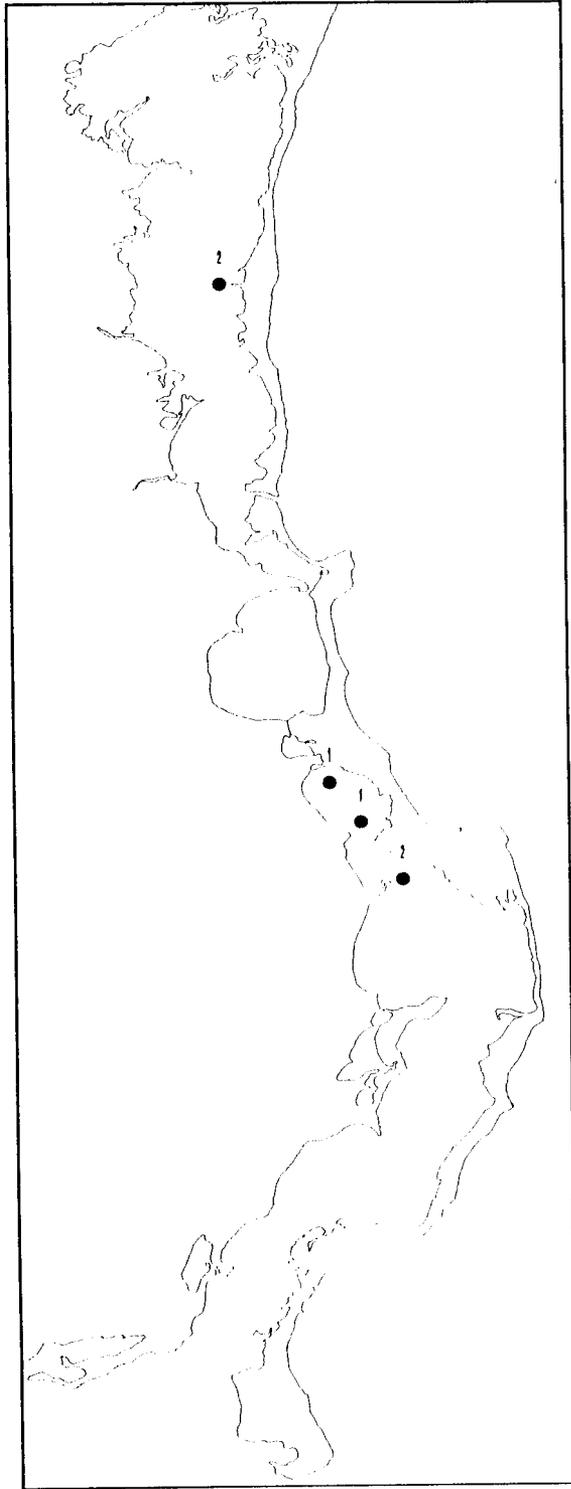
Dormitator maculatus - Oct. 1996



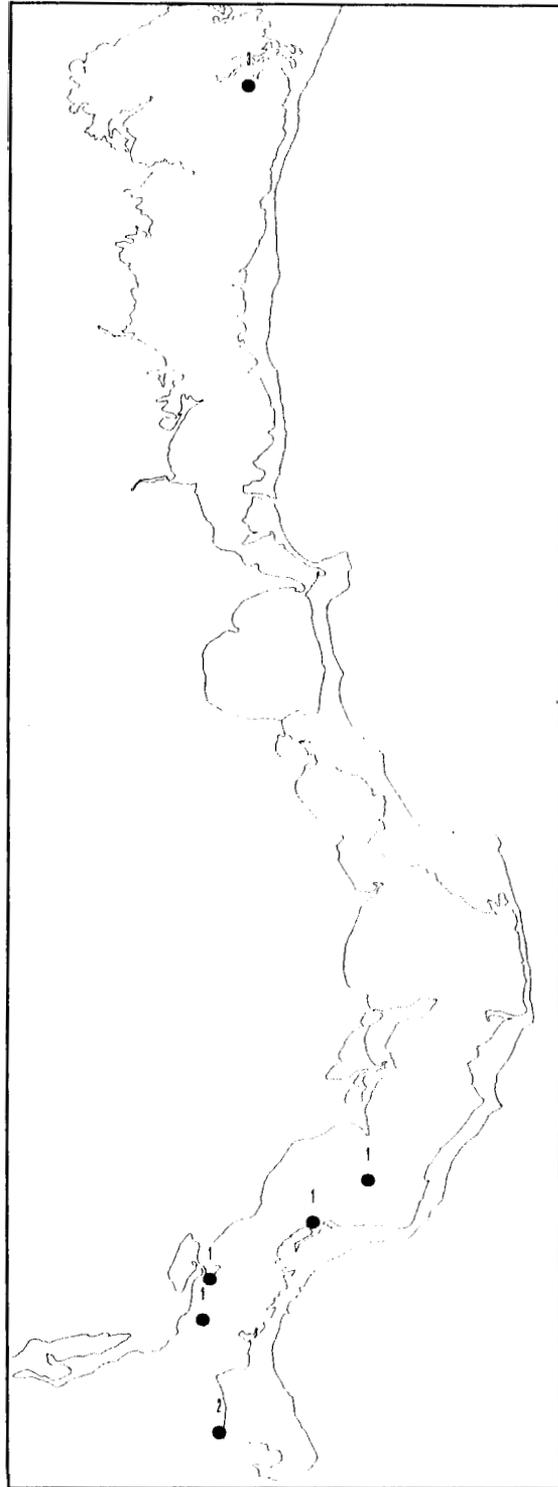
Eucinostomus sp - Feb. 1997



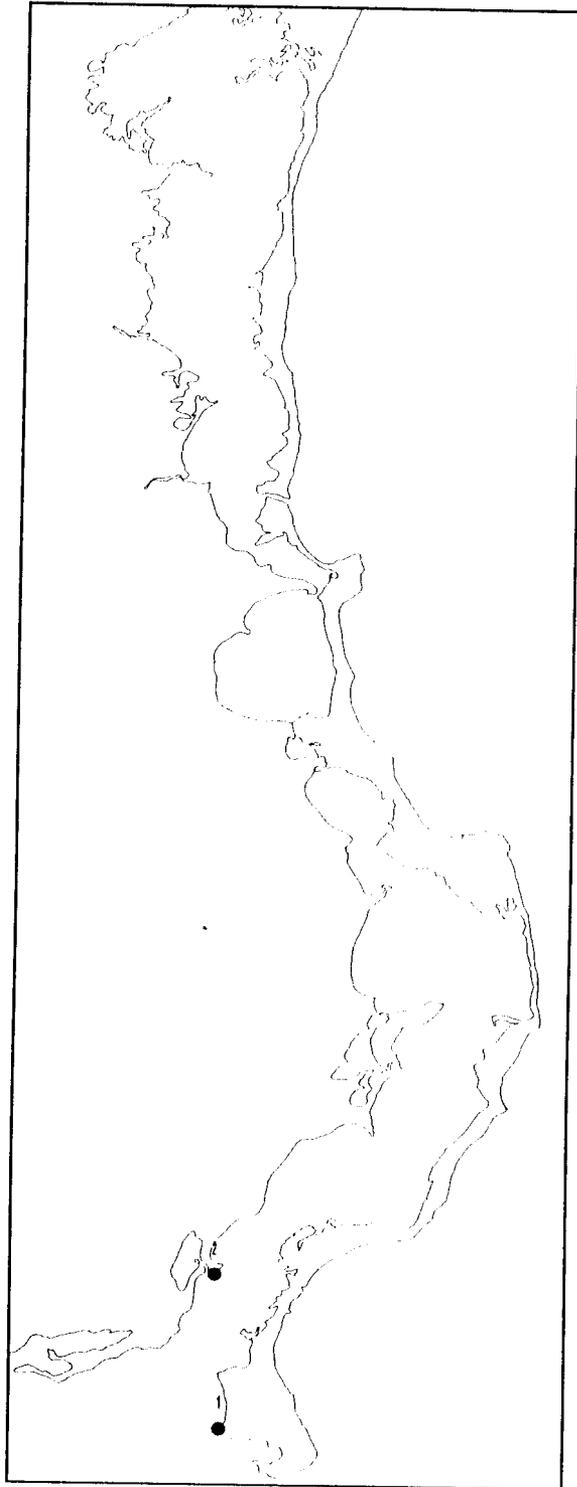
GERRIDAE - Oct. 1996



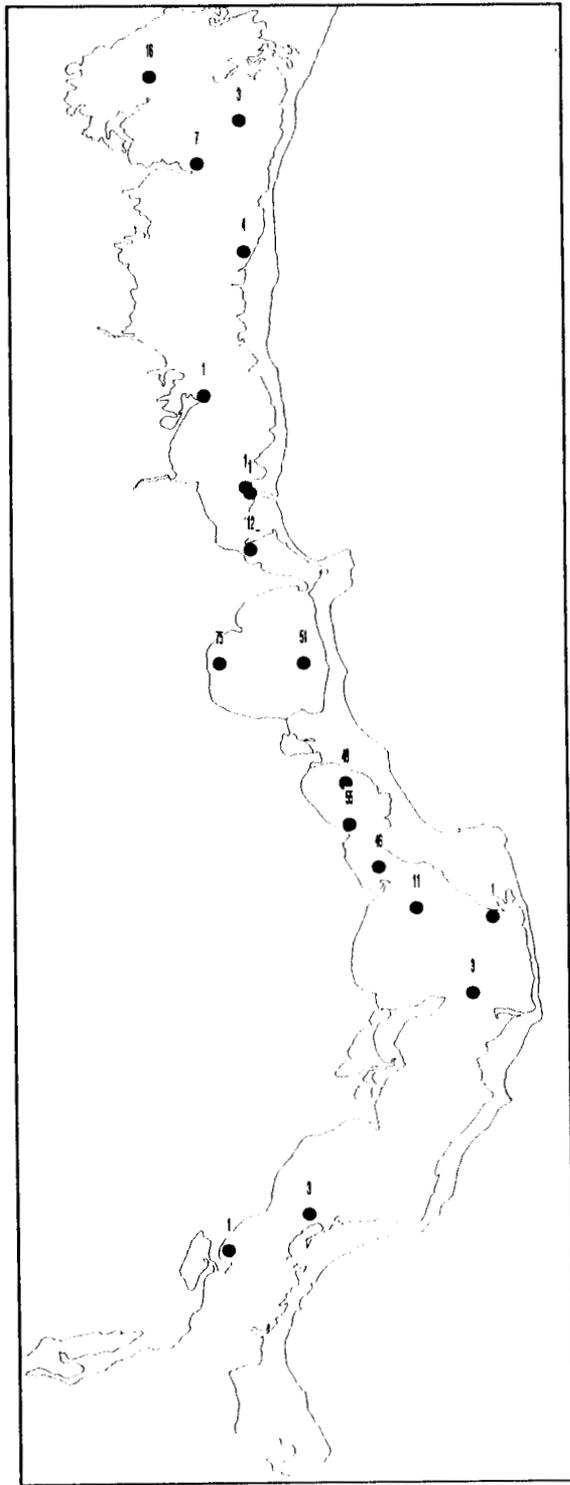
GERRIDAE - Feb. 1997



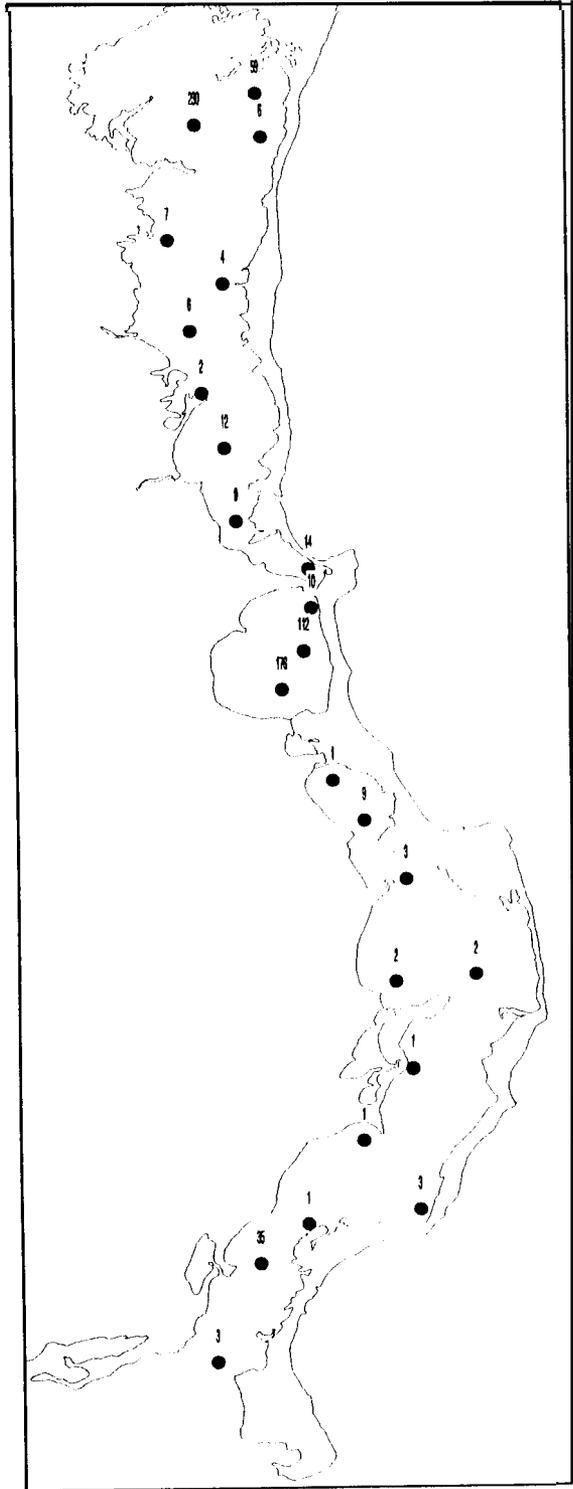
GERRIDAE - Mayo 1997



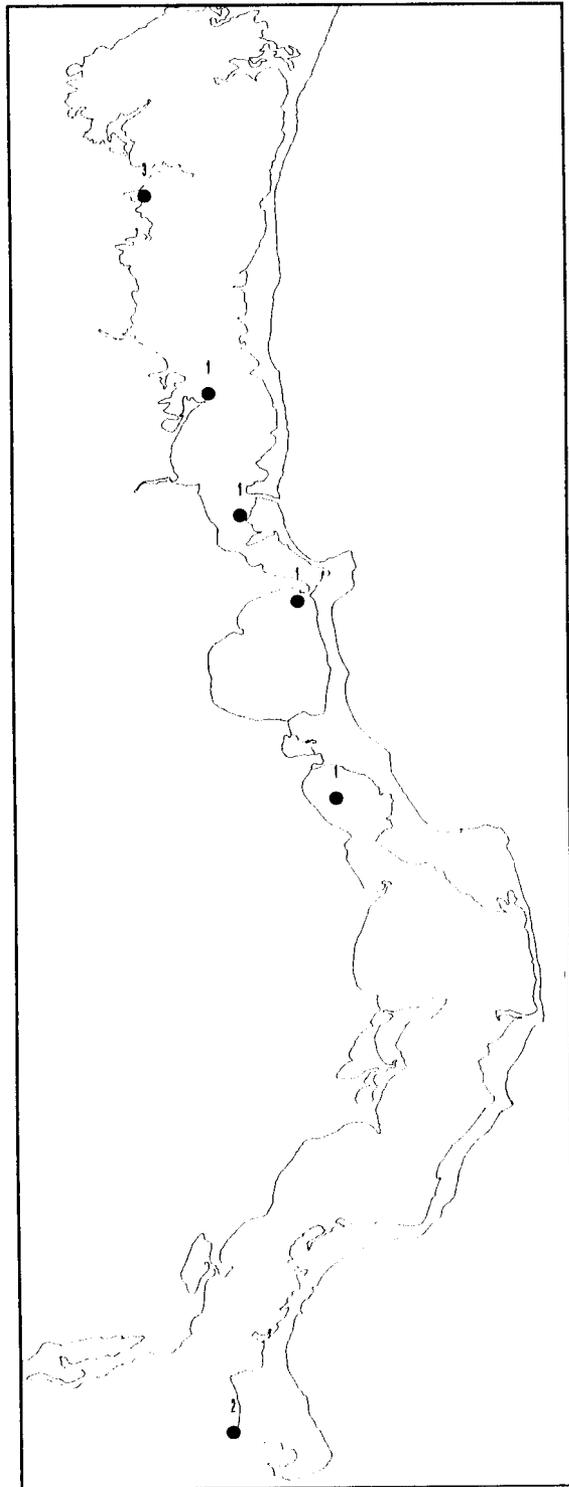
GERRIDAE - Ago. 1997



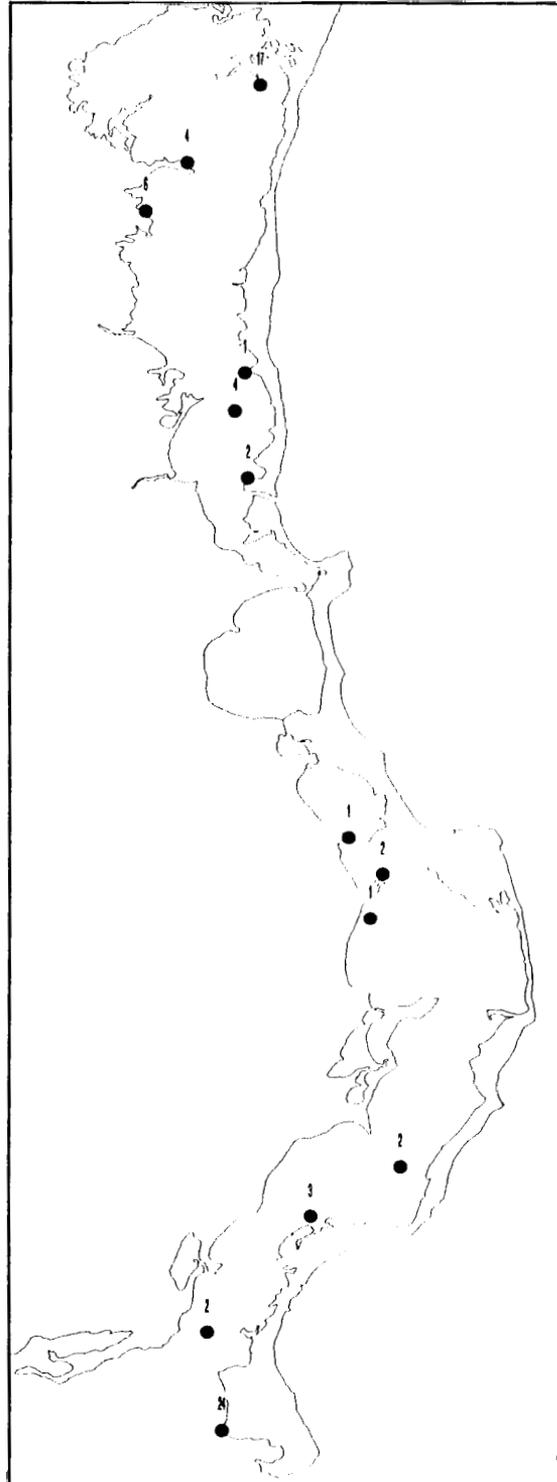
GOBIIDAE - Oct. 1996



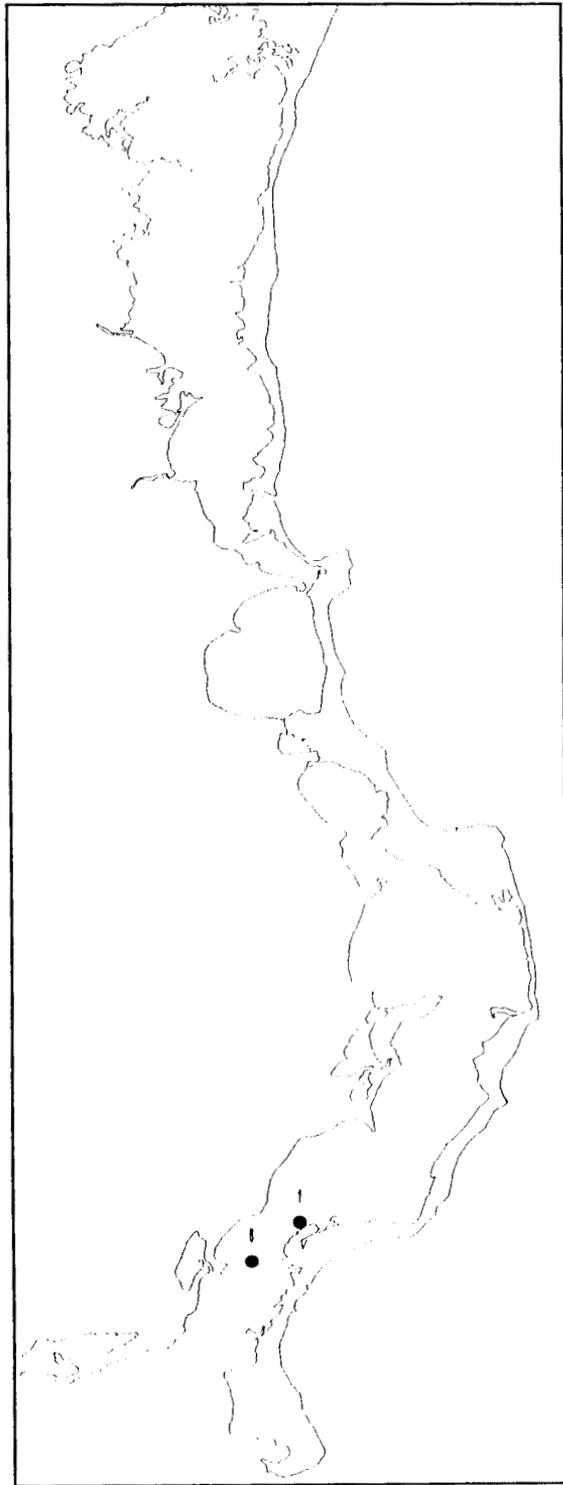
GOBIIDAE - Feb. 1997



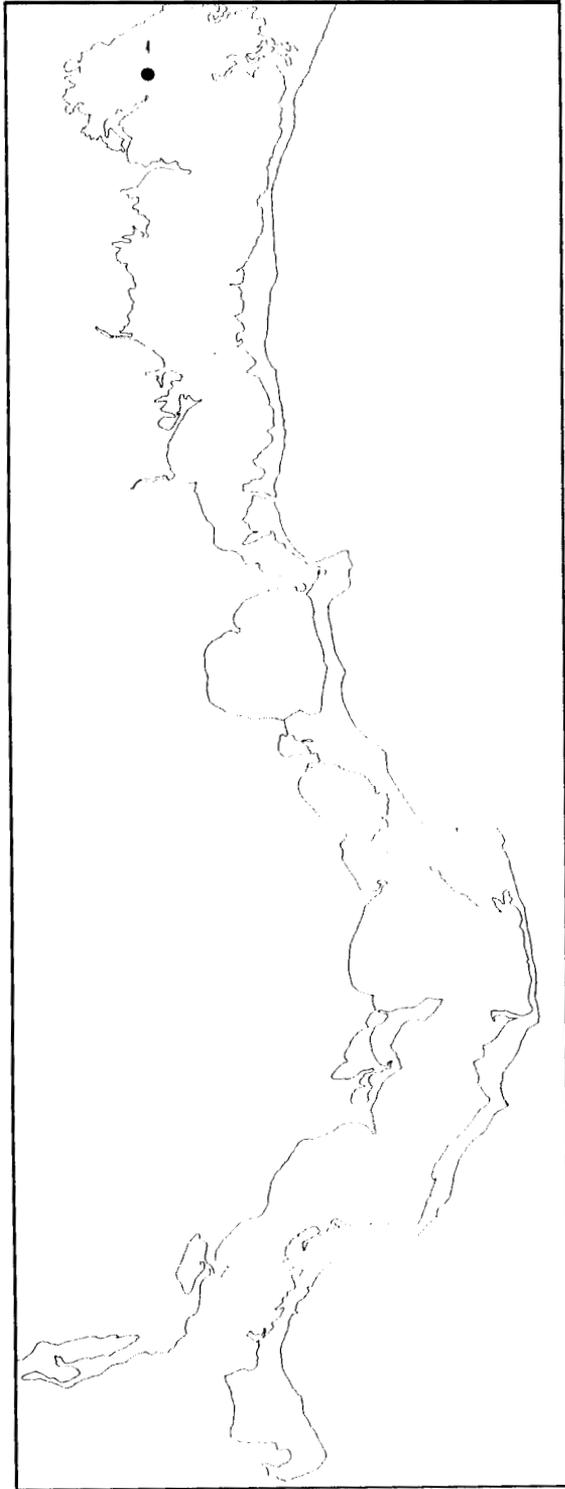
GOBIIDAE - Mayo 1997



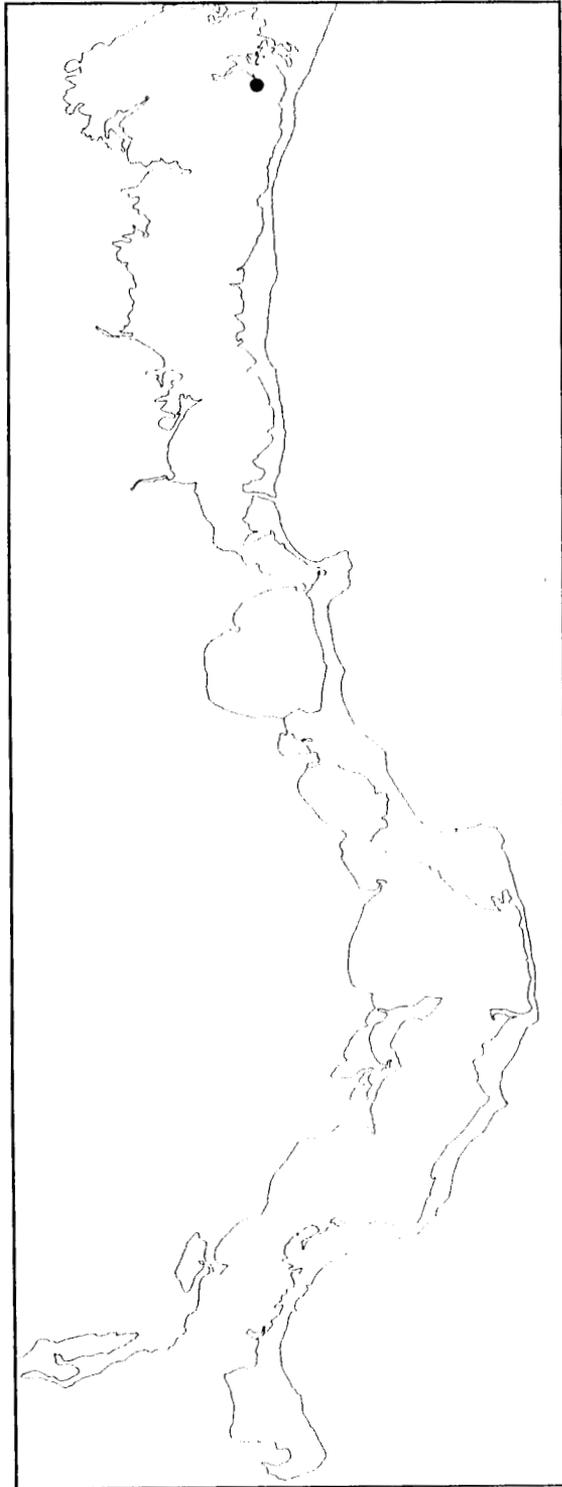
GOBIIDAE - Ago. 1997



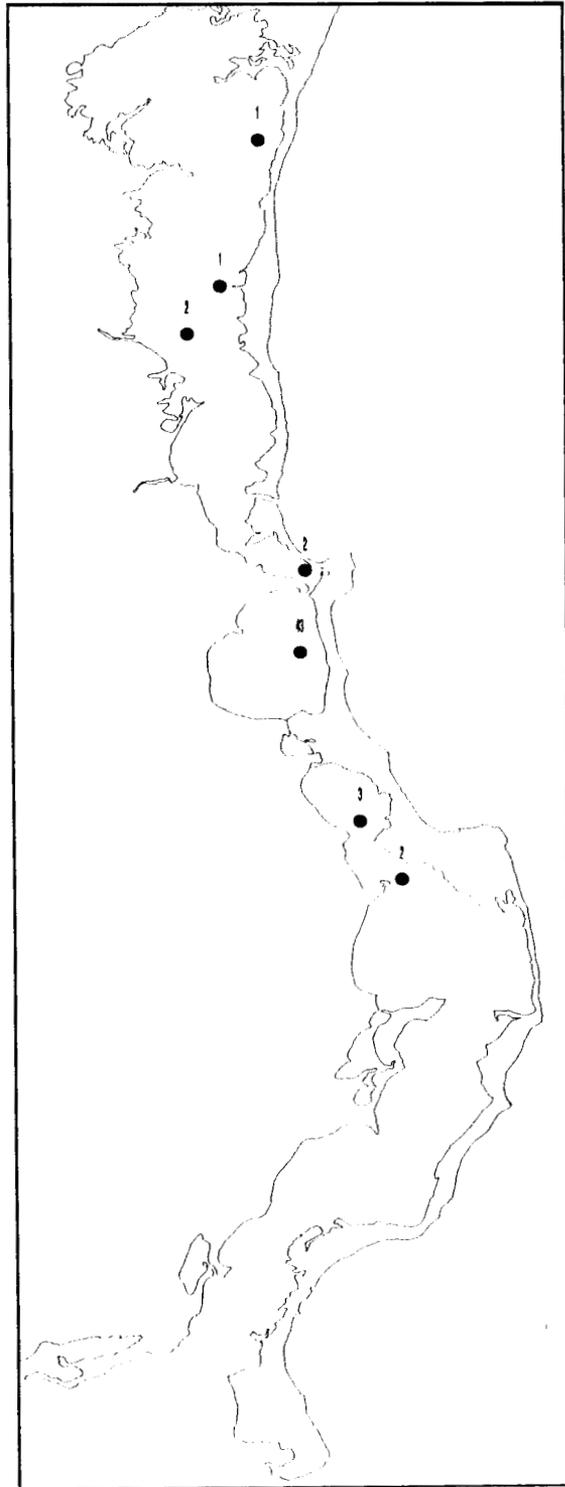
Gobiesox strumosus - Feb. 1997



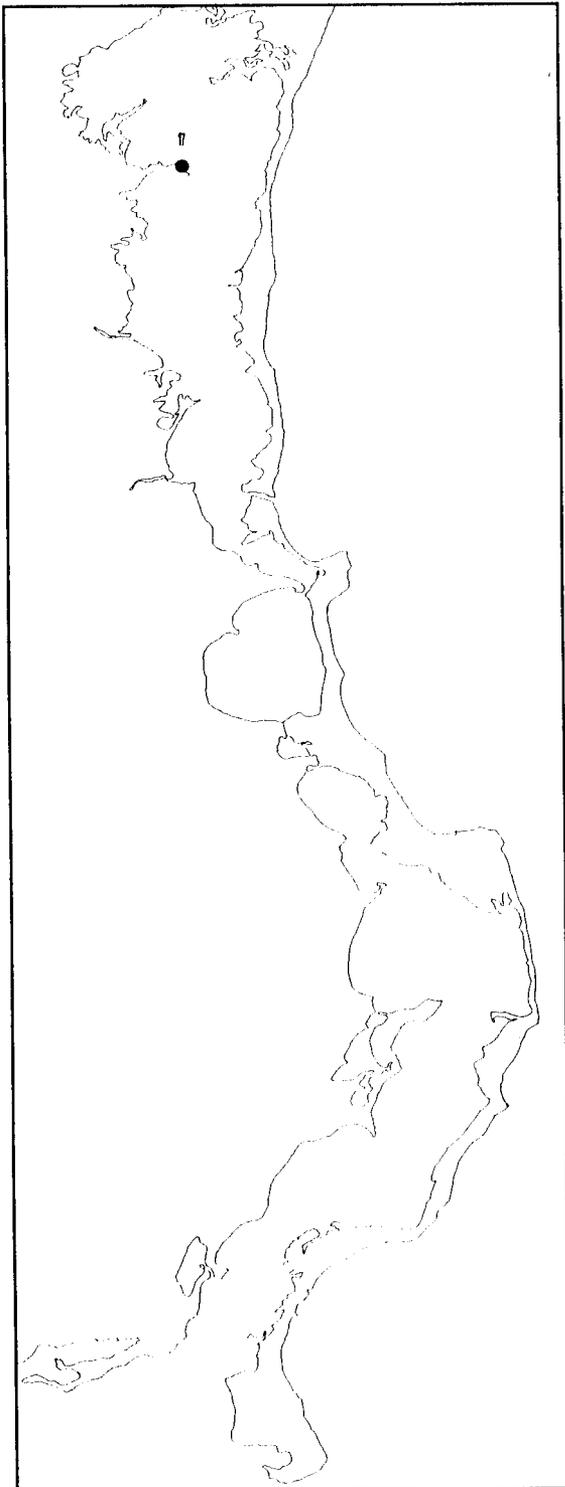
Gobionellus boleosoma - Oct. 1996



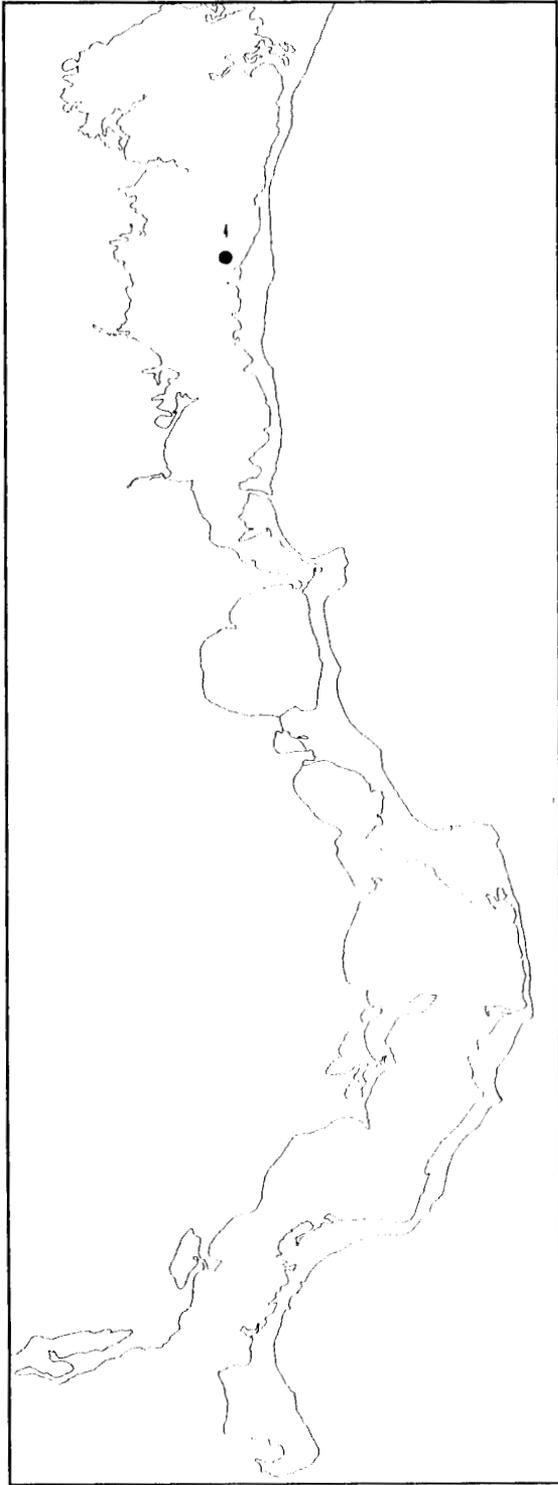
Gobionellus sp - Ago. 1997



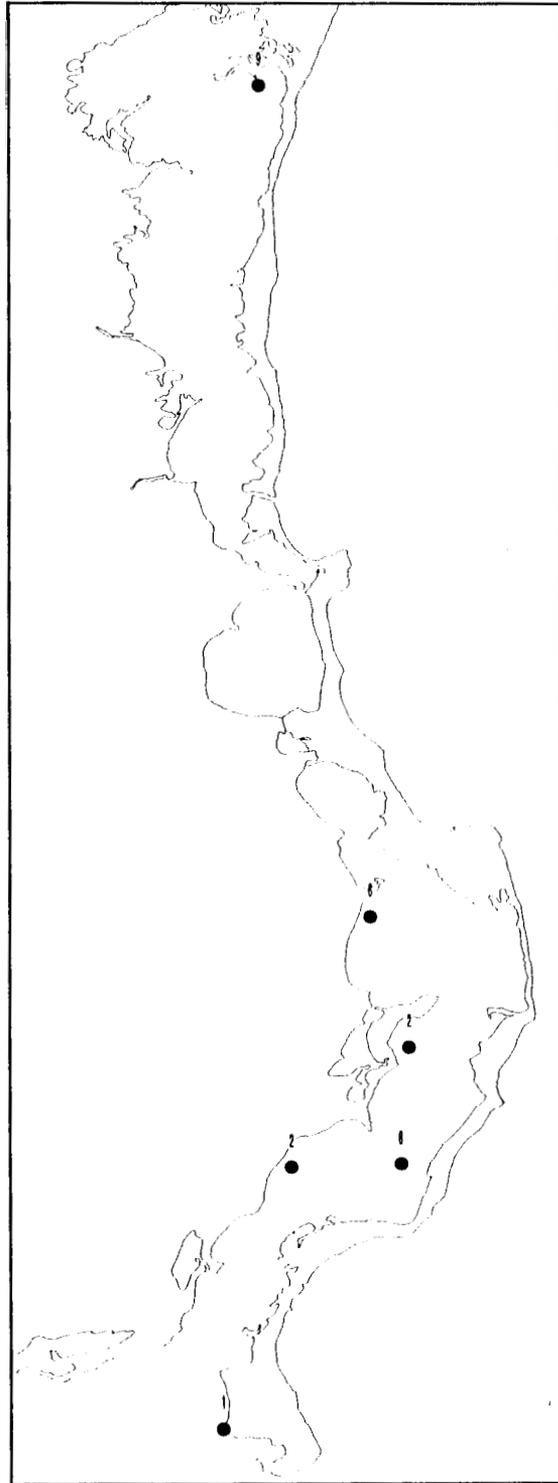
Gobiosoma sp - Feb. 1997



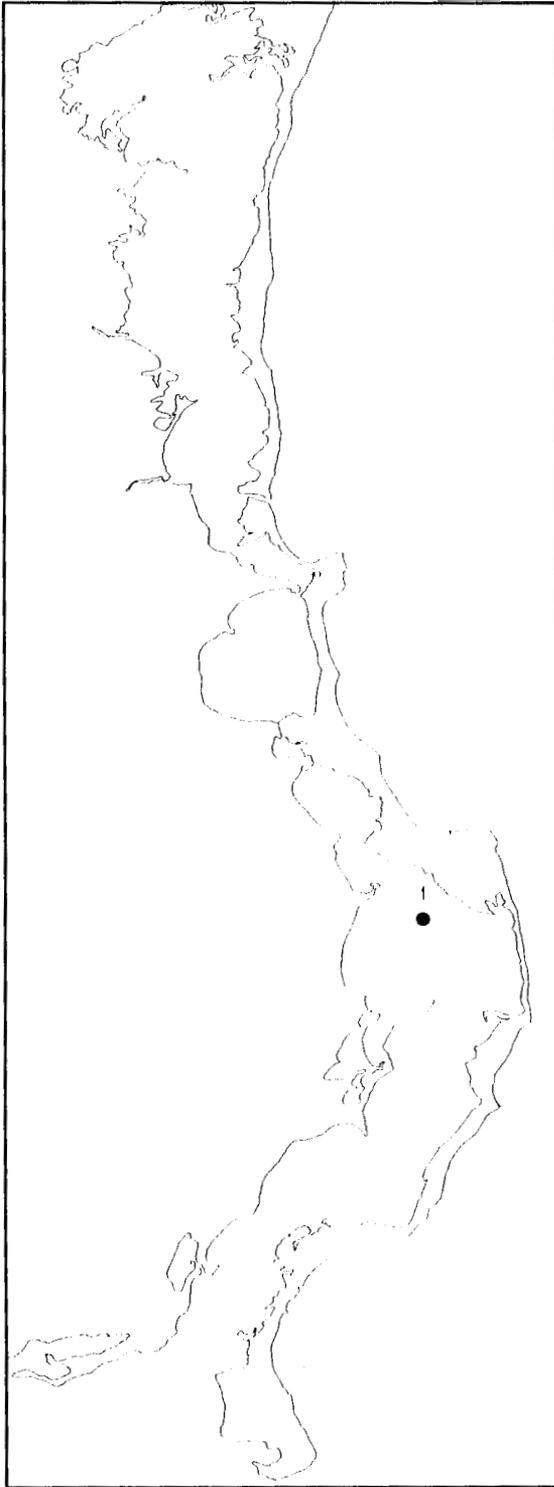
Gobiosoma sp - Ago. 1997



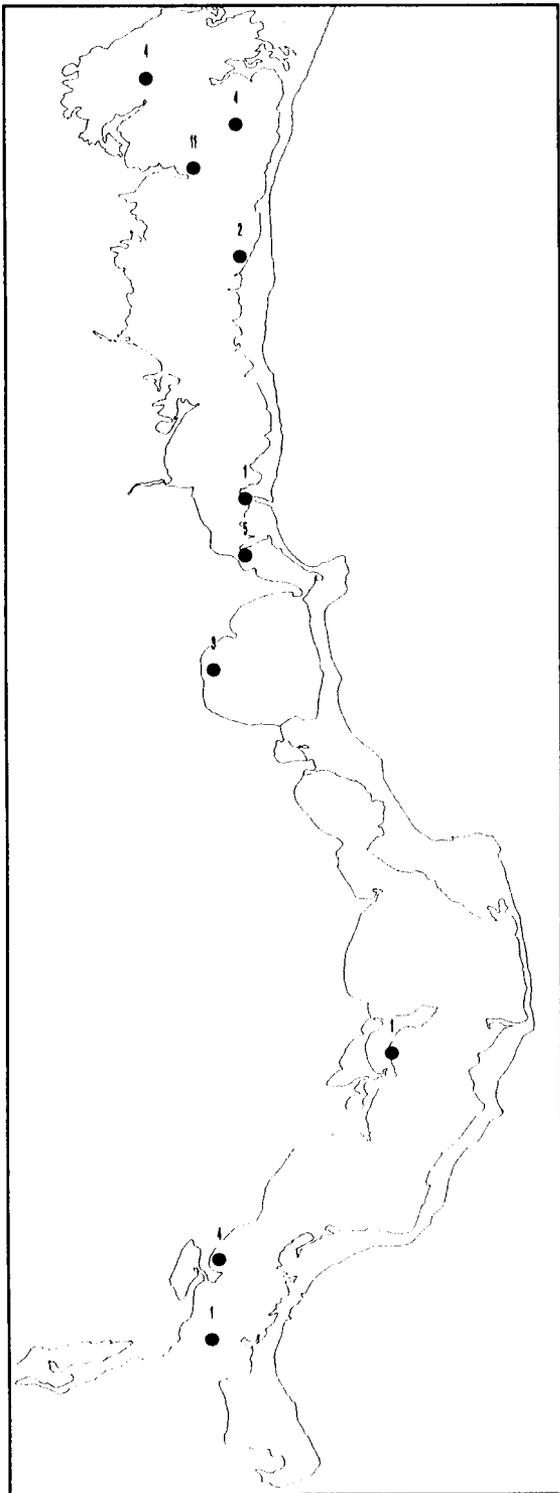
Harengula jaguana - Mayo 1997



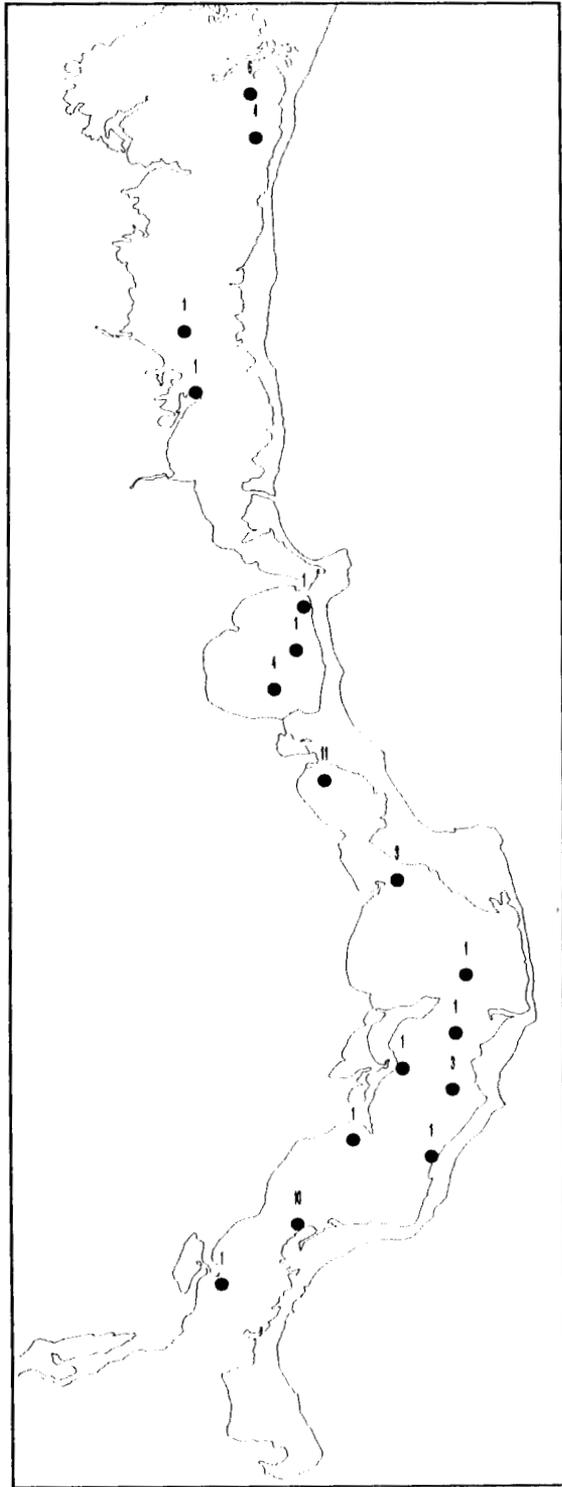
Harengula jaguana - Ago. 1997



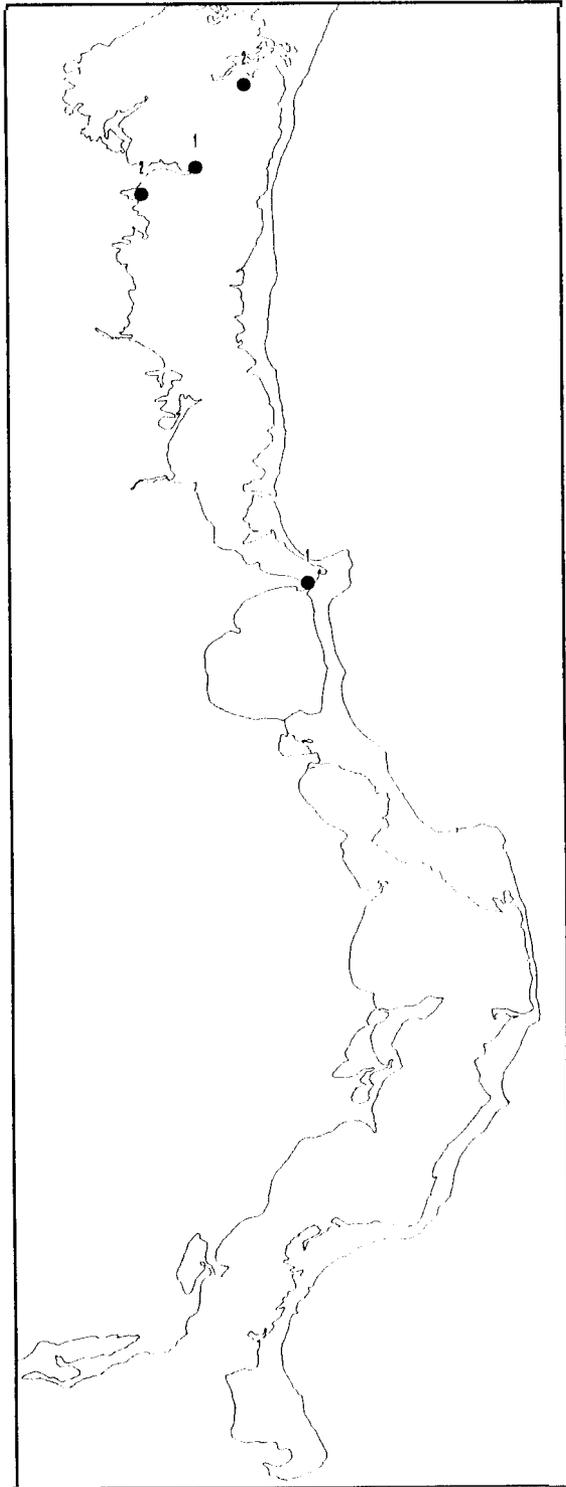
Hypocampus erectus - Mayo 1997



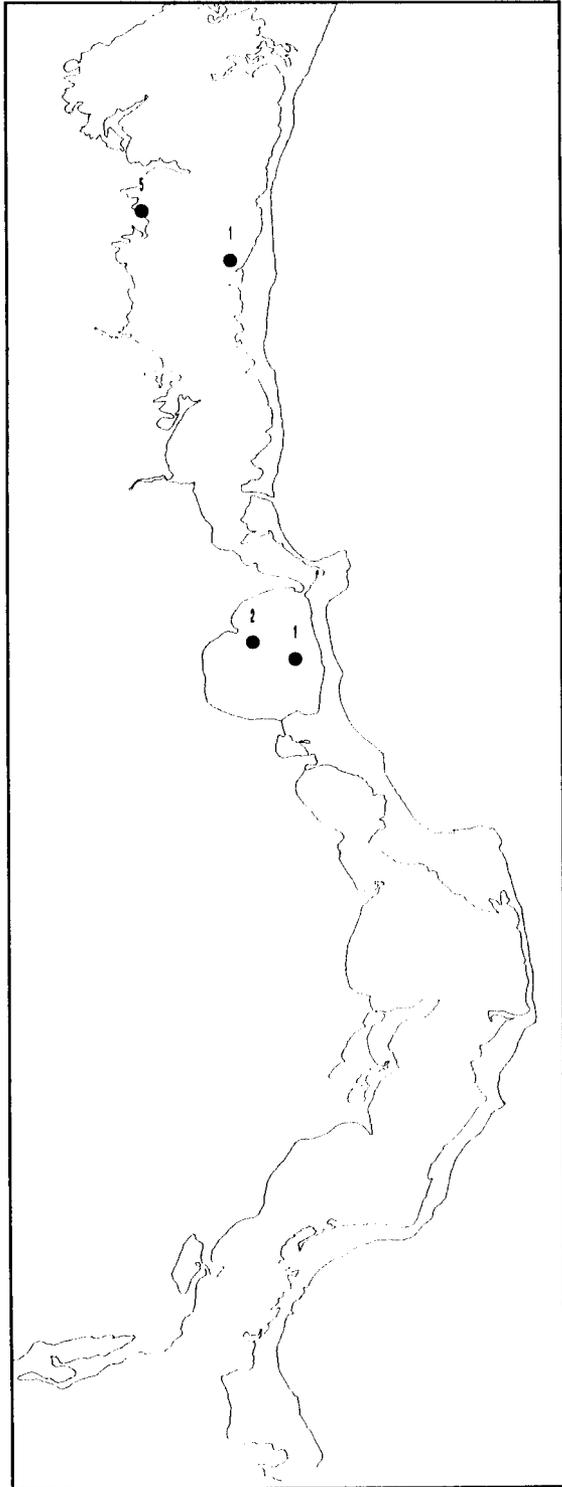
Hyporhamphus unifasciatus - Oct. 1996



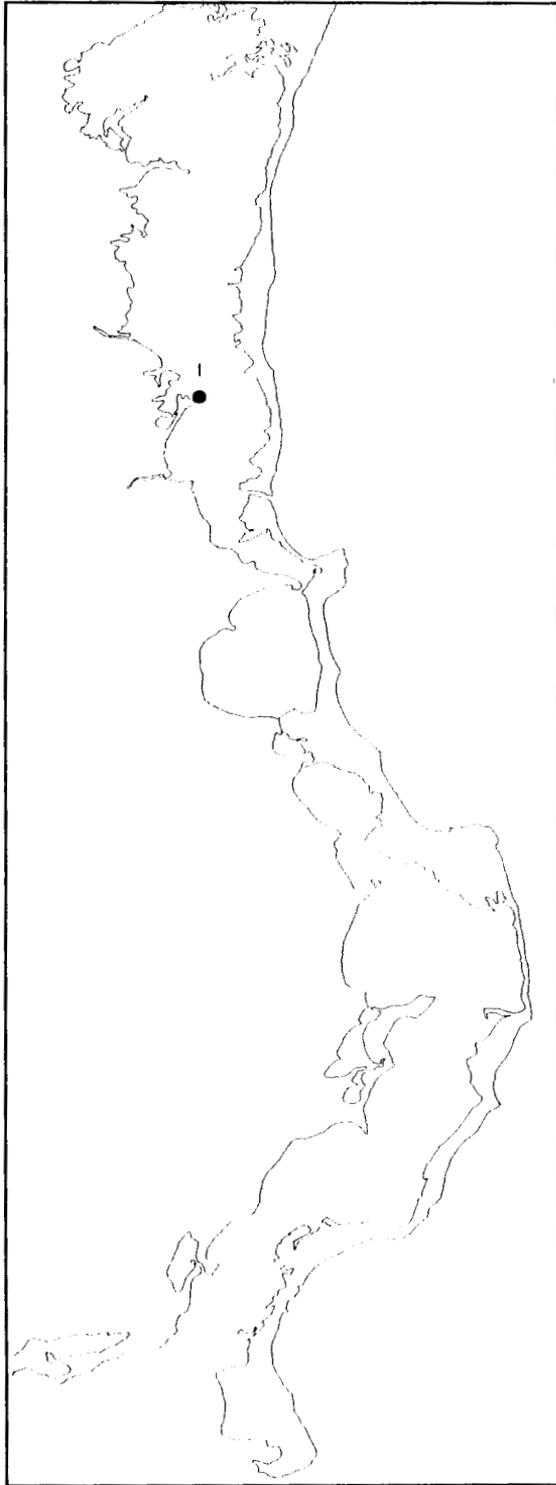
Hyporhamphus unifasciatus - Feb. 1997



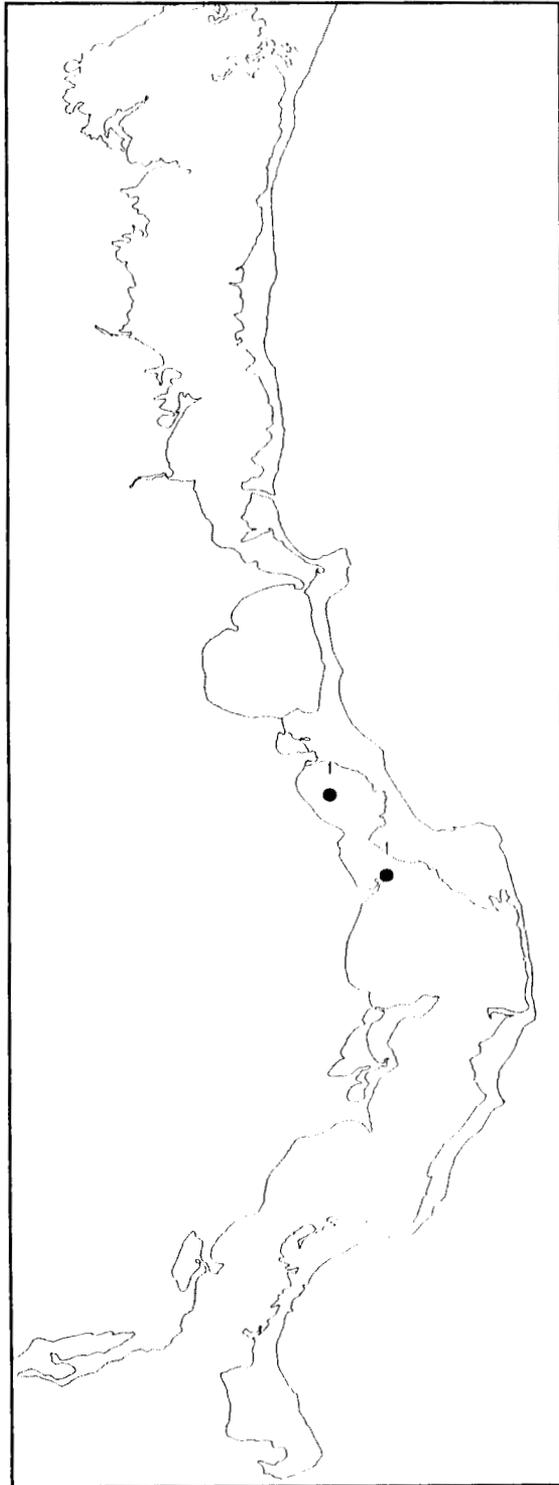
***Hyporhamphus unifasciatus* - Mayo 1997**



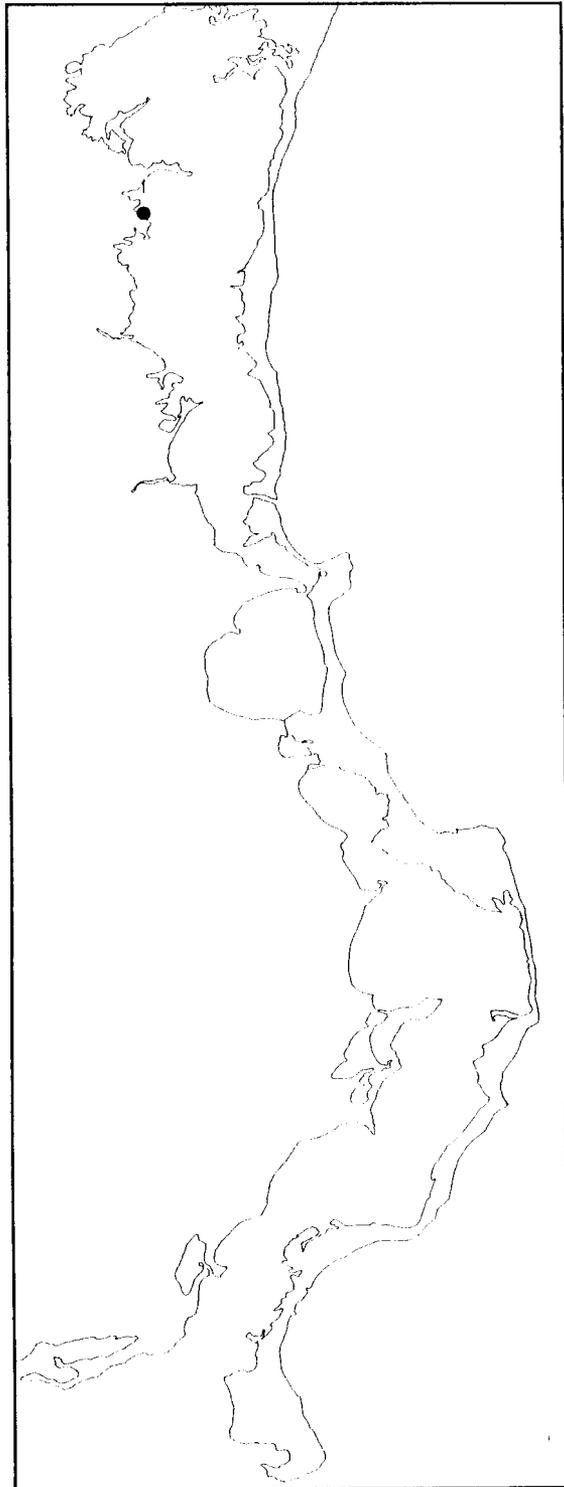
Hyporhamphus unifasciatus - **Ago.** 1997



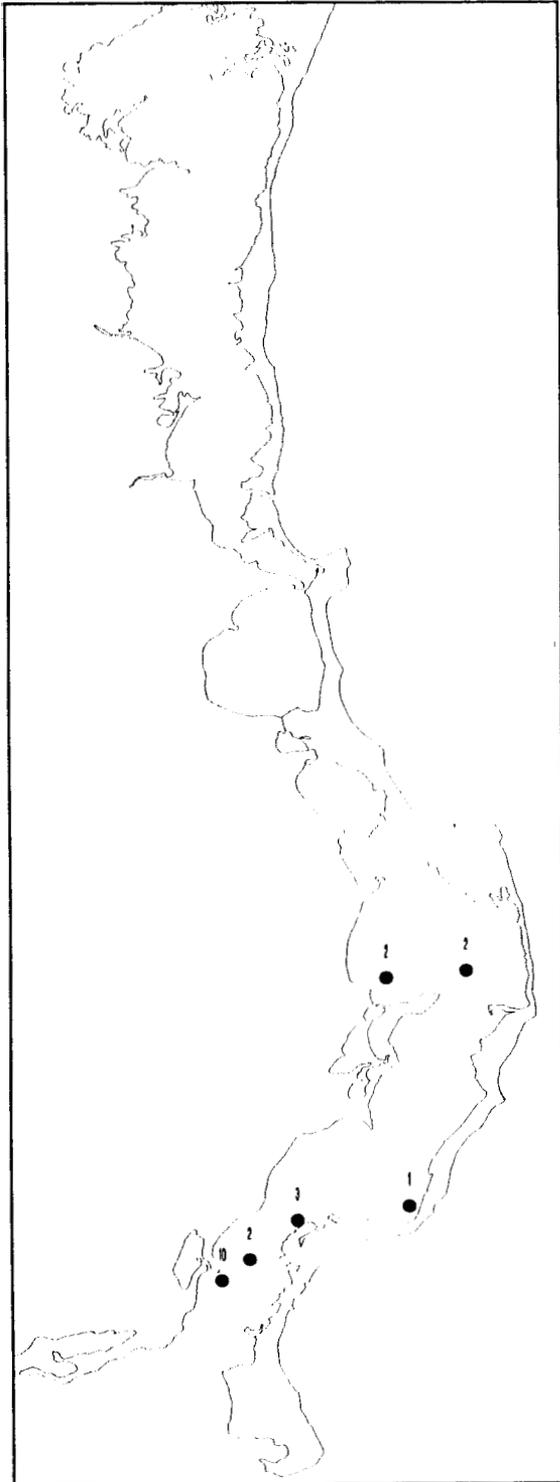
Hyporhamphus sp - Oct. 1996



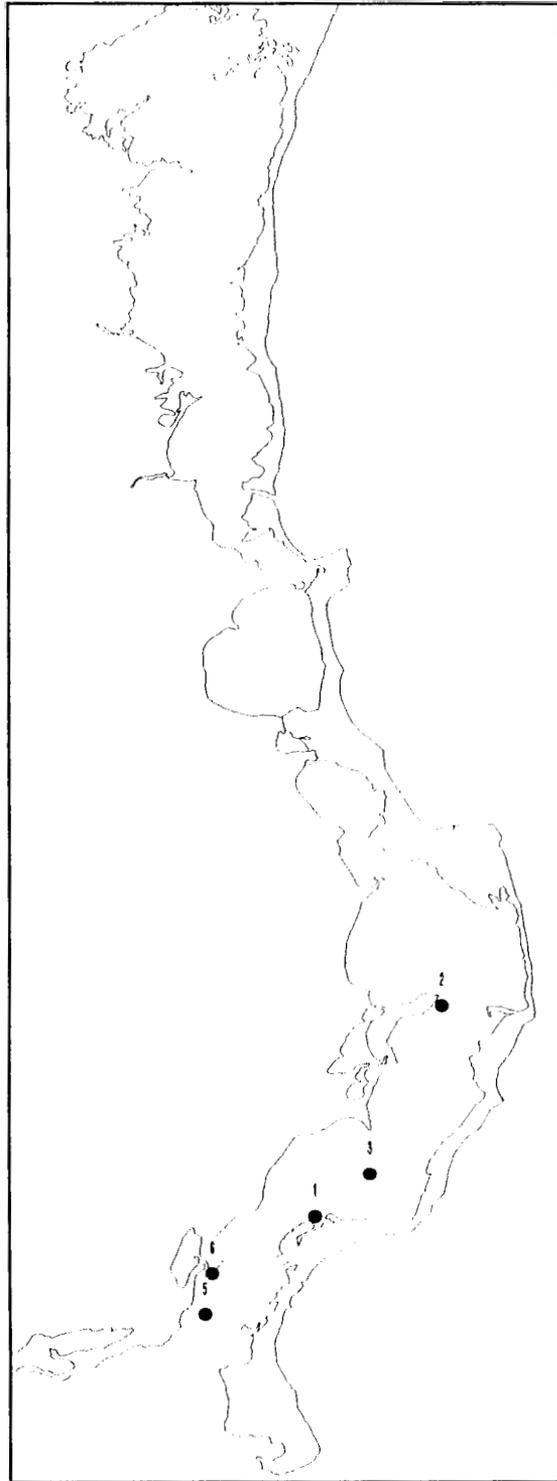
Hyporhamphus sp - Mayo 1997



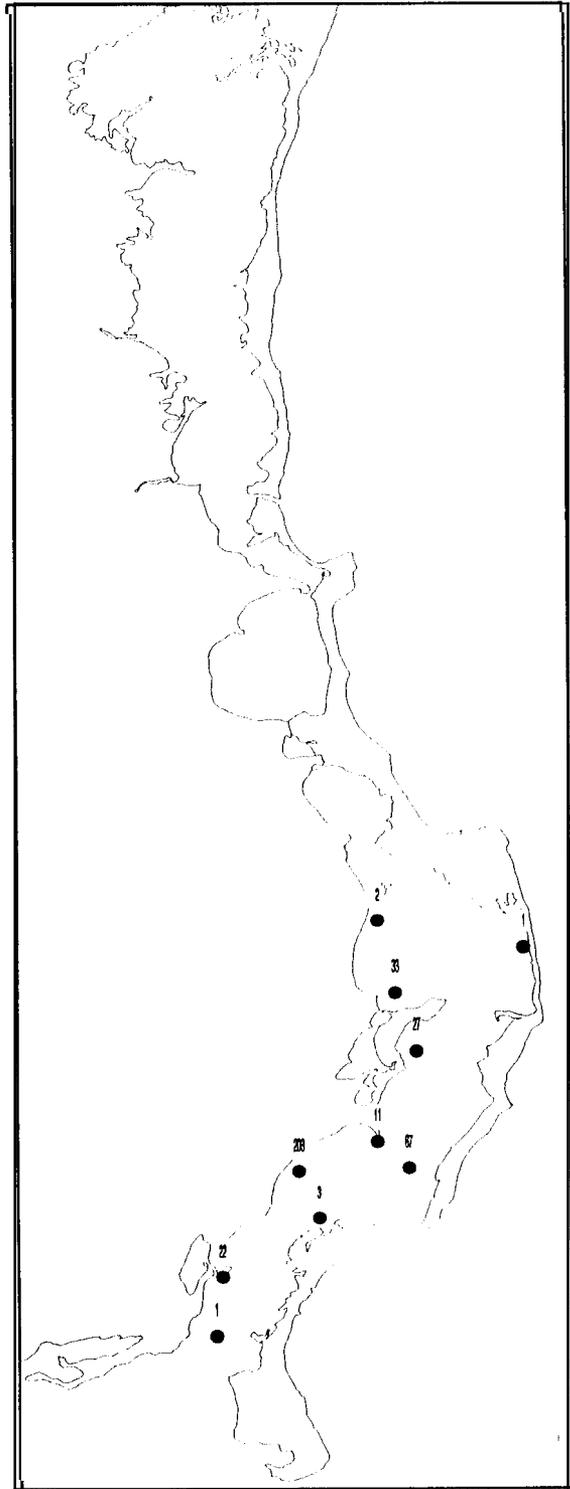
Hyporhamphus sp - Ago. 1997



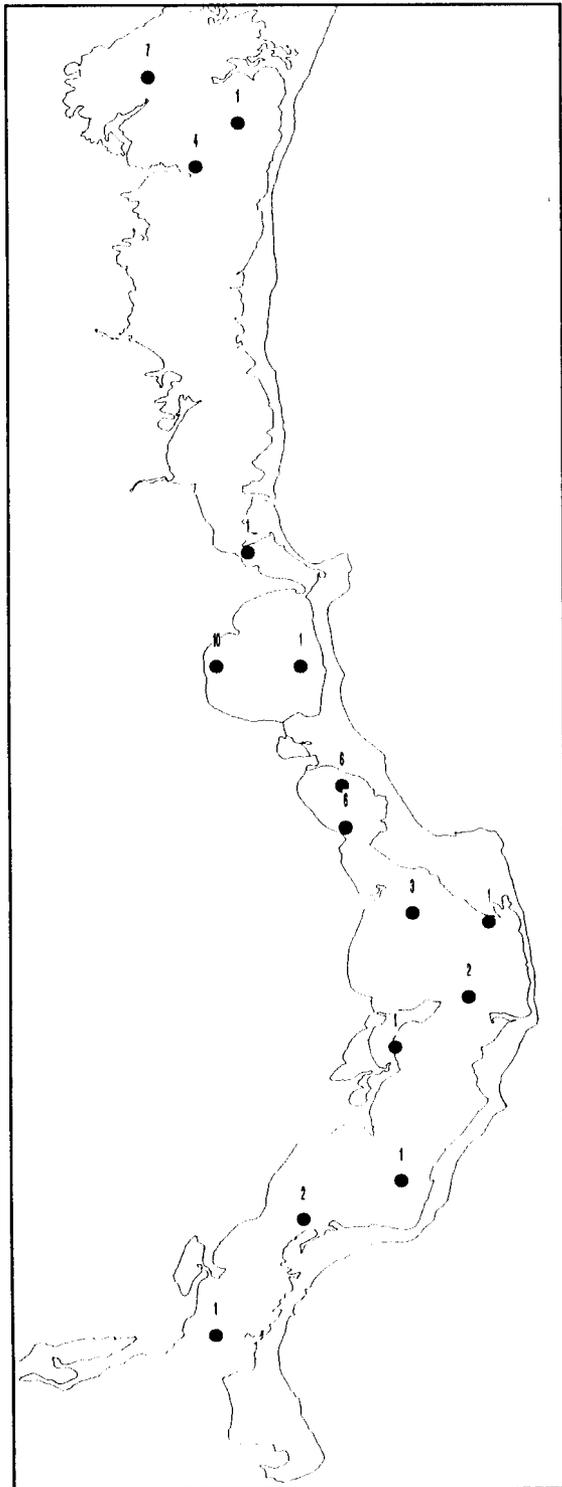
Jansinkia larnprotaenia - Feb. 1997



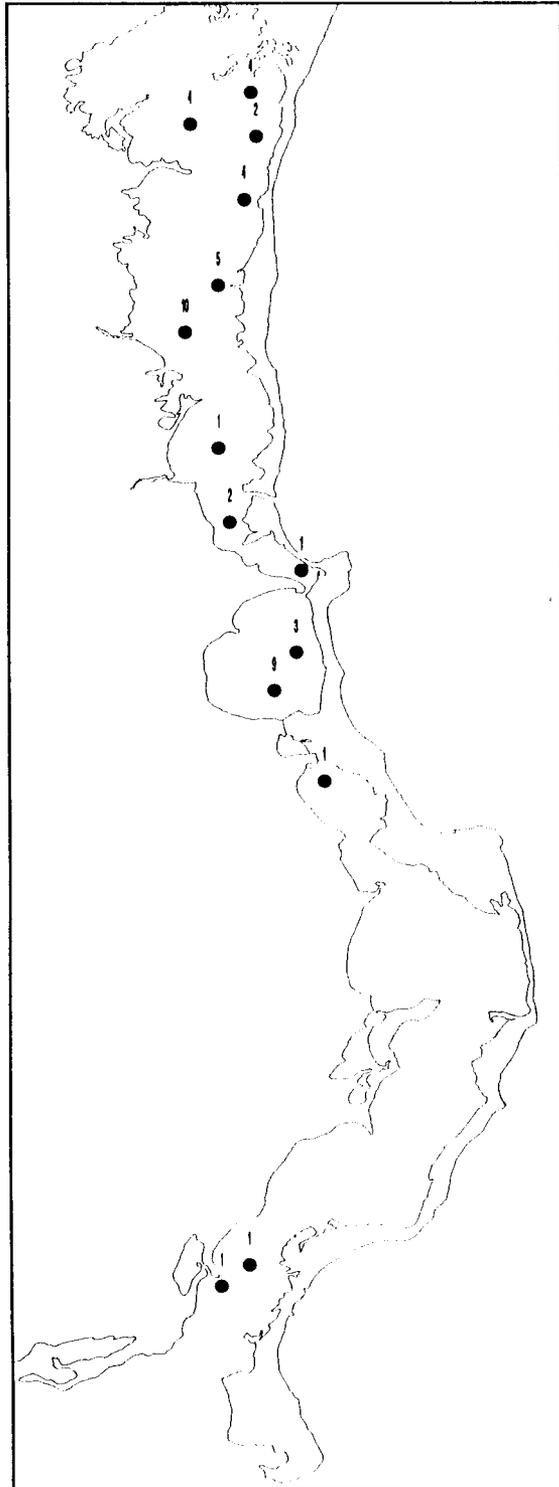
Jensinkia lamprotaenia - Mayo 1997



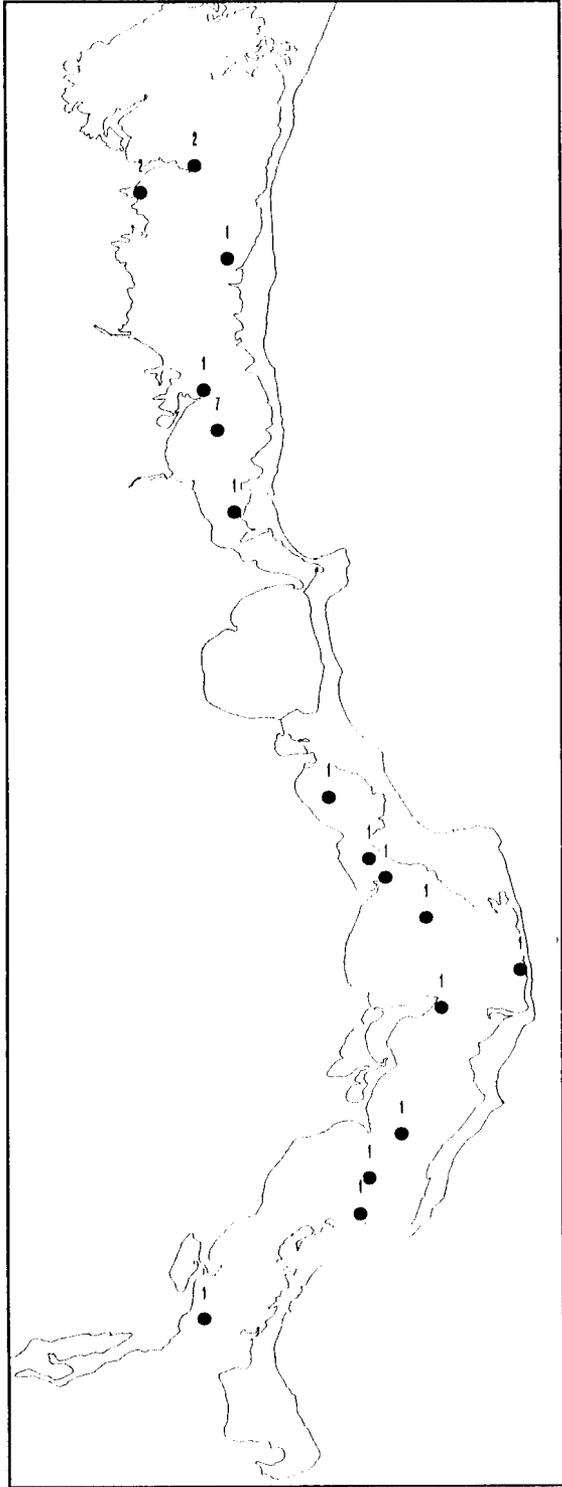
Jensinkia lamprotaenia - Ago. 1997



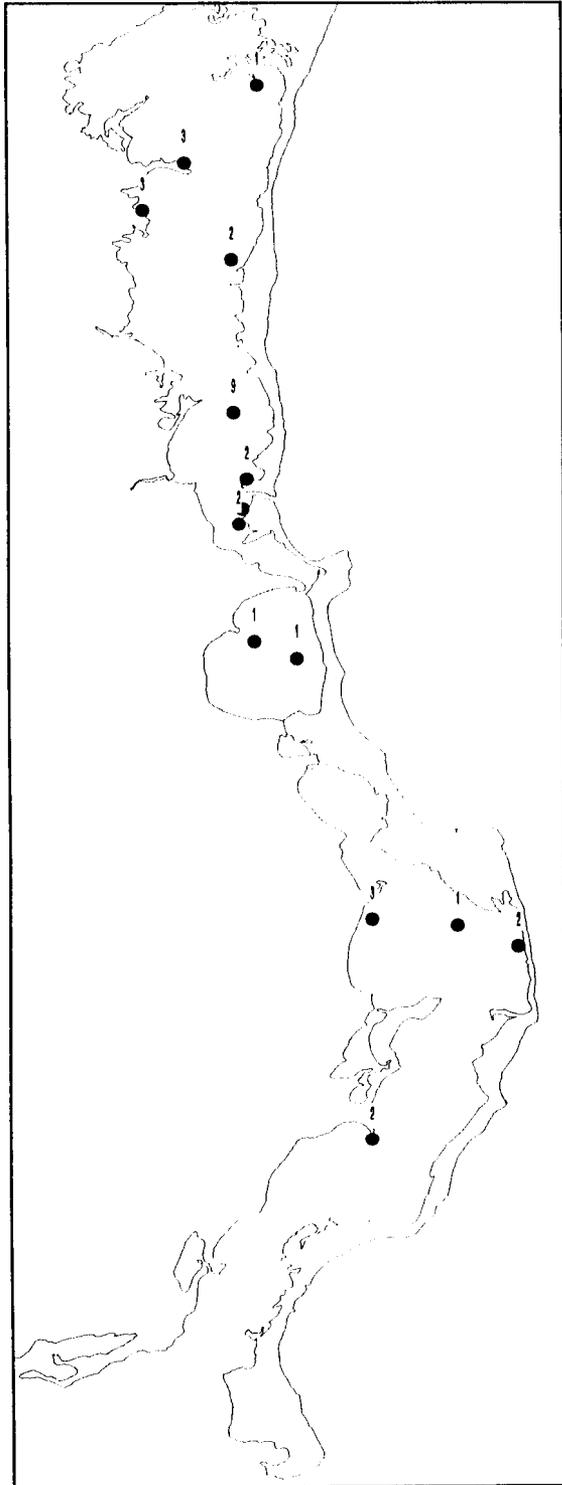
Lupinoblennius nicholsi - Oct. 1996



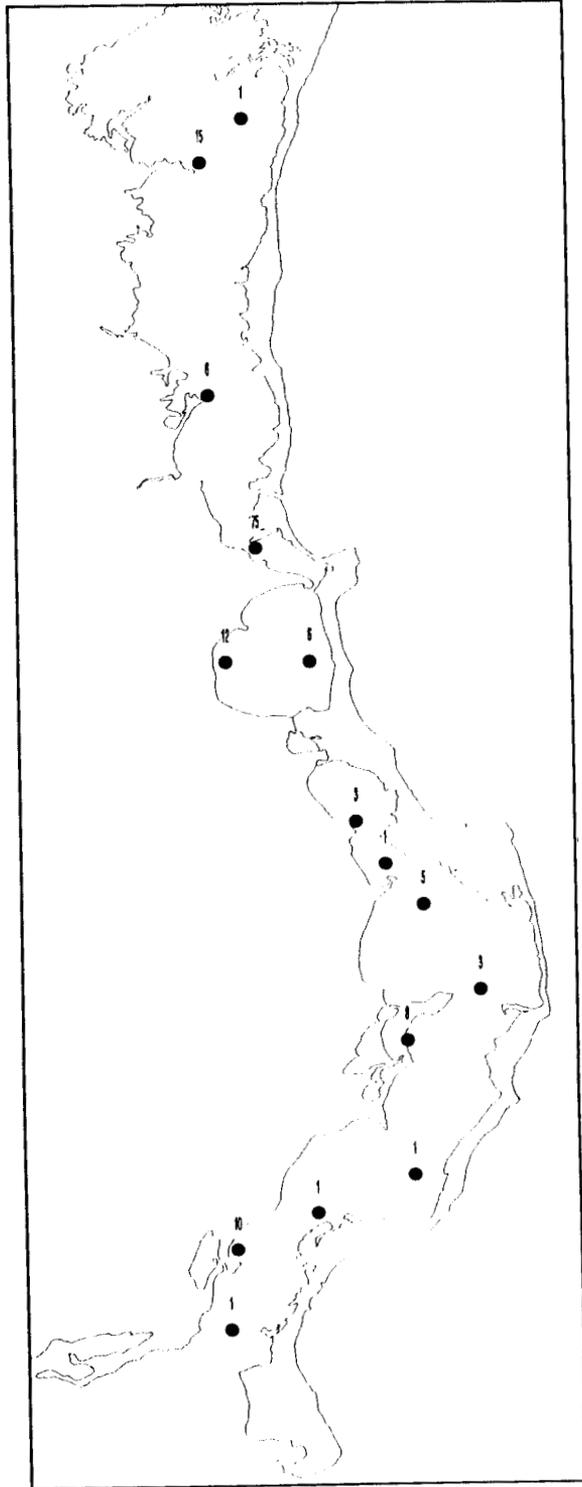
Lupinoblennius nicholsi - Feb. 1997



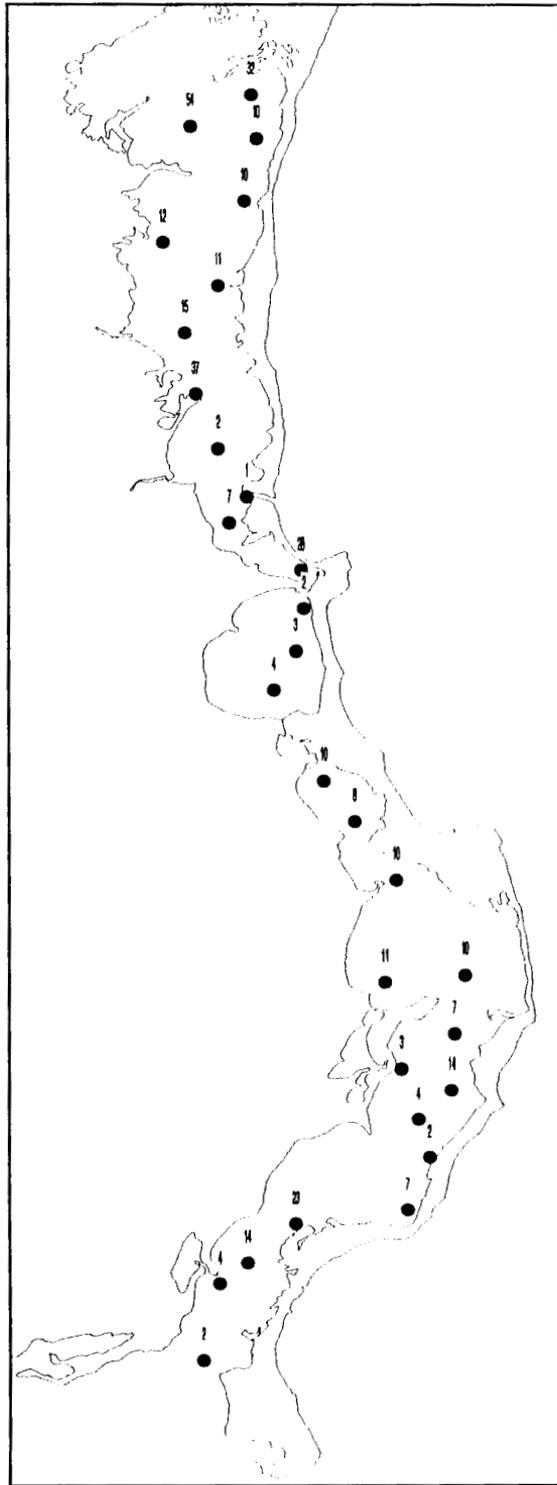
Lupinoblennius nicholsi - Mayo 1997



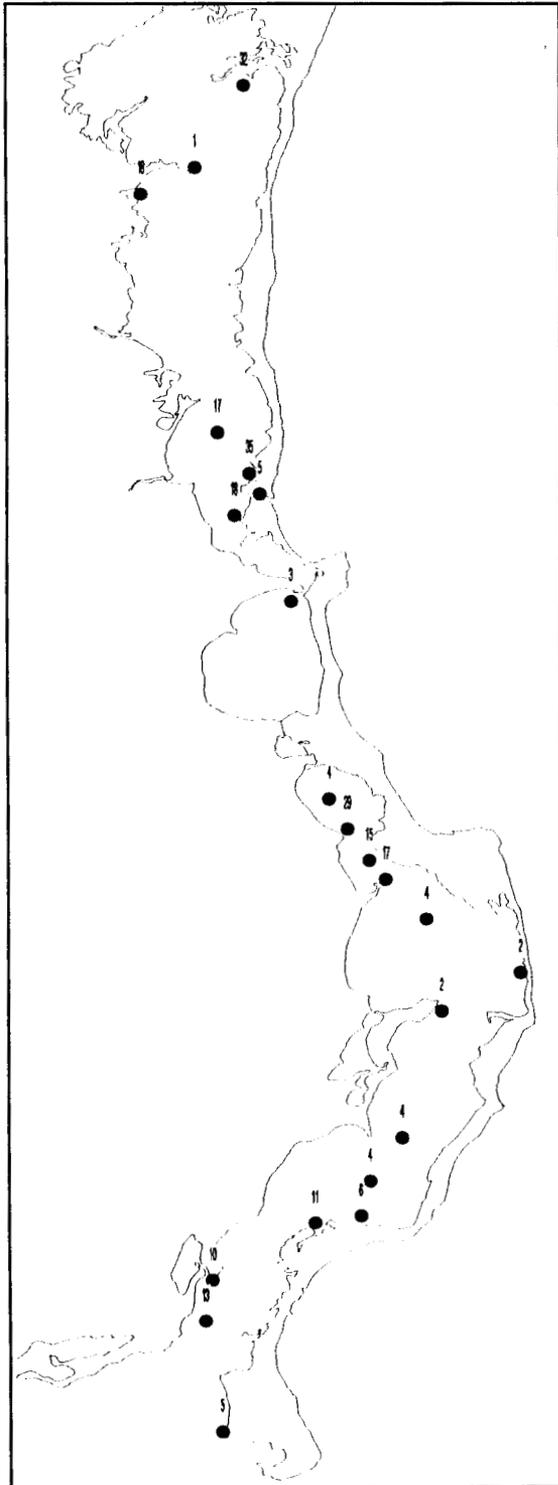
Lupinoblennius nicholsi - Ago. 1997



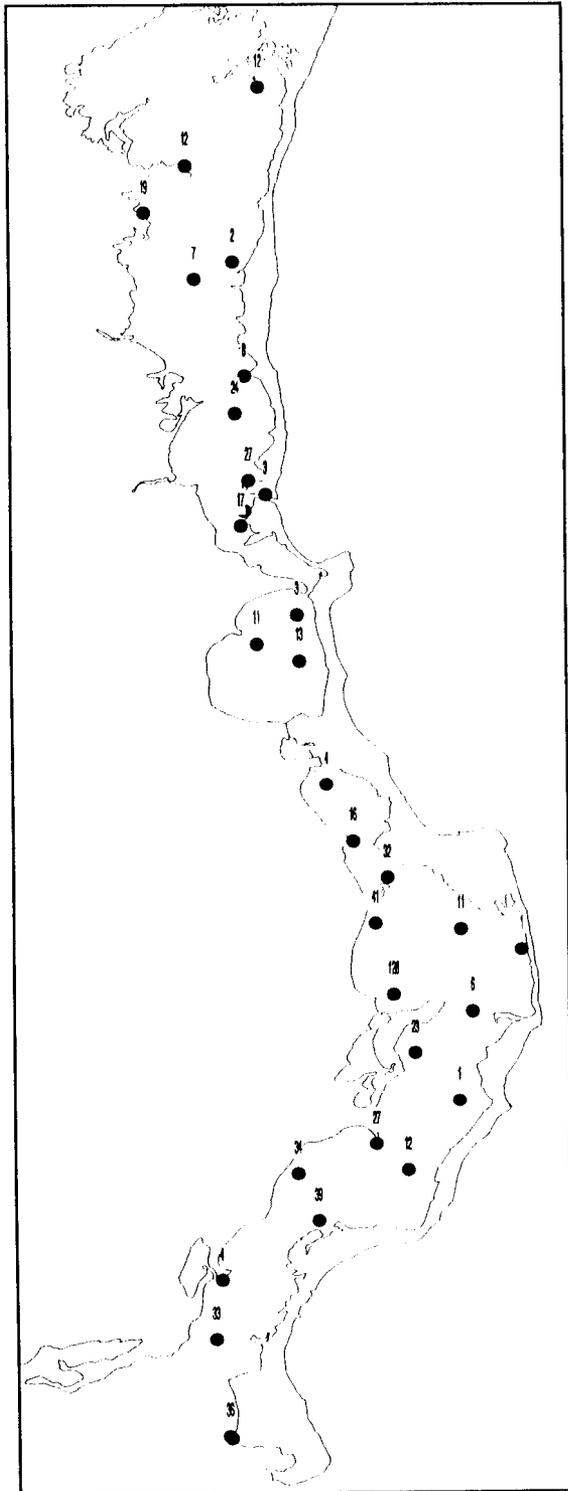
Membras martinica - Oct. 1996



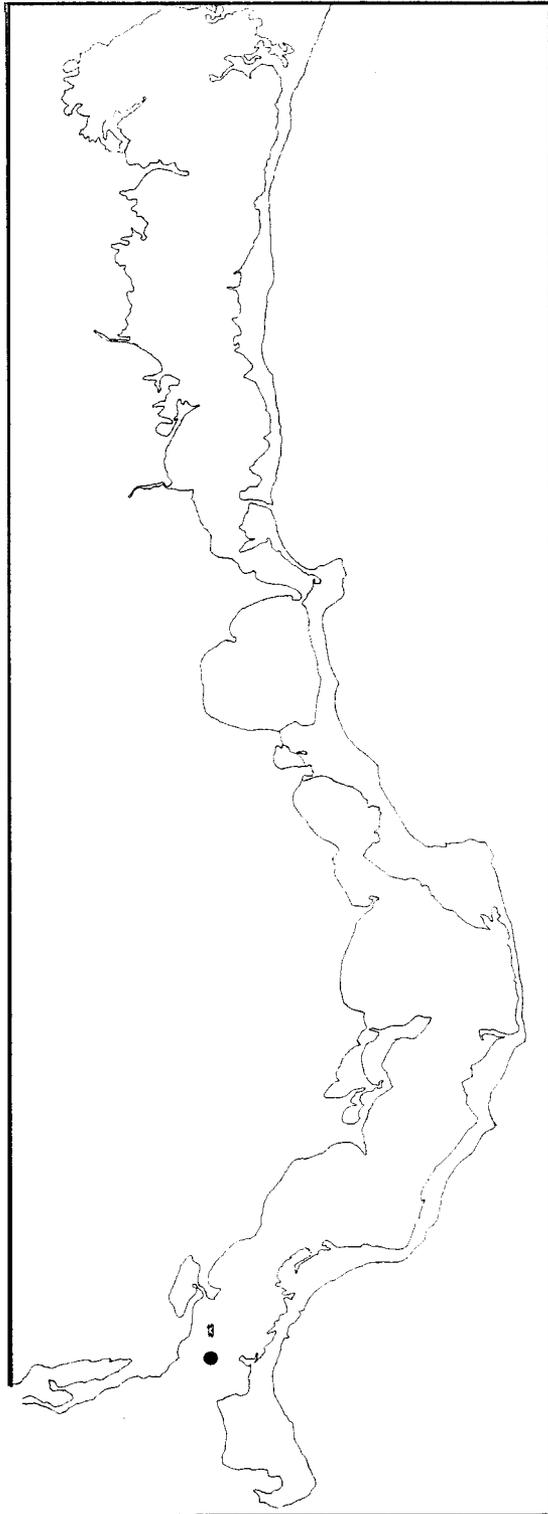
Membras martinica- Feb. 1997



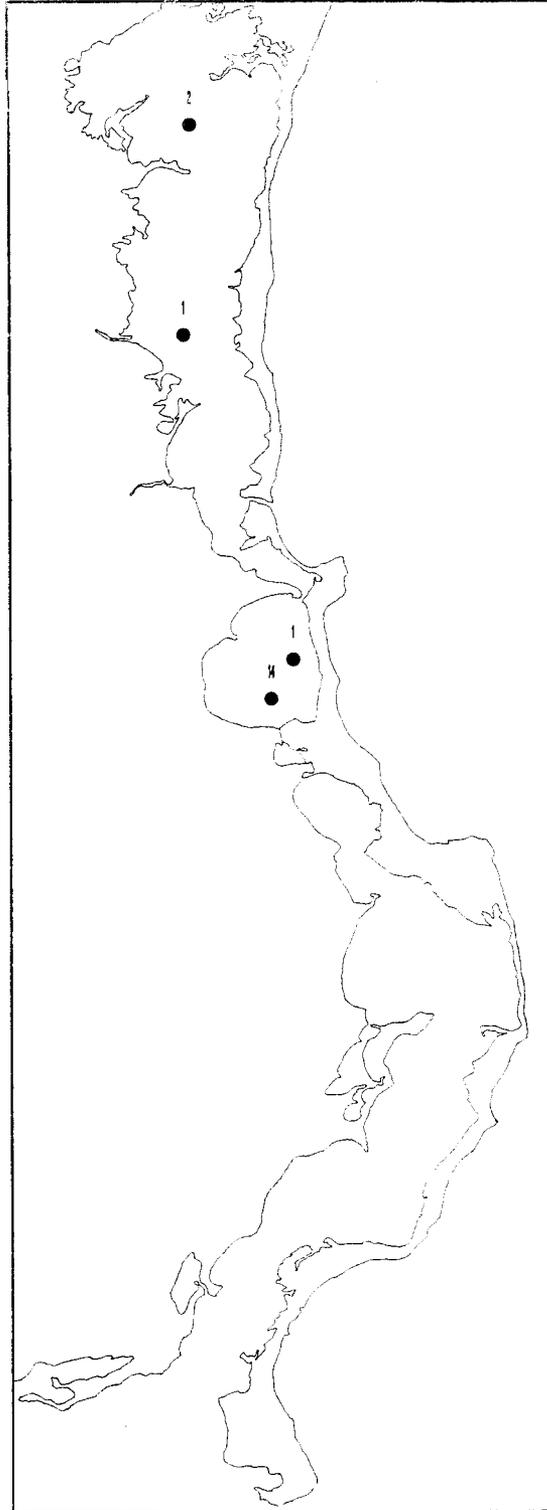
Membras martinica- Mayo 1997



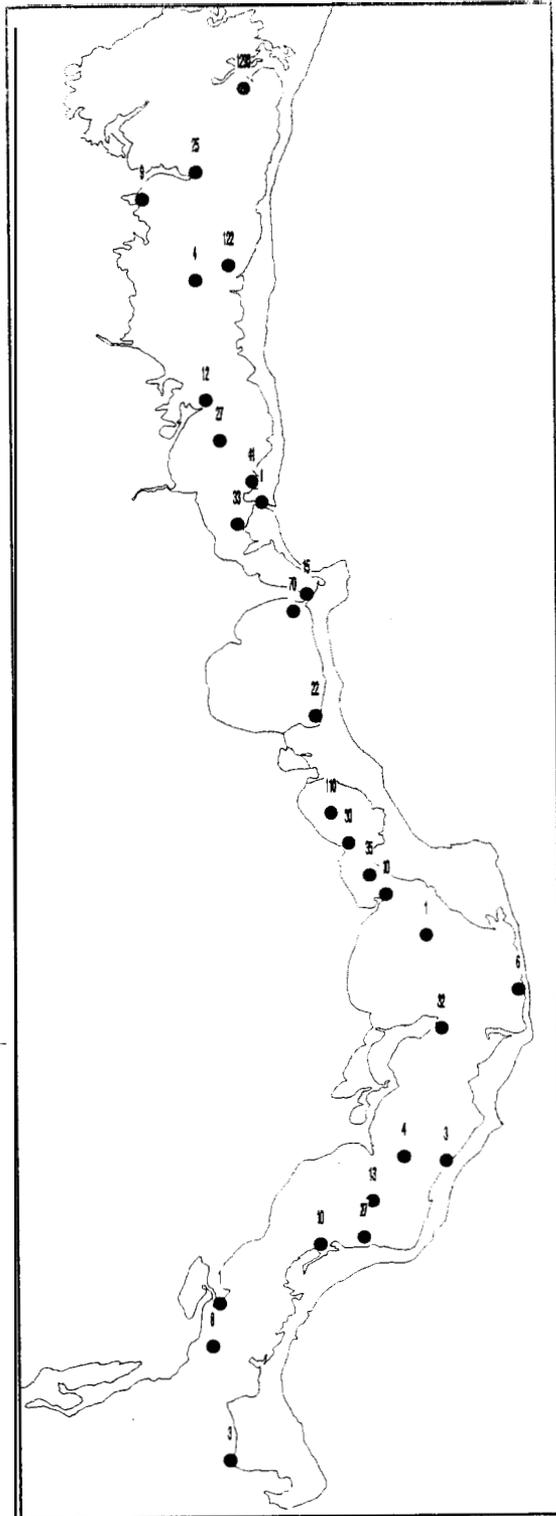
Membras martinica- Ago. 1997



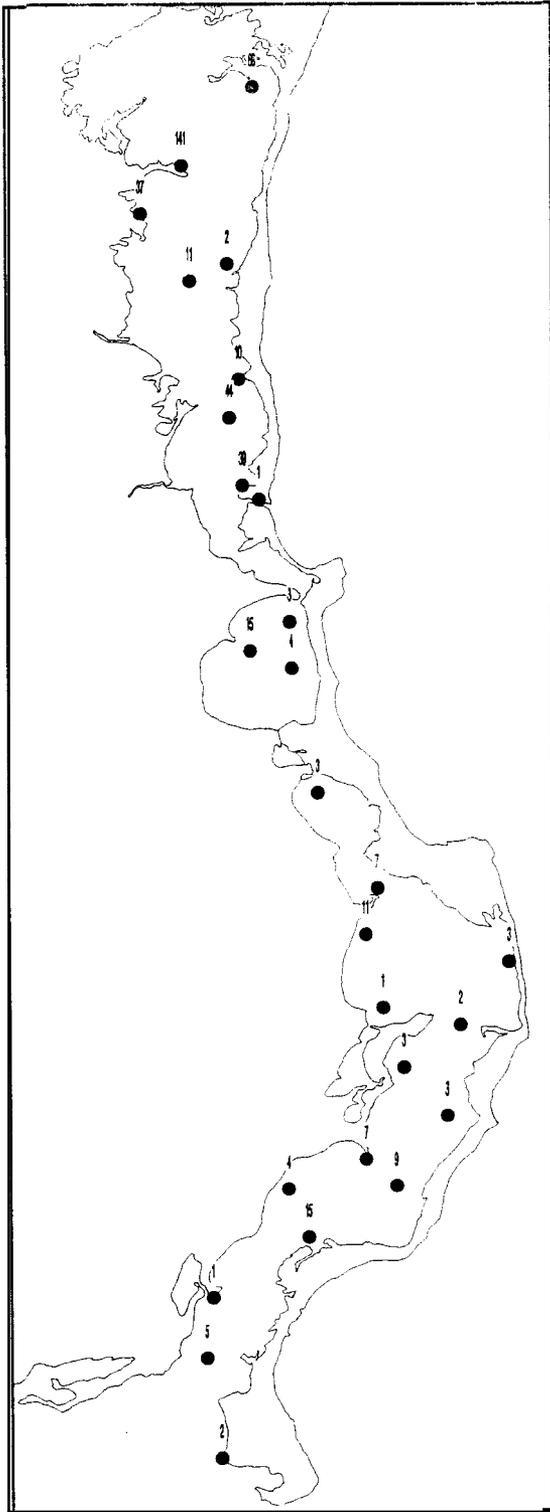
Microgobius sp - Oct. 1996



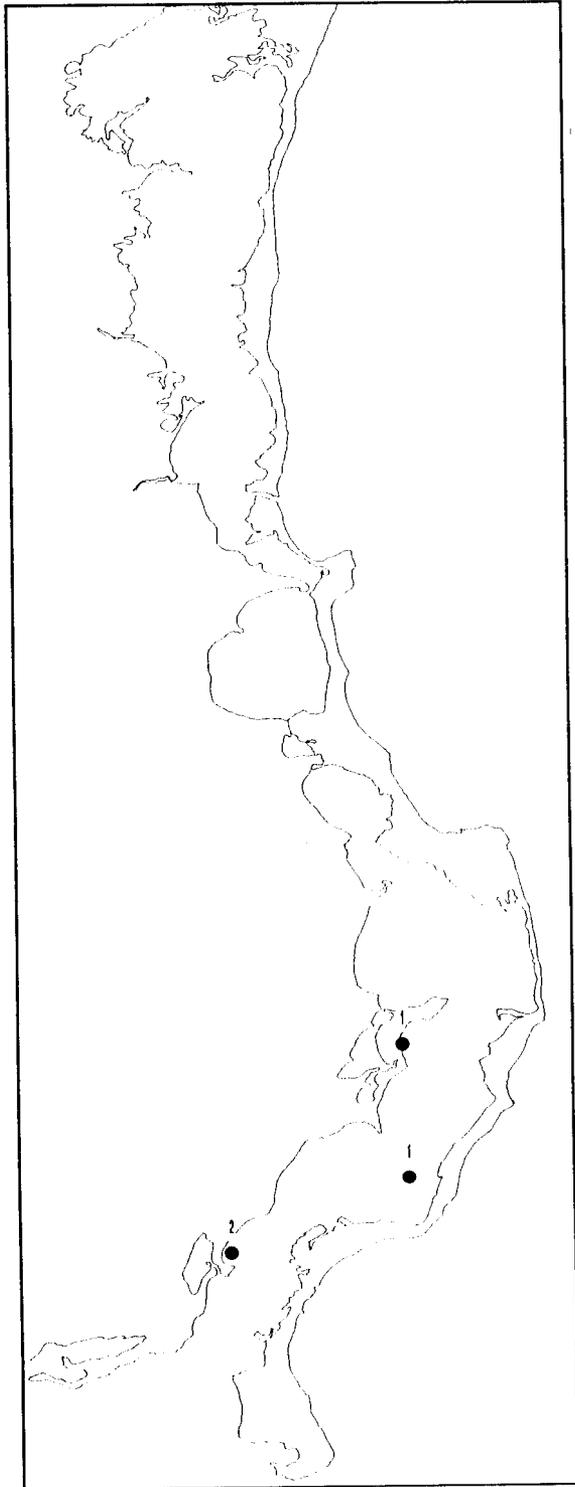
Microgobius sp - Feb. 1997



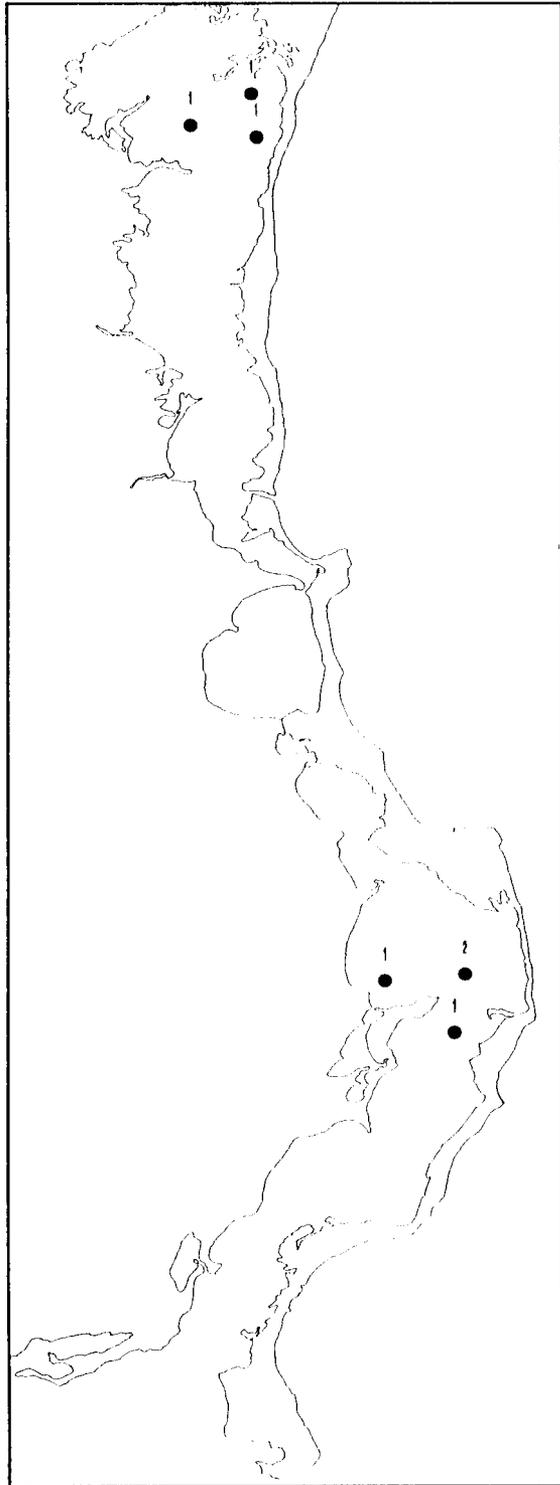
Microgobius sp - Mayo 1997



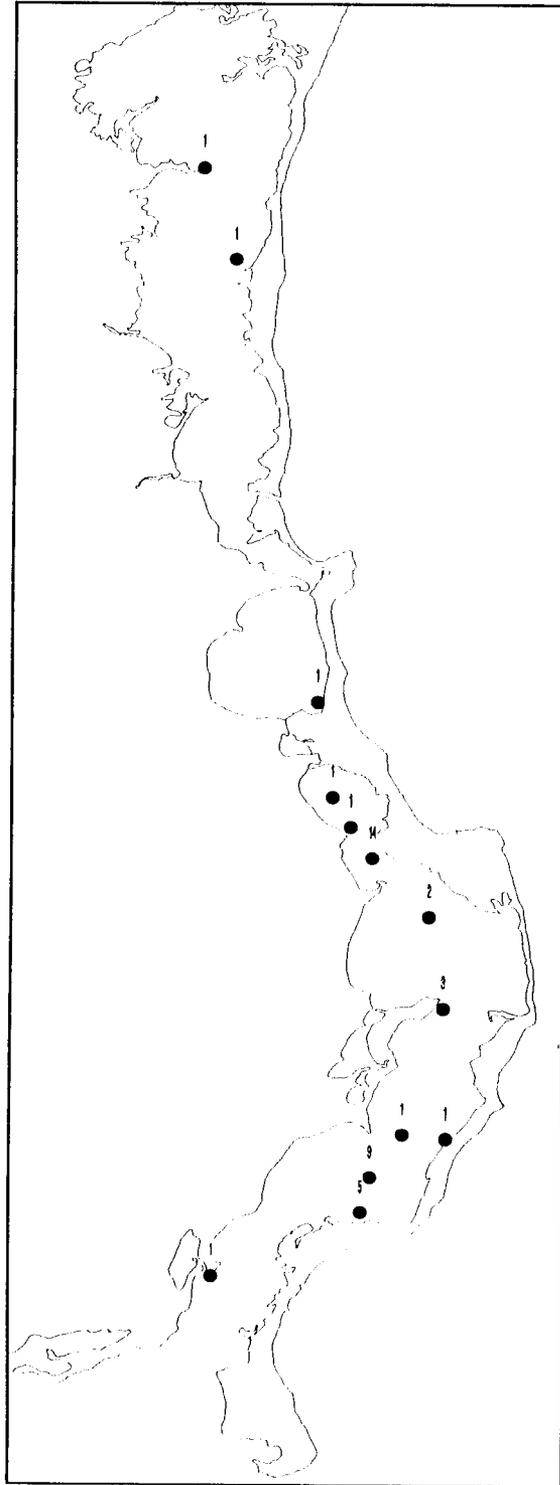
Microgobius sp - Ago. 1997



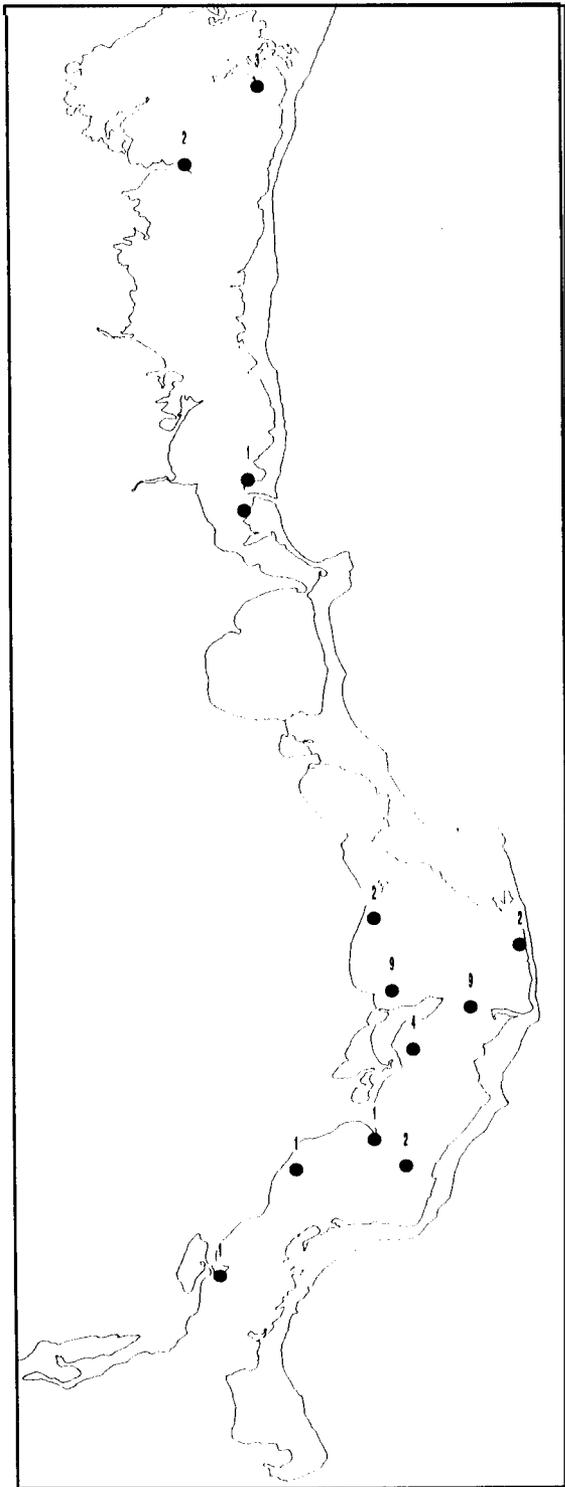
Oligoplites saurus - Oct. 1996



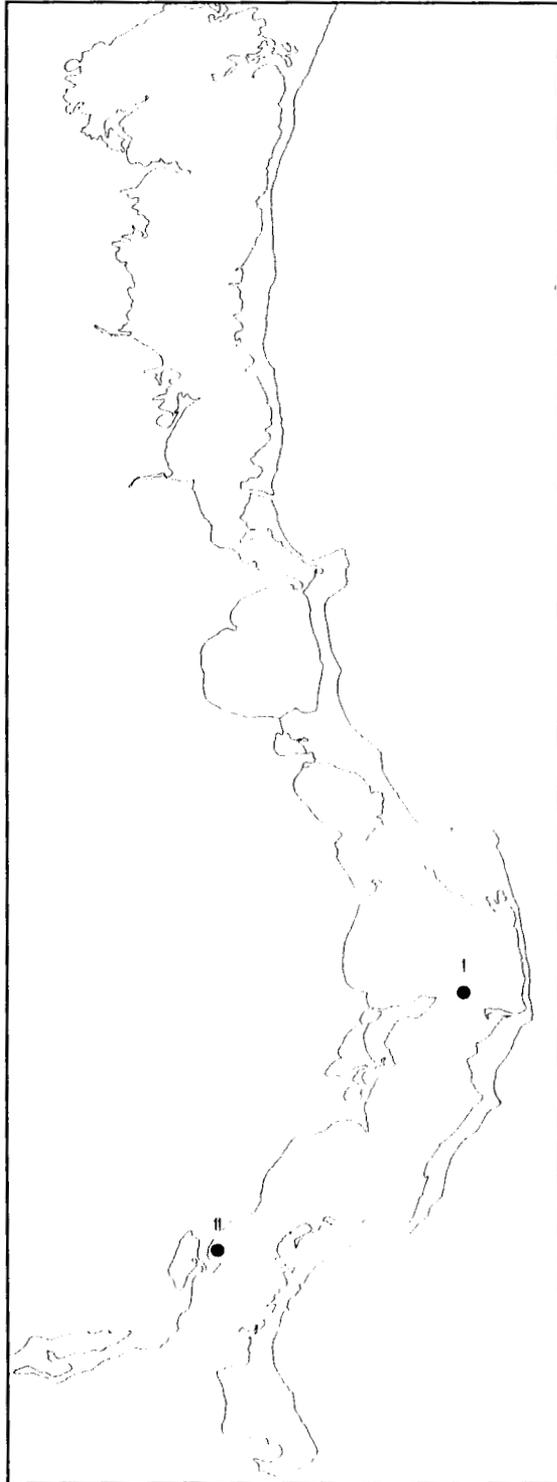
Oligoplites saurus - Feb. 1997



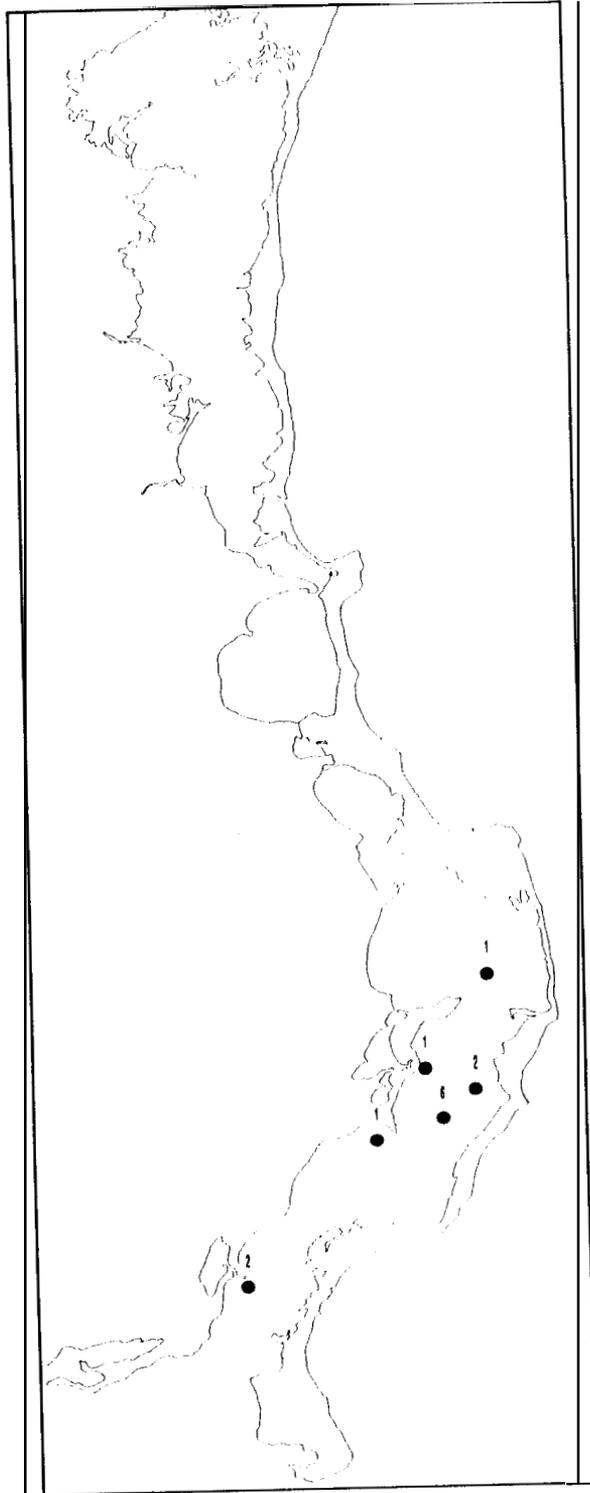
Oligoplites saurus - Mayo 1997



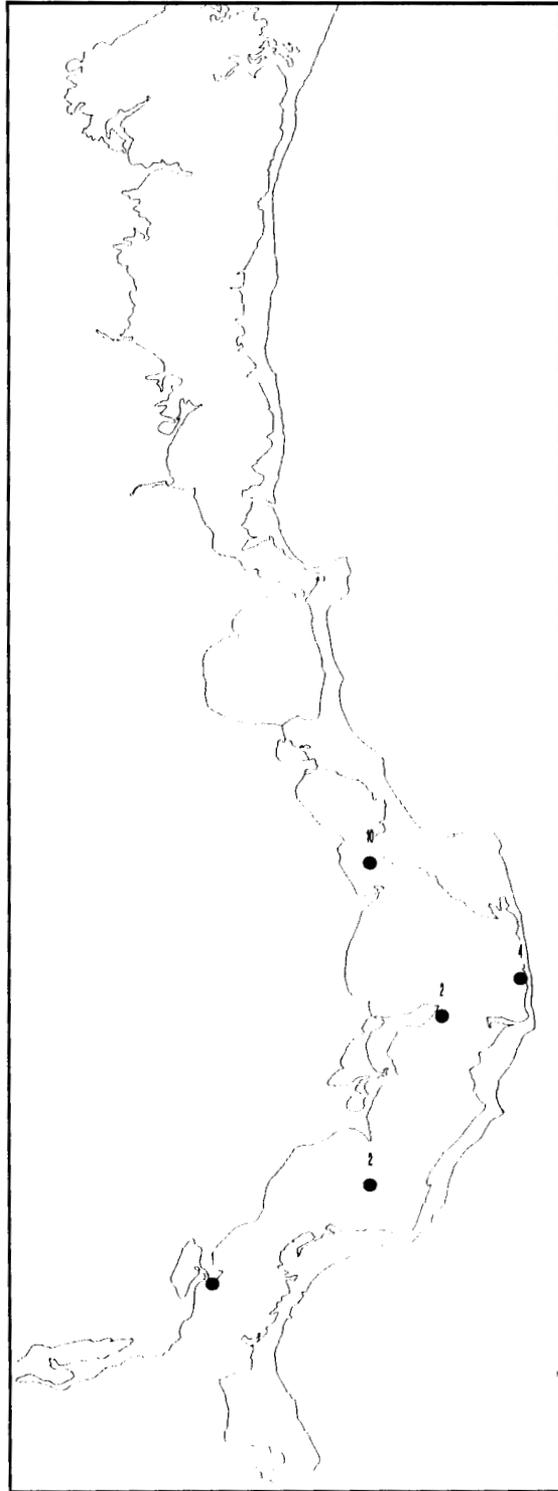
Oligoplites saurus - Ago. 1997



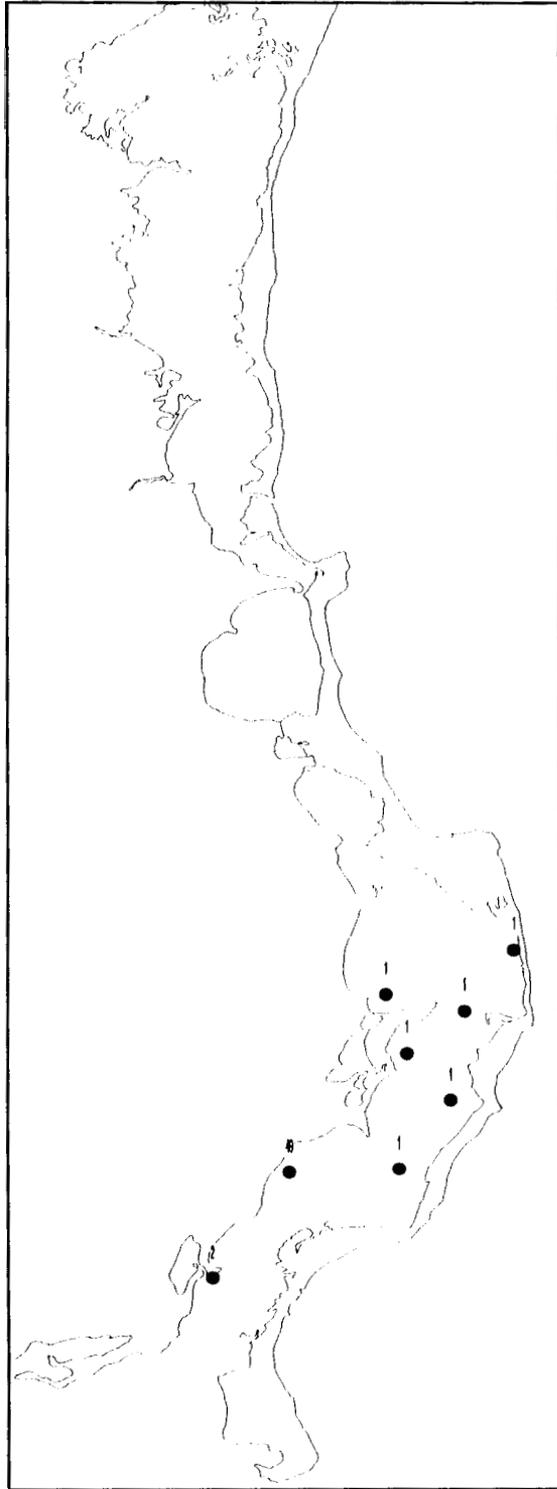
Opisthonema oglinum - Oct. 1997



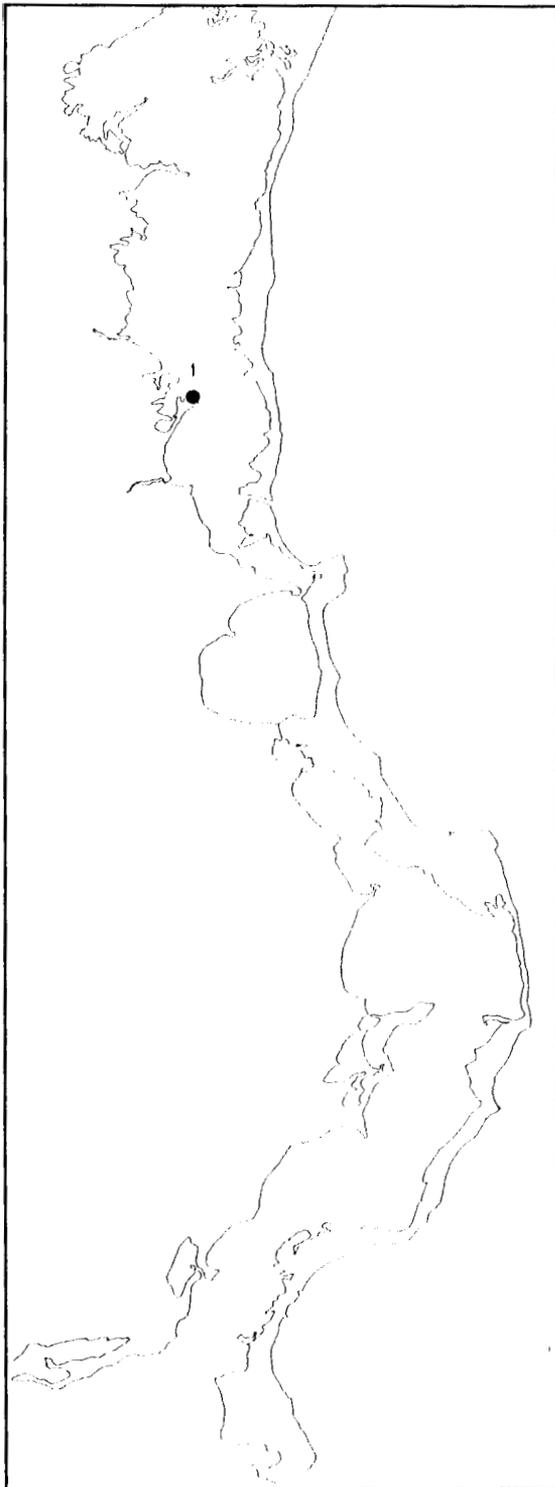
Opisthonema oglinum - Feb. 1997



Opisthonema oglinum - Mayo 1997



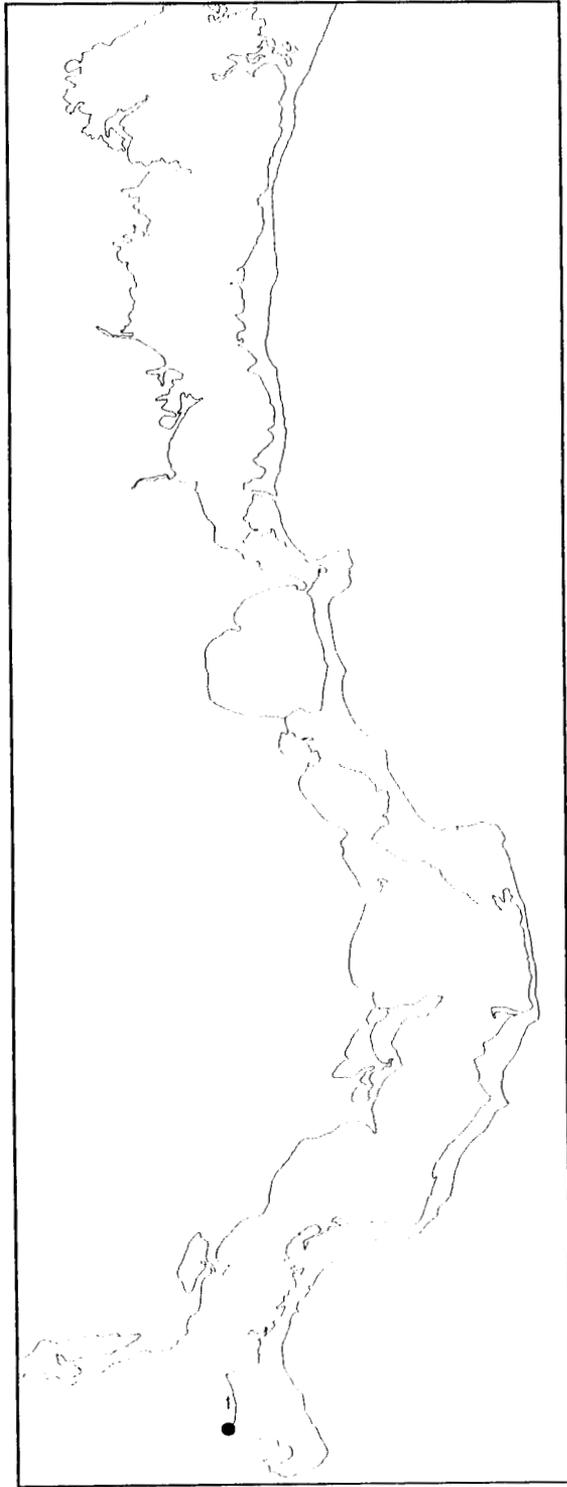
Opisthonema oglinum - Ago. 1997



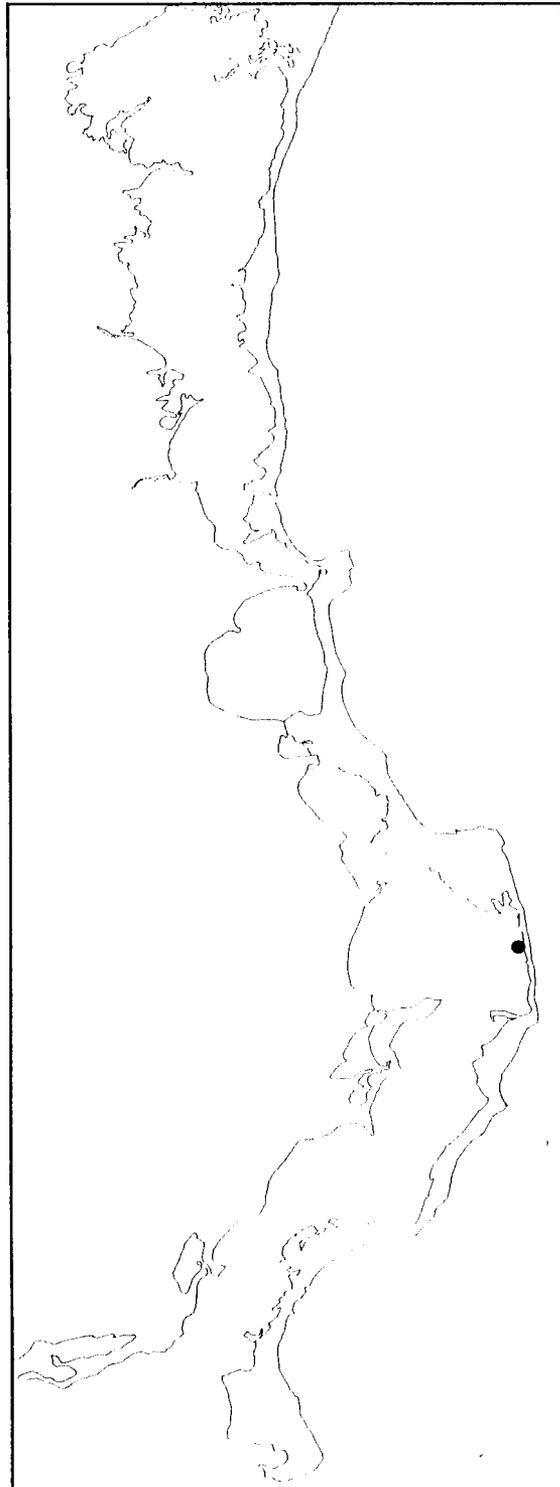
Strongylura marina - Feb. 1997



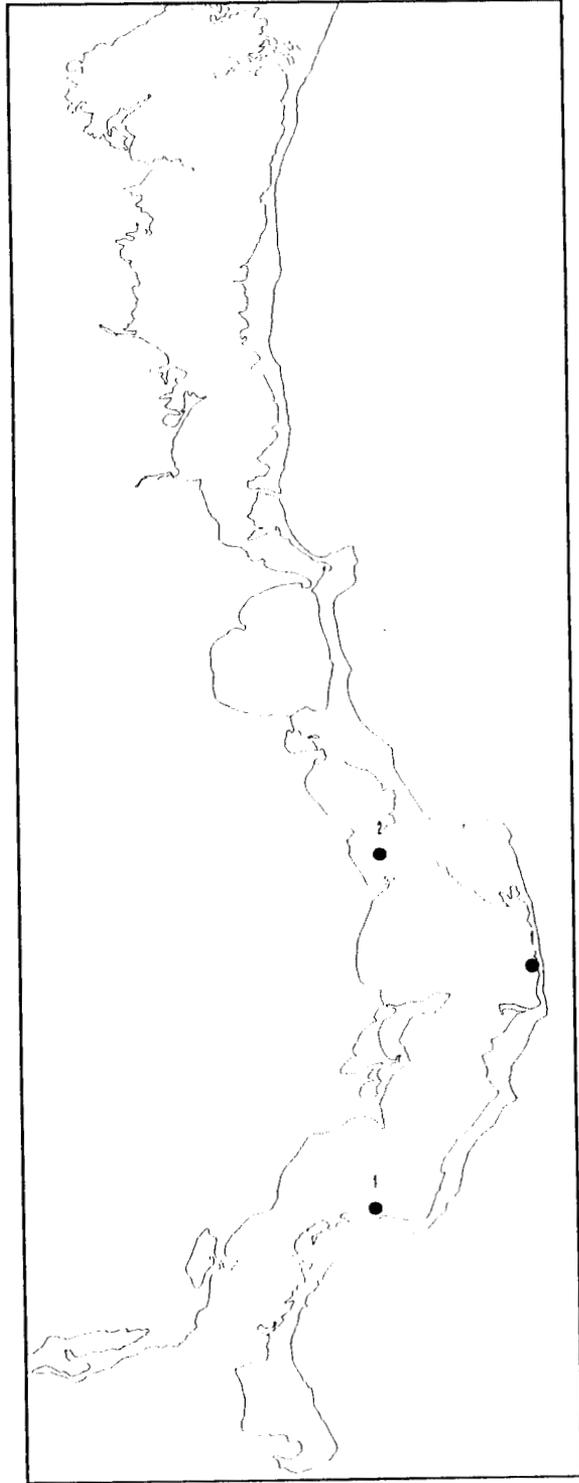
Strongylura sp - Mayo 1997



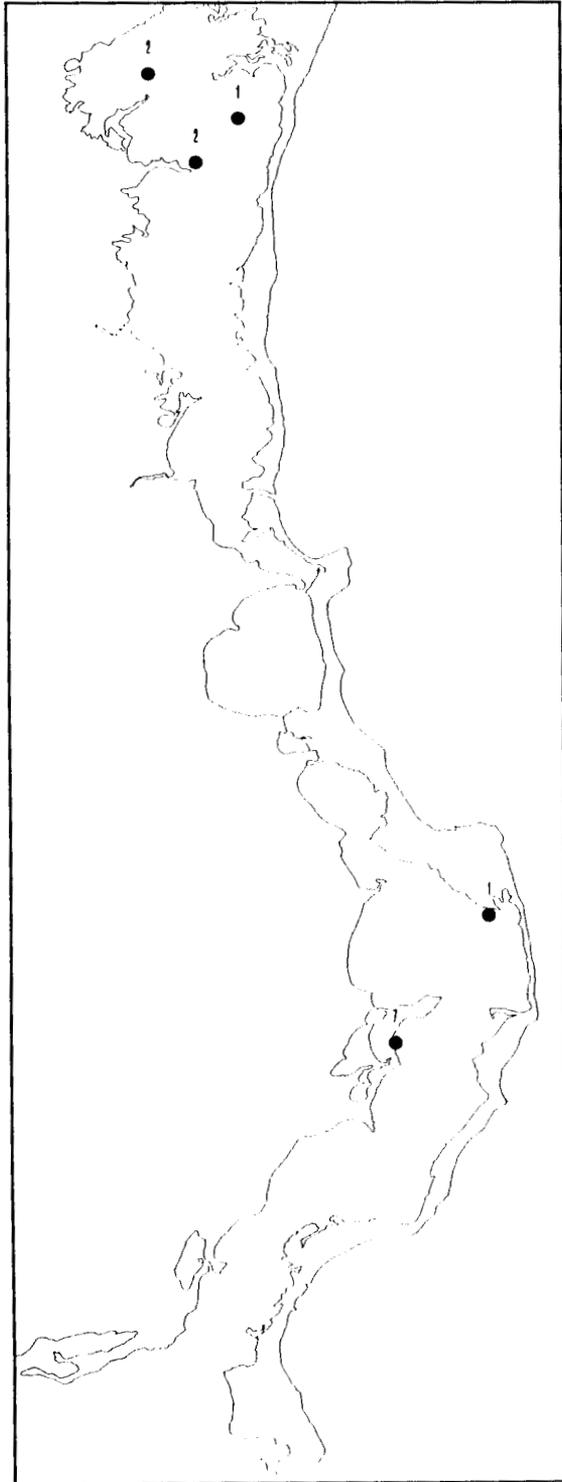
Strongylura sp - Ago. 1997



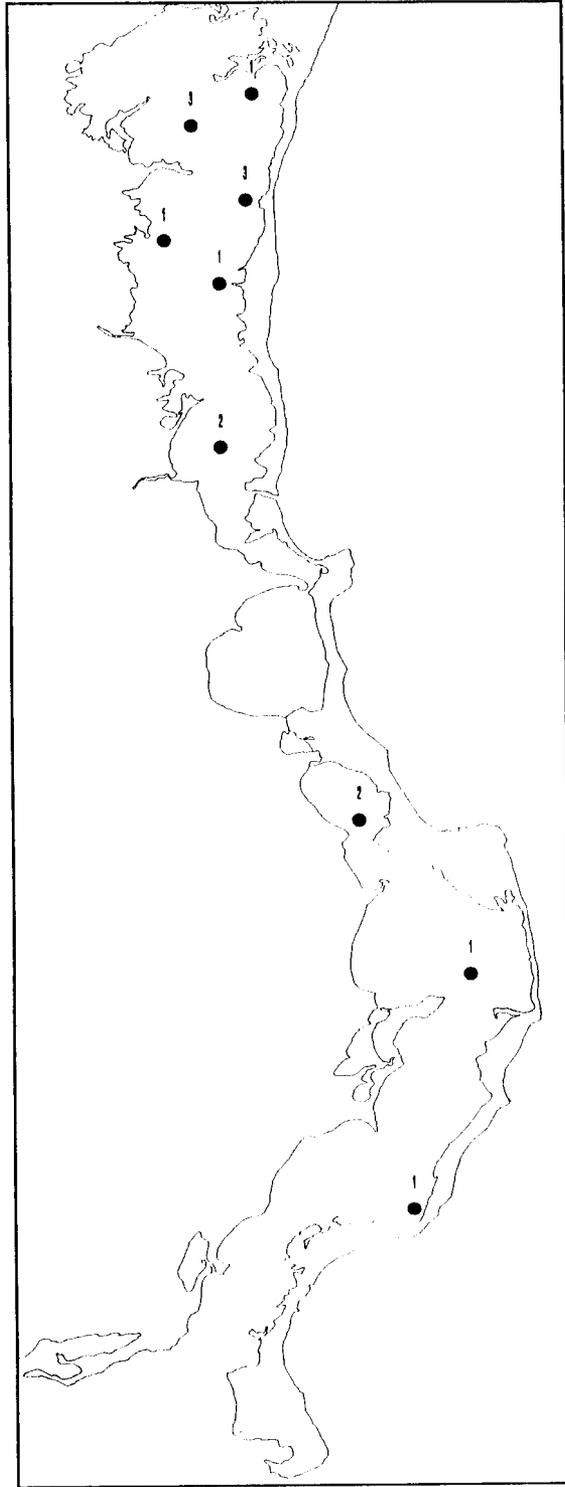
Symphurus plagiusa - Ago. 1997



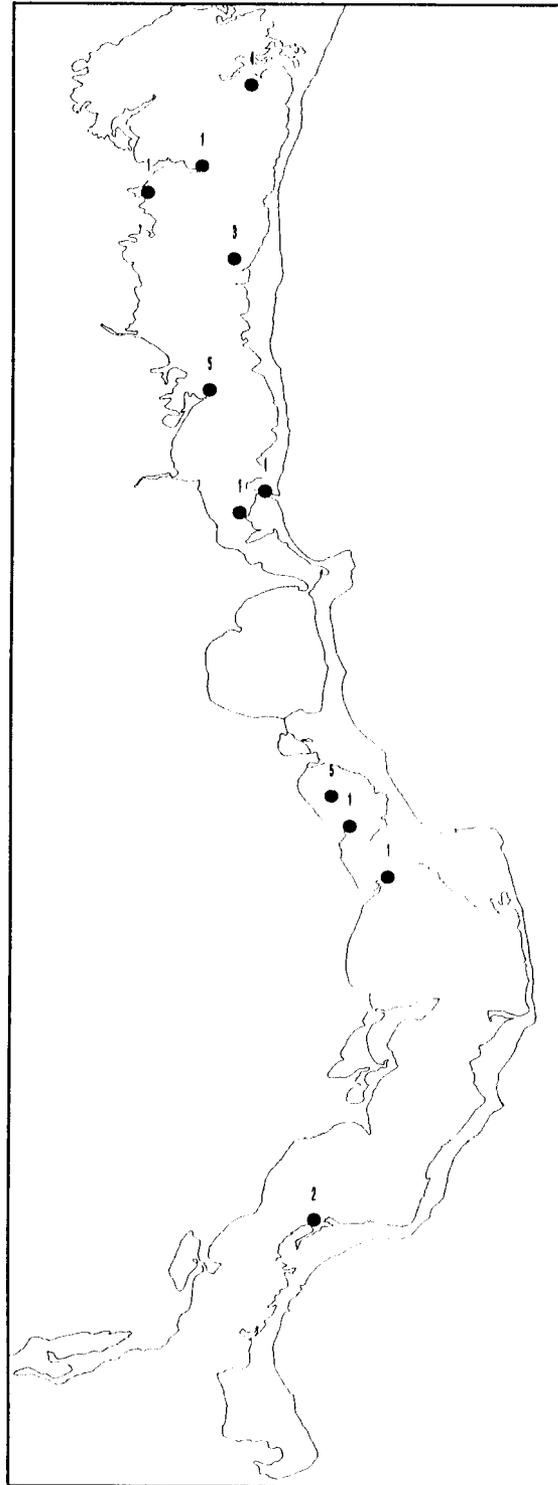
Symphurus sp - Mayo 1997



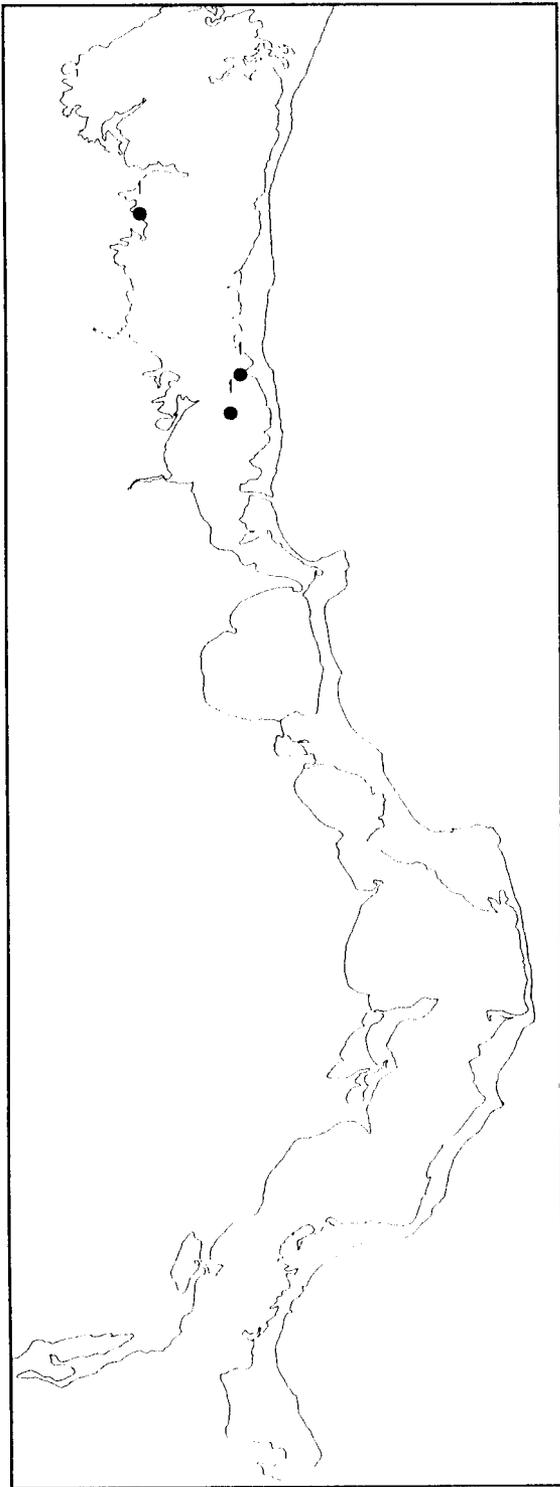
Syngnathus scovelli - Oct. 1996



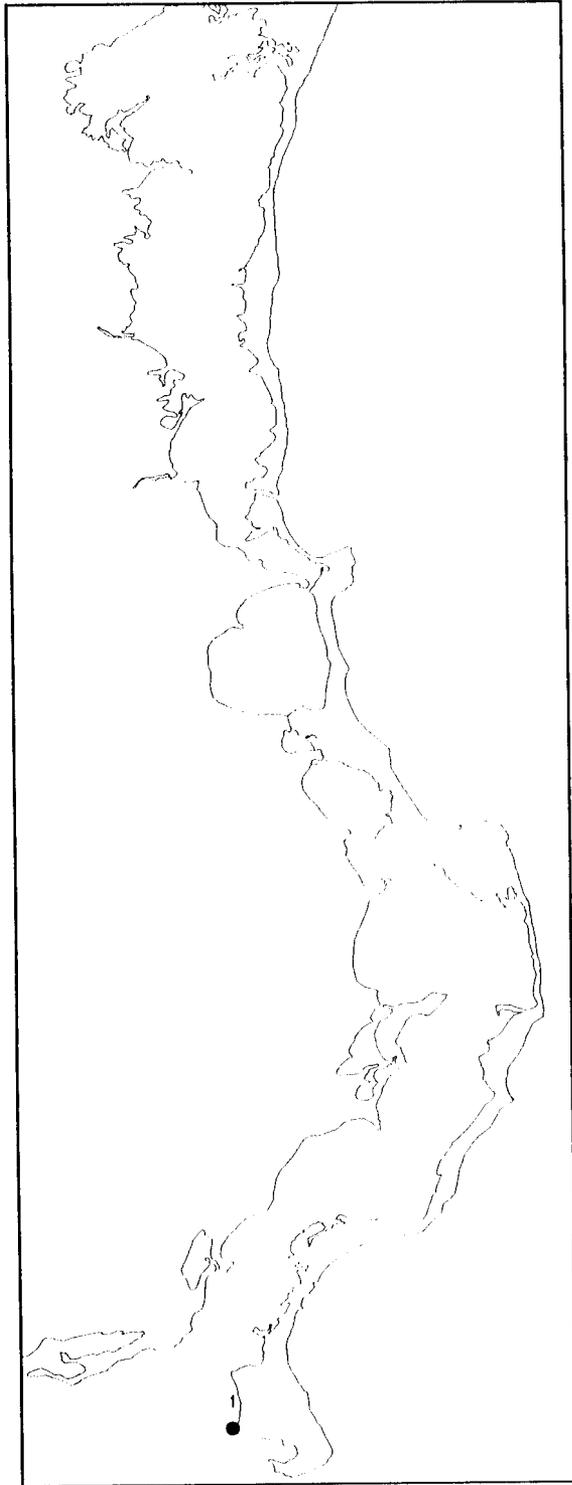
Syngnathus scovelli - Feb. 1997



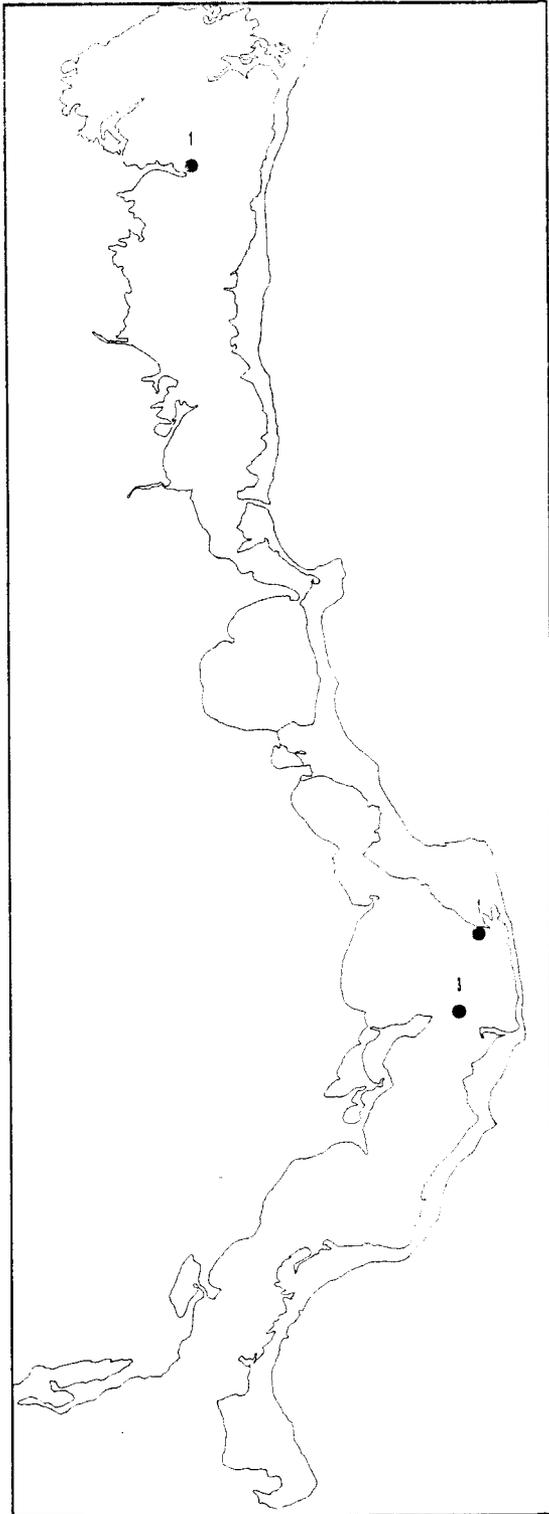
Syngnathus scovelli - Mayo 1997



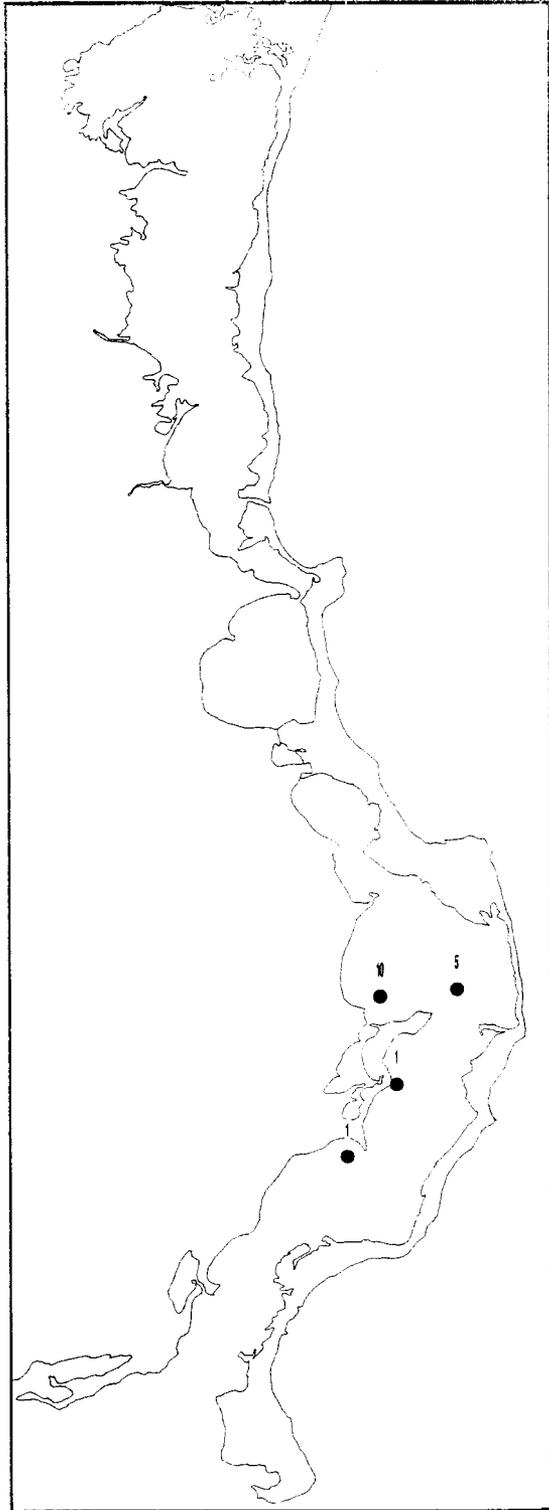
Syngnathus scovelli - Ago. 1997



Trinetes maculatus - Ago. 1997



TETRAODONTIDAE - Oct. 1996



TETRAODONTIDAE - Feb. 1997